

**INFORME DE EVALUACION DE
RIESGO POR SISMOS PARA EL
PROYECTO IOARR:
“CONSTRUCCION DE EQUIPO
PARA FUENTES DE ENERGIA
SOLAR, EN EL (LA) SEDE DEL
GOBIERNO REGIONAL DE
MOQUEGUA, DISTRITO DE
MOQUEGUA, PROVINCIA
MARISCAL NIETO,
DEPARTAMENTO MOQUEGUA”**

Moquegua - 2025

ING. JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS



ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO:
GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA

ASISTENCIA TECNICA:

Evaluador de Riesgo R. J. N° 127-2017-CENEPRED/J
Ing. José Luis Unda Barriales.



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

INDICE

INTRODUCCION	6
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	7
1.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.3 FINALIDAD	7
1.4 JUSTIFICACION	8
1.5 ANTECEDENTES	8
1.6 MARCO NORMATIVO	9
CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	11
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	11
2.1.1. Localización	11
2.1.2. Área de evaluación	12
2.1.3. Vías de acceso	12
2.1.4. Altitud	13
2.2. UBICACIÓN POLITICA:	13
2.2.1. Límites	13
2.2.2. Mapa de Ubicación	14
2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS:	15
2.3.1. Población	15
2.3.2. Vivienda	16
2.3.3. Actividades económicas	17
2.3.4. Servicios Básicos (Agua, Luz, Desagüe, Etc.)	18
2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TERRITORIO DEL ESTUDIO	18
2.4.1. CONDICIONES GEOLOGICAS	18
2.4.2. CONDICIONES DE SUELOS	23
2.4.3. CONDICIONES GEOMORFOLOGICAS	23
2.4.4. PENDIENTE	26
2.4.5. CONDICIONES AMBIENTALES	30
2.4.6. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS	31
2.4.7. SISMICIDAD EN EL PERU	32
CAPITULO III: DETERMINACION DEL PELIGRO	46
3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMIANCIION DEL PELIGRO	46
3.2. RECOLPILACION Y ANALISIS DE INFORMACION	47
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA	48
3.4. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL PELIGRO	50
3.4.1. Caracterización del Peligro	50
3.5. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	52
3.5.1. Análisis estadístico descriptivo	52

3.5.2. Análisis temporal	52
3.5.3. Probabilidad de recurrencias	52
3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO DE ORIGEN NATURAL	57
3.6.1. Análisis de Factores Desencadenantes	57
3.6.2. Análisis de factores condicionantes	59
3.7. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES	65
3.7.1. Dimensión Social, Cultural y Arqueológico	65
3.7.2. Dimensión Económica	65
3.7.3. Dimensión Ambiental	66
3.8. DEFINICIÓN DE ESCENARIO DE RIESGO	67
3.9. NIVELES DE PELIGRO	68
3.10. ESTRATIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD	68
3.11. MAPA DE PELIGRO	69
CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	70
4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	70
4.1.1. Exposición	70
4.1.2. Fragilidad	70
4.1.3. Resiliencia	70
4.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	71
4.2.1. Exposición social	71
4.2.2. Fragilidad social	72
4.2.3. Resiliencia social	75
4.2.4. Dimensión social	77
4.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	77
4.3.1. Exposición Económica	77
4.3.2. Fragilidad Económica	79
4.3.3. Resiliencia económica	80
4.3.4. Dimensión económica	85
4.4. ANALISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL	87
4.4.1. Exposición	87
4.4.2. Fragilidad	87
4.4.3. Resiliencia	87
4.4.4. Dimensión ambiental	87
4.5. NIVELES DE VULNERABILIDAD	88
4.6. ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	92
4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD	93
CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO	94
5.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES RIESGOS	94
5.2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DEL RIESGO	95

5.2.1.	Niveles de Riesgo.....	95
5.2.2.	Matriz de Riesgo	95
5.2.3.	Estratificación del nivel de Riesgo	96
5.2.4.	Mapa de Riesgo	97
5.3.	CALCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES (CUALITATIVO CUANTITATIVO) ..	98
5.4.	ZONIFICACIÓN DE RIESGO	99
5.5.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)	99
5.5.1.	De orden estructural	99
5.5.2.	De orden no estructural	99
5.6.	MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)	100
5.6.1.	De orden estructural	100
5.6.2.	De orden no estructural	100
CAPITULO VI: DEL CONTROL DE RIESGOS.....		101
6.1.	DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS	101
6.1.1.	Aceptabilidad / Tolerancia de riesgo	101
6.1.2.	Control de riesgos	103
CONCLUSIONES.....		104
RECOMENDACIONES		105
BIBLIOGRAFIA.....		106
ANEXOS		107
PANEL FOTOGRAFICO.....		107
PLANOS.....		115



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

INTRODUCCION

Toda obra civil y particularmente las importantes, tienen que relacionarse necesariamente, con la actividad sísmica imperante en nuestro país, habida cuenta que es conocida su particular ubicación sismo tectónica dentro del contexto del universo terrestre con una historia, particularmente reciente, que nos muestra la frecuencia y magnitud de eventos sísmicos que ha generado desastres en grandes espacios de nuestro territorio, pérdidas de vidas humanas y fuerte impacto negativo en la economía nacional, ejemplo ultimo de un gran desastre ha sido el terremoto del 31 de mayo 1970, que tuvo un impacto vibratorio en un espacio territorial de 150.000 km².

Dentro del contexto sismo tectónico mundial, el Perú se ubica en lo que se denomina el cinturón del fuego circumpacífico, que es el ámbito territorial mundial donde se originan alrededor del 80% de los sismos del mundo.

El entorno tectónico del Perú está encuadrado dentro de los que explica la “Teoría de Tectónica de placas” que pone a la “Placa de Nazca” o “Marina” frente a la “Placa Continental” o “Sudamericano”, con colisión y subducción de la primera sobre la segunda.

Este desplazamiento convergente de placas explica la formación de la cordillera de los Andes y la deformación continental, así como las grandes depresiones del fondo marino.

La amenaza de terremotos en nuestro territorio lo somete a un factor externo que es el “riesgo sísmico”, por lo que los daños consecuentes estarán en relación directa con la magnitud del evento y a la capacidad de respuesta de las estructuras o edificaciones en general (vulnerabilidad) a los diferentes valores de aceleración a las que están sometidas cuando ocurre un terremoto

El mayor conocimiento de los eventos sísmicos (epicentro y atenuaciones en su propagación), permiten planificar obras que con éxito enfrenten las consecuencias sísmicas.

Es oportuno precisar qué condiciones geológicas locales juegan un papel importante para atenuar o incrementar las aceleraciones sísmicas y en consecuencia, los efectos sobre las obras.

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los niveles de riesgos, originado por FENÓMENOS NATURALES para la elaboración del expediente técnico IOARR "CONSTRUCCION DE EQUIPO PARA FUENTES DE ENERGIA SOLAR, EN EL (LA) SEDE DEL GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA, DISTRITO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA", CON CUI 2661807

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los peligros y analizar las vulnerabilidades, para estimar los niveles de riesgo de la zona de la IOARR: "CONSTRUCCION DE EQUIPO PARA FUENTES DE ENERGIA SOLAR, EN EL (LA) SEDE DEL GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA, DISTRITO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA".
- Evaluar el peligro y la vulnerabilidad del sector en estudio, nos permitirá determinar el riesgo y definir alternativas y/o recomendaciones de orden estructural y no estructural para prevenir y mitigar un desastre.
- Determinar las condiciones de riesgo de la zona y recomendar las medidas y acciones necesarias que sirvan para la toma de decisiones en materia de prevención y mitigación.

1.3 FINALIDAD

El presente informe tiene por finalidad determinar los niveles de riesgo y sustentar la implementación de acciones de prevención y/o reducción de riesgos en el área de influencia del estudio.

1.4 JUSTIFICACION

La región Moquegua se ubica en la zona sur del país, cuenta con tres provincias, Mariscal Nieto, Sánchez Cerro e Ilo.

La zonificación de los niveles de riesgos en el área donde se ejecutará la IOARR ayudará a identificar los niveles de riesgos, muy alto, alto, medio y bajo. Este estudio servirá de sustento técnico, para la toma de decisiones por parte de los responsables de la IOARR.

1.5 ANTECEDENTES

El responsable de proyecto a realizado la evaluación de las instalaciones eléctricas exteriores e interiores de la Sede del GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA.

Así mismo, se ha determinado la integración del sistema fotovoltaico al sistema eléctrico, siendo los más importantes el aumento de cargas, la cantidad de paneles a emplear la demanda máxima, intensidad de corriente, caída de tensión, diámetro del conductor, protecciones, pozo a tierra. Cumpliendo los criterios y las normas requeridas para un correcto diseño.

El proyecto se ha elaborado considerando la memoria descriptiva de las instalaciones eléctricas y los planos arquitectónicos de estructura y las disposiciones del Código Nacional de Electricidad-Utilización, vigente a la fecha y el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como las disposiciones para sistemas fotovoltaicos empleando paneles solares.

Para el sistema fotovoltaico se ha empleado 500 paneles de 605Wp inversores on grid trifásica de 3x100kw, 1x40kw, y rack de baterías de litio, y un sistema de control y monitoreo tableros eléctricos adosado y auto soportado; para el cableado en el techo se ha empleado bandejas

metálicas, tubería galvanizada de 4", canalización subterránea y canalización mediante bandejas rejilla.

1.6 MARCO NORMATIVO

- ✓ Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, que aprueba el Reglamento de la Ley N.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD. Disposiciones parcialmente reformadas por el DS 060-2024-PCM, del 9 de junio del 2024.
- ✓ Decreto Supremo N° 142-2021-PCM. Reglamento de la Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo no Mitigable
- ✓ Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- ✓ Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- ✓ Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- ✓ Ley N° 30831, Ley que modifica la Ley 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) con la finalidad de incorporar un plazo para la presentación del Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y los Planes que lo conforman.
- ✓ Ley N° 29930, Ley que incorpora al ministro de Desarrollo e Inclusión Social en el Consejo Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – CONAGERD.
- ✓ La Ley N° 30645, publicada el 17 de agosto de 2017, Ley que modifica la Ley 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable
- ✓ Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.



JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

- ✓ Resolución N° 058-2020-CENEPRED/J, que Aprueba los Lineamientos para la elaboración del Informe de Evaluación del Riesgo de Desastres en proyectos de Infraestructura Educativa, de fecha 10 de julio de 2020.
- ✓ Decreto Supremo N° 038-2021-PCM Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050
- ✓ Decreto Supremo N° 115-2022-PCM que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2022-2030.



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CAPITULO II: CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

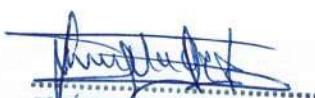
2.1.1. Localización

El estudio se desarrolla en las instalaciones de la sede del Gobierno Regional Moquegua ubicada en el distrito de Moquegua, de la Provincia Mariscal Nieto y departamento de Moquegua. Cuyas coordenadas UTM son: 294151.00 E 8098725.00 S.

Vista satelital de la Sede del Gobierno Regional Moquegua



Fuente: Elaborado en Google Earth.



JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

2.1.2. Área de evaluación

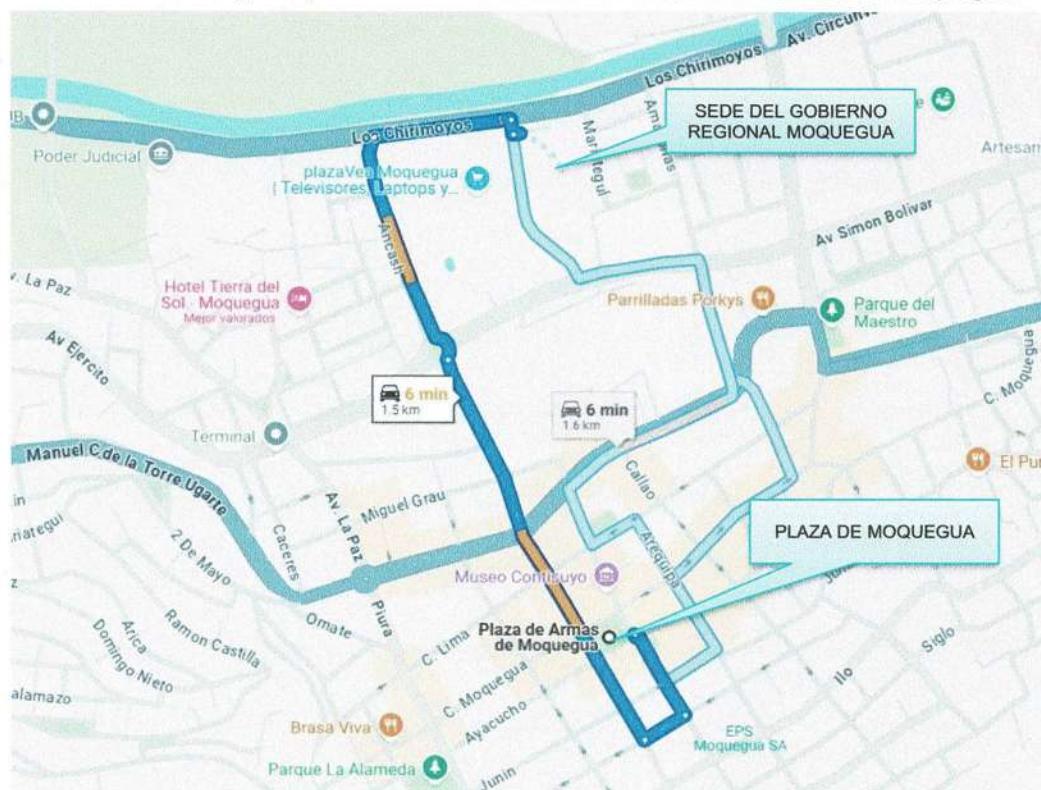
El área de evaluación es la sede del GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA, considerando el interior del perímetro de la misma.

2.1.3. Vías de acceso

En este ítem se describe la accesibilidad con la finalidad de saber la distancia y el tiempo para llegar a la zona de estudio.

Desde la plaza Principal de Moquegua hasta la Sede del Gobierno Regional Moquegua mediante una vía asfaltada en una longitud de 1.7 km, se puede llegar en 6 minutos aproximadamente en un vehículo.

Vista en Google Maps de la Accesibilidad desde la plaza de armas de Moquegua.



Fuente: Elaborado en Google Maps.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

2.1.4. Altitud

La sede del Gobierno Regional Moquegua se encuentra a una Altitud promedio: Aproximadamente 1,410 msnm

2.2. UBICACIÓN POLITICA:

2.2.1. Límites

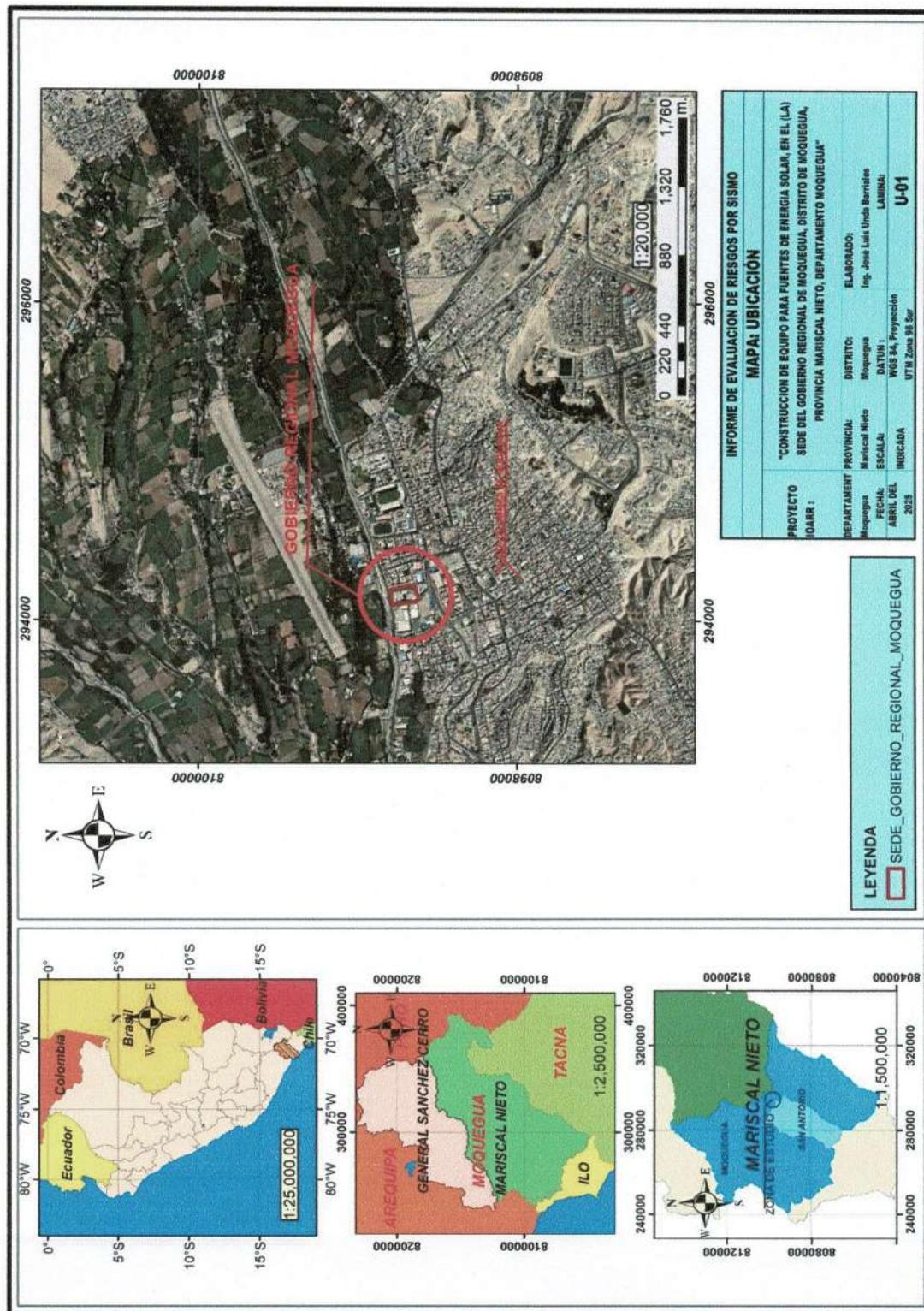
- Por el Frente: Colinda con la institución educativa particular INNOVA SCHOOL- MOQUEGUA.
- Por el lado Derecho: Colinda con la Urbanización Mercedes Cabello de Carbonera.
- Por el lado Izquierdo: Colinda con la calle sin nombre de acceso al Gobierno Regional Moquegua.
- Por el Fondo: Colinda con la Avenida Circunvalación (Malecón Ribereño).



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

2.2.2. Mapa de Ubicación.

MAPA N° 1: Mapa de Ubicación



Fuente: Elaborado para el estudio.

[Firma]
JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS:

2.3.1. Población

la IOARR se encuentra ubicado en el distrito de Moquegua – ciudad, la población presenta una situación económica media - baja, debido a la escases del recurso hídrico del río Tumilaca y los indicios de contaminación del mismo, que junto a otras causas, han permitido una migración de la mano de obra rural hacia otras actividades mejor remuneradas siendo una de ellas la construcción.

En la zona de influencia del proyecto, las Unidades Productoras están relacionadas con el sector agropecuario (agricultura y ganadería) y zona turística de descanso (Malecón Ribereño). Las Unidades privadas (terrenos agrícolas que son irrigadas por el sistema de riego) con cultivos de alfalfa; Además, en cuanto a las unidades Productoras de bienes y servicios públicos, en febrero de este año 2019, se presentaron fuertes precipitaciones pluviales con el incremento del río Tumilaca, afectando el sistema de riego (cañales de Derivación y tomas laterales) e infraestructura vial (caminos de acceso vecinal). Así mismo, Las tomas laterales de riego colapsaron dejando sin agua al sector Charsagua.

Según datos estadísticos del INEI, las condiciones laborales en el ámbito del distrito de Moquegua el PEA es de 46.0%; este indicador representa la proporción de la población económicamente activa en relación a la población total, así mismo se debe considerar que el desempleo en Moquegua se da más en las mujeres siendo este el 49.6% y el de los hombres de 50.4%.

La población con ocupación laboral en el distrito de Moquegua se encuentra concentrada en la agricultura y actividades extractivas con 47% y en servicios siendo esta la segunda actividad con el 12%.



.....
JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP: 69541

2.3.2. Vivienda

En el Distrito de Moquegua, la mayoría de las viviendas 56.55% se caracterizan por tener construcciones de ladrillo o bloque de cemento, mientras que el 21.21% emplea adobe o tapia, seguido de Esteras con un 17.71%, según el INEI - Censos Nacionales 2017.

CUADRO N° 1 Vivienda

Material de Construcción Predominante en las Paredes Exteriores de las Viviendas,
Según Distrito, Área Urbana y Rural

Provincia, distrito, área urbana y rural, tipo de vivienda y total de ocupantes presentes	Total	Ladrillo o bloque de cemento	Piedra o sillar con cal o cemento	Adobe	Tapia	Quincha (caña con barro)	Piedra con barro	Madera (pona, tornillo, etc.)	Triplay / calamina / estera
DISTRITO MOQUEGUA									
URBANA									
Casa independiente									
Viviendas particulares	19 223	11 513	32	2 919	7	93	45	1 828	2 786
Ocupantes presentes	58 860	37 752	88	8 018	10	271	109	5 009	7 603
Departamento en edificio									
Viviendas particulares	335	329	-	3	-	-	-	3	-
Ocupantes presentes	898	882	-	5	-	-	-	11	-
Vivienda en quinta									
Viviendas particulares	51	40	-	10	-	-	-	1	-
Ocupantes presentes	151	128	-	20	-	-	-	3	-
Vivienda en casa de vecindad									
Viviendas particulares	37	21	-	11	-	-	-	2	3
Ocupantes presentes	105	55	-	34	-	-	-	6	10
Vivienda improvisada									
Viviendas particulares	654	-	-	-	-	-	-	7	647
Ocupantes presentes	1 729	-	-	-	-	-	-	27	1 702
Local no dest. para hab. humana									
Viviendas particulares	26	16	-	7	-	-	-	-	3
Ocupantes presentes	48	29	-	16	-	-	-	-	3
RURAL									
Casa independiente									
Viviendas particulares	763	262	2	313	2	18	-	81	85
Ocupantes presentes	1 685	619	2	717	7	32	-	169	139
Choza o cabaña									
Viviendas particulares	33	-	-	7	-	4	-	1	21
Ocupantes presentes	62	-	-	13	-	5	-	1	43

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Las viviendas que colindan con la sede del Gobierno Regional, son viviendas de uno y dos niveles de material noble cemento y ladrillo con techo de losa aligerada, las viviendas de un piso son producto del programa social de

reconstrucción de viviendas del Banco de Materiales, en su mayoría las viviendas cuentan con título de propiedad.

2.3.3. Actividades económicas

Se desarrolla la actividad agropecuaria sobre un área sembrada bajo riego de 960.20 ha (CRs charsagua 524.42 ha y Santa Rosa 435.78 ha). El área es de buenos suelos, la producción es todo el año, pero con limitaciones por la carencia del recurso hídrico en los últimos meses del año, lo cual es motivo de preocupación general en la zona, ya que se requiere garantizar la producción local todo el año por el efecto dinamizador que genera la agricultura en la economía local y regional.

Los principales cultivos que se producen en la zona de influencia del proyecto son: papa, palta, y uva. En la cuenca de Moquegua del río Tumilaca los cultivos que también ofrecen al mercado local alfalfa y maíz chala, para el desarrollo de la ganadería de la región que abastece de leche fresca a la agroindustria, lo cual ha dinamizado además el alquiler de tierras para esta actividad.

En los sectores de Charsagua y Santa Rosa del Valle de Moquegua orienta su producción mayormente hacia las zonas de Moquegua e Ilo.

La escasez del recurso hídrico para la producción tiene amplia repercusión al disminuir la demanda de mano de obra agropecuaria, escasez de pan llevar, incremento de precios, retracción del sector comercial y de servicios, la productividad, etc. por espera del recurso hídrico en los sectores de Charsagua y Santa Rosa del Valle de Moquegua debe desfasar su cultivo; lo cual merma sus rendimientos y oportunidad en el mercado, ya que la producción de Arequipa y Tacna cosechan en mayores cantidades la producción de la zona de intervención durante el mes de marzo.

La producción pecuaria está representada por el ganado vacuno lechero. Los sectores de Charsagua y Santa Rosa del Valle de Moquegua es importante abastecedor a la empresa Gloria que cuenta con una planta congeladora de leche fresca.



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

La minería es un sector importante para la economía peruana y Moquegua se consolida como un departamento con mayores actividades mineras en el país, aportando económicamente mediante impuestos al gobierno central que luego son distribuidas a los gobiernos regionales y gobiernos locales.

2.3.4. Servicios Básicos (Agua, Luz, Desagüe, Etc.)

La sede del Gobierno Regional cuenta con servicio de agua potable y desagüe, así como también servicio de energía eléctrica, red de servicio de internet y telefonía alámbrica e inalámbrica.

2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TERRITORIO DEL ESTUDIO

2.4.1. CONDICIONES GEOLOGICAS

DEPÓSITOS ALUVIALES (I-3) CLASTO - SOPORTADO

Son depósitos inconsolidados constituidos por bolones, cantos, gravas, densas a muy densas, con abundantes bloques y matriz de arena gruesa con clastos redondeados a



subredondeados, que han sido acumulados por la combinación de procesos aluvionales y fluviales. Están ubicados fundamentalmente en las márgenes de ríos y quebradas principales formando terrazas a diferentes niveles ligeramente más elevados, utilizadas como terrenos de cultivo. Así como abanicos antiguos de gran dimensión (fotografía 3.2). En forma de piedemonte se encuentran bien desarrollados en el valle de Moquegua. En las pampas San Antonio, Trapiche, Guaneros, Pan de Azúcar, Las Salinas, Las Zorras, del Palo, Chololo, Las Pulgas, Colorada, Zaparo y Cansacaballos, entre otros. Depósitos similares se observan en las faldas de

los cerros Pedregal, Baúl y sectores de Alto La Villa, aeródromo, Buena Vista, San Antonio y Moquegua (se presentan en la parte baja de la ciudad y parte del asentamiento de San Francisco). Estos depósitos están ampliamente distribuidos en la región, abarcan un área de 1752.2 km² equivalente al 11.2 %. Localmente, en los tramos superiores de los valles de los ríos Torata y Moquegua se distinguen angostas franjas de terrazas aluviales formadas por conglomerados en matriz arenosa, que quedan entre 3 m a 5 m sobre el lecho del río, las cuales son aprovechadas en la agricultura. En la margen derecha del río Moquegua, frente a Moquegua, se observa una terraza a unos 30 m, aproximadamente, sobre el lecho del río, la cual se encuentra parcialmente cubierta por los desbordes del acarreo del río Torata y por los materiales coluviales que provienen de los flancos del cerro Los Ángeles. Son susceptibles a flujos de detritos (huaicos), a la erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas); se producen algunos derrumbes y hasta deslizamientos pequeños en márgenes de ríos y quebradas.

DEPOSITOS ALUVIALES (Qh – al)

Compuestos de gravas, arenas y limos en canales activos, polimíticos con clastos subredondeados a subangulares, con soporte de matriz arenoso limosos asociados a flujos de barro y conos aluviales. Afloran ampliamente en las inmediaciones del Cerro Baúl y zonas agrícolas de Yacango. (Bernal Esquia & Gómez Avalos, 2018)



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CIUDAD

Es el estrato superficial de carácter antrópico, donde el ser humano modificó los suelos naturales; de tal modo que lo que se denomina Ciudad no es una formación geológica propiamente dicha; el estrato Ciudad sobreyace básicamente a la formación Sotillo y depósitos aluviales.



FORMACIÓN MOQUEGUA MIEMBRO SUPERIOR (PN-mo_s)

Este miembro está conformado por conglomerado, aglomerados polimícticos, con clastos de guijas y areniscas gruesas, medianamente



estratificadas, intercalándose algunos niveles de tobas grises blanquecinas en las secuencias superiores (PN-mo_s). Es asignada al Mioceno. El contraste de color y topografía entre los dos miembros de la Formación Moquegua es claro y visible a distancia y permite definir claramente el contacto. Su parte superior está parcialmente cubierta por un banco de tufo blanco del Volcánico Huayllillas, de 15 a 20 m. de grosor. La litología del Moquegua superior es principalmente arenoso-conglomerática y secundariamente se intercalan tufos, areniscas tufáceas, arcillas, tufos redepositados. Los depósitos son ligeramente friables y/o deleznables. Su grosor, textura y estructura de los depósitos varían de un sitio a otro tal como se les observa en inmediaciones de la ciudad de Moquegua. Ocupa gran parte del área evaluada, en ambas márgenes de las quebradas Montalvo, San Antonio, Panteón y torreteras Samegua.

JOSÉ LUIS UINDA BARRERA
EVALUADOR DE RIESGOS 20
ING. CIVIL
CIP. 69541

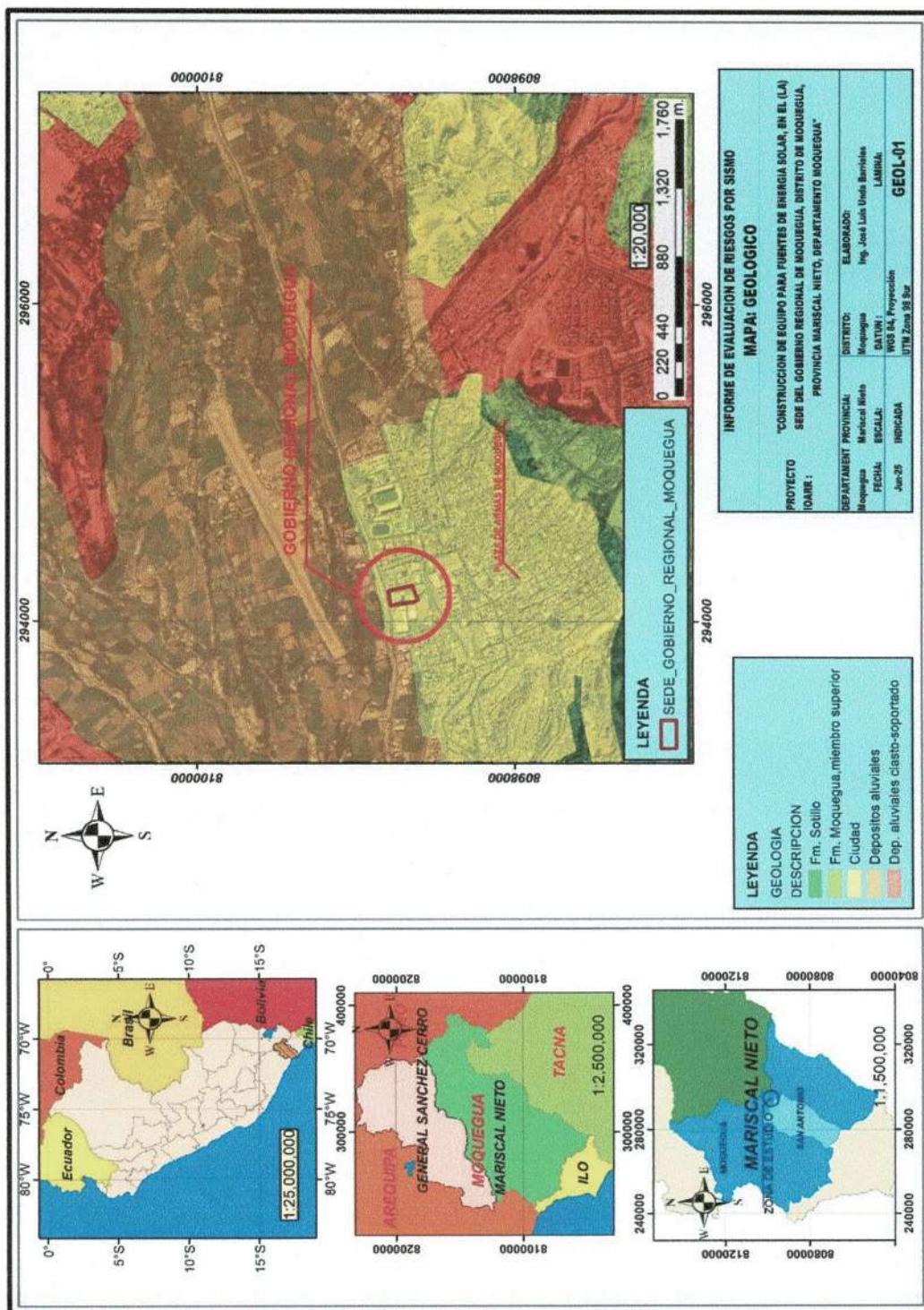
FORMACION SOTILLO (P-s)

Areniscas y arcosas (Jenks, 1948), volcanoclásticas, grises con tonalidades rojizas del EoceneOligoceno, se encuentra disconforme sobre rocas volcánicas Jurásicas e intrusivos Cretácicos, presentan estratificación paralela y subhorizontal predominando las lodoletas en los niveles superiores, así como capas de yeso, las que se incrementan en su tercio superior, la transición con la Formación Moquegua está señalada por un banco de 15 a 20 cm de yeso. Estas facies se ubican al SO de la ciudad de Moquegua, quebradas seca y Santallana. En el Flanco oeste del cerro Cruz del Siglo y cerro Montón de Trigo.



JOSE LUIS URENDA BARRALADES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

MAPA N° 2.- Mapa de Geología



Fuente: Elaboración propia para el estudio

JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CII 00041

2.4.2. CONDICIONES DE SUELOS

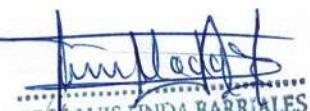
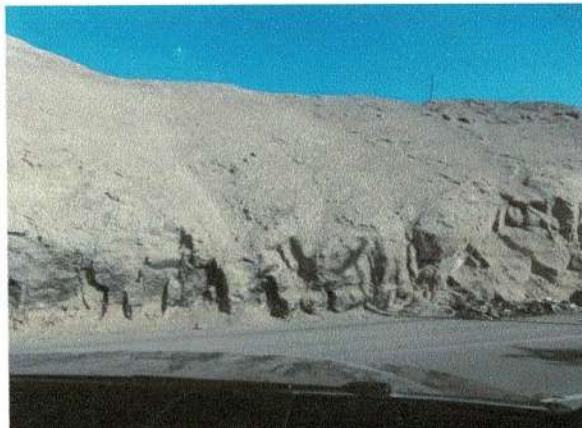
El suelo sobre el que se ha construido la sede del Gobierno Regional es muy estable, en el terreno antes de la construcción se ha realizado un sistema de drenaje por el nivel freático que se encontró, el está libre de arcillas expansivas que son típicas en Moquegua.

2.4.3. CONDICIONES GEOMORFOLOGICAS

Para el estudio de evaluación de riesgos se han considerado las características geomorfológicas de la ZEE-Moquegua, las que se describen a continuación:

- **Colina en roca sedimentaria**

Relieves moderados formados por roca consolidada (arenisca, limolita, etc.). Alta capacidad portante, menor riesgo de amplificación sísmica, buena estabilidad si la pendiente es controlada. El mejor tipo de suelo del grupo para soportar estructuras en caso de sismo, siempre que se respeten las pendientes y se controle el escorrimiento superficial.



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

- **Ladera de colina**

Pendientes suaves a moderadas en colinas, compuestas por materiales coluviales o alterados.

Riesgo de deslizamientos superficiales, erosión o taludes inestables si no se controlan las aguas pluviales o cortes mal ejecutados.

Suelo intermedio. Puede ser adecuado con manejo correcto de taludes y drenaje.



- **Fondos de valle aluvial**

Son zonas bajas de acumulación de sedimentos recientes, cercanas al cauce de ríos.

Alta saturación de agua, suelos blandos o limo-arcillosos, riesgo de licuación, inundación y fuerte amplificación sísmica.



- **Planicie aluvial**

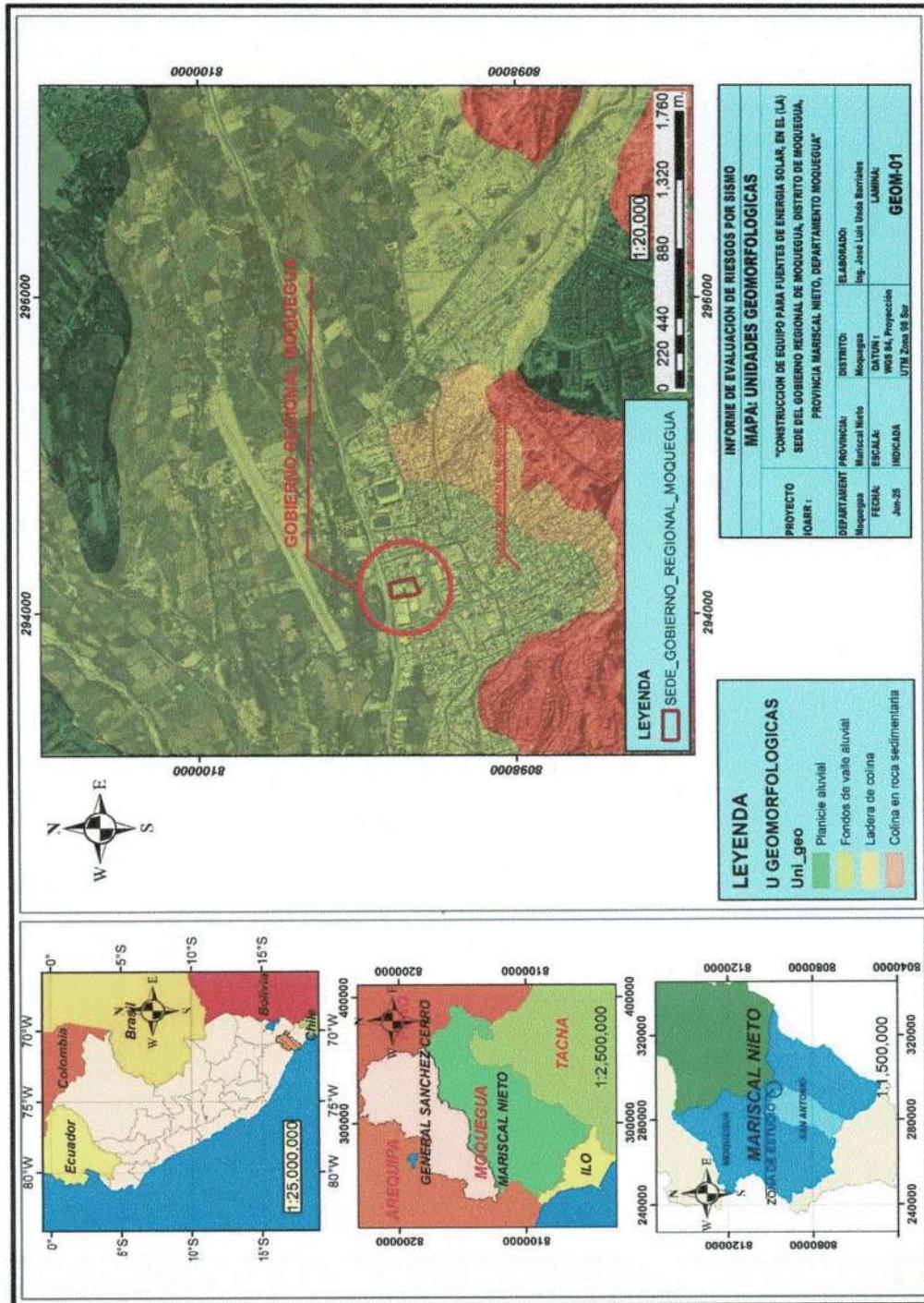
Zonas relativamente planas formadas por la deposición de sedimentos fluviales.

Aunque más estables que los fondos de valle, sus suelos suelen ser sueltos o poco consolidados. Susceptibles a asentamientos diferenciales y amplificación sísmica.



Condiciones medianamente desfavorables. Requiere estudios geotécnicos específicos y diseño adecuado de cimentación.

MAPA N° 3.- Mapa de unidades Geomorfológicas



Fuente: Elaboración propia para el estudio

JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

2.4.4. PENDIENTE

Pendiente baja (0° - 5°)

En los terrenos ligeramente inclinados, con baja pendiente, se encuentran piedemonte aluvial y aluvio-torrencial, abanicos, terrazas aluviales, altiplanicie sedimentaria, conos deyectivos, valles fluviales o glaciares y numerosas laderas de lomadas y colinas bajas.



Entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental, con recurrencia en pequeñas áreas casi en toda la región. Estos terrenos son zonas de depósito de material acarreado por los diversos agentes dinámicos.

Sobre estos terrenos se han desarrollado poblaciones urbanas como Licoma, Hotel de Turistas, Puerto Inglés, La Pascana, Coquina, Yerbabuena, Clemesi, Pampahuta; en las pampas Puite, Colorada, Chololo, Salinas, El Palo, Inalámbrica. Cansacaballos, Huanucollo, el desierto de Clemesi y pampa del Volcán Ubinas. En la parte occidental de la región, Ancollo, Jancoatilla, Tolamoco, Yancallancane, bofedales de la pampa Vilaje, alrededores del embalse Pasto Grande y la laguna Vizcachas, entre otros ejemplos.

En estos terrenos también se desarrollan ampliamente las zonas agrícolas. Comprende el 22.0 % del área total. Asociados a la ocurrencia de arenamiento, erosión fluvial e inundaciones.



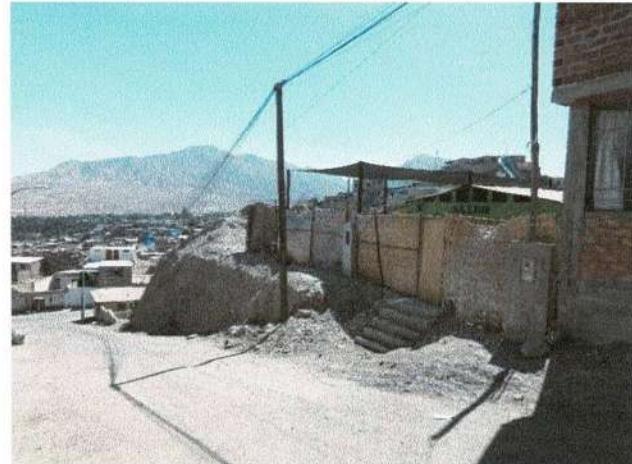
JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Pendiente media (5° - 15°)

Comprende el 31.6 % del área total, es el más importante en la región. Presenta una buena distribución en depósitos aluviales antiguos, terrazas, laderas de los relieves de las colinas, montañas y lomadas, recurrente en pequeñas extensiones restringidas en valles de los ríos Tambo, Esquino, entre otros. Dentro de este rango de pendiente se encuentran ubicados los poblados de Pacagua, Viscalloco, Tablón, San Cristobal, Pallatea, Pampa Huata, Juchani, Chapi, entre otros. Sujetos a reptación de suelos, deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos.

**Pendiente fuerte (15° – 25°)**

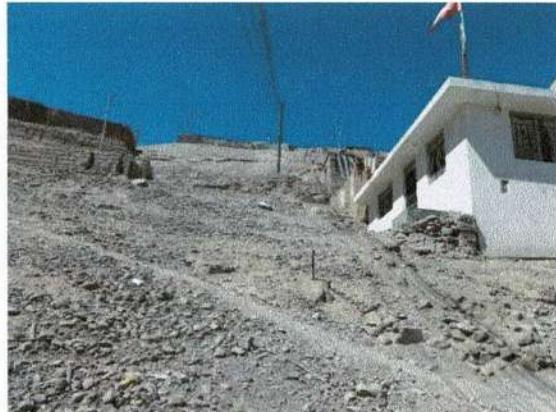
Los terrenos con pendiente fuerte cubren el 22.2 % del área total de la región. Ocupan una amplia distribución y se ubican indistintamente en las laderas de la Cordillera Occidental, concentrados en los flancos superiores de los valles de los ríos Tambo y laderas de los relieves de montañas y colinas de la Cordillera de la Costa; así como alineamientos en valles tributarios, también conformando las laderas superiores y cima de los cerros. En este rango de pendiente se han desarrollado, por ejemplo, los poblados Los Molles, Coalaque, Quinistaquillas, Matalaque, Puquina, entre otros. Estos terrenos con pendiente fuerte son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y movimientos complejos.



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Pendiente muy fuerte (25° - 45°)

Terrenos con muy fuerte inclinación comprenden el 15.9 % del área total. Presentan mayor extensión en la región, distribuidos principalmente en las laderas de montañas de la Cordillera Occidental, cuencas medias y altas de la región Moquegua. Concentrado mayormente en los flancos de valles y quebradas. Estos terrenos presentan el valle de los ríos Tambo, Putina, Esquino, Omate, Coralaque, Ubinas, Moquegua, quebradas afluentes, la pampa costera, entre otros.



Los deslizamientos, movimientos complejos, avalancha de rocas, huaicos y erosión de laderas ocurren en terrenos con pendiente muy fuerte.

Pendiente abrupta (> 45°)

Presentan una distribución muy reducida equivalente al 0.2 % del área total. Se encuentran localizados

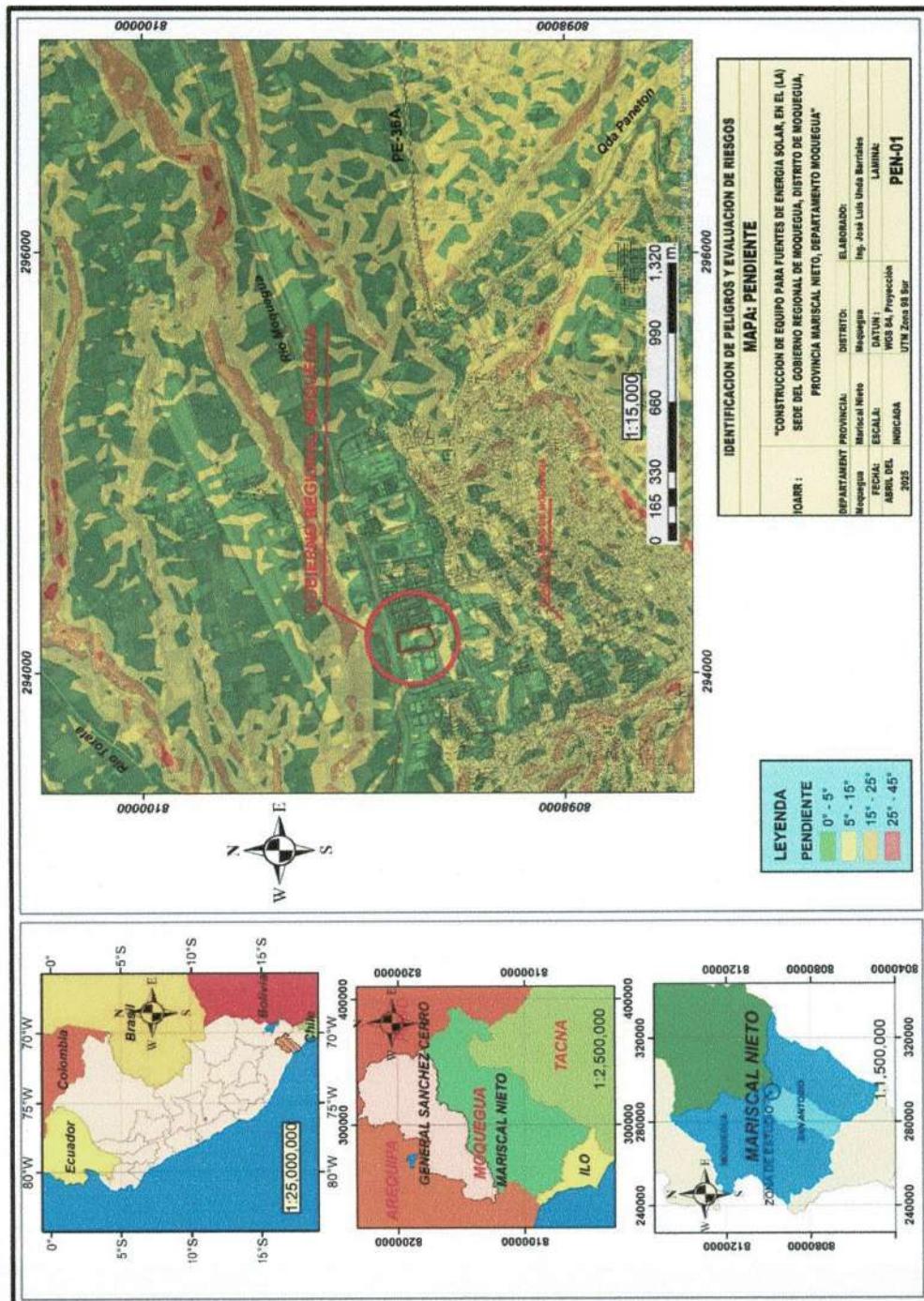


indistintamente en zonas escarpadas, barrancos, desfiladeros, escarpas de deslizamientos y valles encañonados ubicados, principalmente, en las cabeceras de los ríos Tambo, Ubinas y Coralaque y en menor importancia en la parte baja, como es el caso de los acantilados localizados en el borde litoral o las paredes de terrazas antiguas, elevadas por procesos de tectonismo. Estas zonas son muy propensas a caídas de rocas, avalancha de rocas y derrumbes.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Para fines del geoprocесamiento del estudio de riesgos, se ha juntado las pendientes muy baja y baja en un solo rango de pendiente que va de 0° a 5°.

MAPA N° 4 Mapa de Pendiente



Fuente: Elaboración propia para el estudio

[Handwritten signature]
JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541
29

2.4.5. CONDICIONES AMBIENTALES

Tipo Climático Predominante:

Según la clasificación climática de **Köppen**, el área urbana de Moquegua donde se ubica la sede del Gobierno Regional presenta un clima **BWh** (clima desértico cálido), caracterizado por:

- **Altas temperaturas durante el día**, especialmente en verano.
- **Bajas precipitaciones anuales**.
- **Gran amplitud térmica diaria** (diferencia entre día y noche).
- **Alta radiación solar** durante todo el año.

Esta zona se encuentra dentro de la franja costero-interandina sur del Perú, influenciada por el anticiclón del Pacífico Sur.

Temperaturas Promedio:

- **Temperatura media anual**: entre **18 °C y 20 °C**.
- **Meses más cálidos**: enero a marzo, con temperaturas máximas que pueden superar los **28 °C**.
- **Meses más fríos**: junio a agosto, con mínimas que pueden descender a **12 °C** o menos durante las madrugadas.

La ciudad tiene una **alta amplitud térmica diaria**, especialmente en invierno, lo que puede influir en la estabilidad de suelos y estructuras.

Precipitaciones (frecuencia e intensidad):

- **Precipitación total anual**: entre **20 mm y 60 mm** en promedio.
- La mayoría de lluvias se concentra en los meses de verano (enero a marzo).
- La intensidad de las precipitaciones puede variar significativamente entre años (fenómeno ENSO).

Aunque las lluvias son poco frecuentes, pueden registrarse **precipitaciones intensas en corto tiempo** durante eventos extraordinarios, generando riesgo de huaicos o desbordes de quebradas secas.

Estacionalidad:

- **Época seca**: abril a noviembre.
Lluvias prácticamente nulas.



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

- Alta evaporación y baja humedad relativa.
- **Época de lluvias:** diciembre a marzo.
Lluvias ocasionales, de corta duración.
Posibilidad de eventos extremos por precipitaciones puntuales intensas (como en 2019, donde se presentaron activaciones de quebradas).

2.4.6. CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

La zona donde se emplaza la sede del Gobierno Regional de Moquegua se ubica en un entorno urbano consolidado, en el sector centro de la ciudad, dentro del distrito, provincia y departamento de Moquegua. Desde el punto de vista hidrogeológico, el área forma parte del **acuífero del valle bajo del río Moquegua**, el cual constituye un sistema de aguas subterráneas de tipo libre, desarrollado principalmente en depósitos aluviales de gravas, arenas y limos, con buena permeabilidad y porosidad.

Según estudios previos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la napa freática en la zona urbana de Moquegua se encuentra a profundidades variables, con un rango estimado entre **5 y 15 metros** en promedio, dependiendo de la proximidad al cauce del río Moquegua. En la zona específica donde se encuentra la sede regional, no se han identificado afloramientos de agua subterránea ni evidencia de humedad permanente en superficie, lo que indica condiciones hidrogeológicas estables para la construcción y operación de infraestructura civil.

Además, el relieve moderado, la baja pendiente del terreno y la ausencia de procesos de recarga concentrada por precipitaciones intensas en esta zona específica, minimizan el riesgo de infiltración rápida o ascenso del nivel freático. Tampoco se han reportado

problemas de licuación de suelos en eventos sísmicos pasados, lo que respalda una condición favorable desde el punto de vista geotécnico-hidrogeológico.

Por lo tanto, se concluye que las **condiciones hidrogeológicas del área no representan un factor de riesgo significativo** para el diseño, implementación ni operación del proyecto IOARR. Se recomienda, sin embargo, considerar estudios geotécnicos específicos en las etapas de diseño definitivo, en caso se requiera la instalación de estructuras subterráneas, cimentaciones especiales o anclajes.

2.4.7. SISMICIDAD EN EL PERU

Los sismos se definen como un proceso paulatino, progresivo y constante de liberación súbita de energía mecánica debido a los cambios en el estado de esfuerzos, de las deformaciones y de los desplazamientos resultantes, regidos además por la resistencia de los materiales rocosos de la corteza terrestre, bien sea en zonas de interacción de placas tectónicas, como dentro de ellas.

Una parte de la energía liberada lo hace en forma de ondas sísmicas y otra parte se transforma en calor, debido a la fricción en el plano de la falla.

Su efecto inmediato es la transmisión de esa energía mecánica liberada mediante vibración del terreno aledaño al foco y de su difusión posterior mediante ondas sísmicas de diversos tipos (corpóreas y superficiales), a través de la corteza y a veces del manto terrestre, según lo mostrado en la imagen 1 y 2.



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

IMAGEN N° 1 Sismo originado por una falla geológica

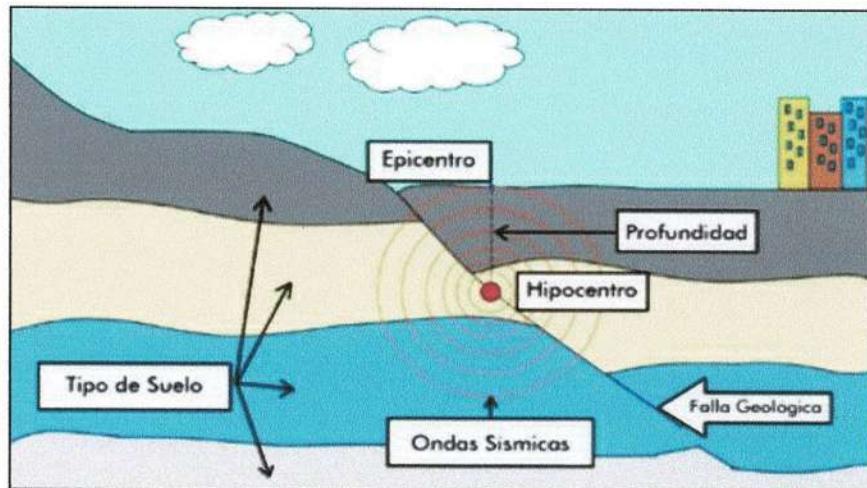


IMAGEN N° 2 Sismo ocurrido en Pisco - Perú



a) Ondas sísmicas

Una onda sísmica es la perturbación efectuada sobre un medio material y se propaga con movimiento uniforme a través de este mismo medio. La imagen, muestra la propagación de ondas sísmicas.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

IMAGEN N° 3 Efectos de ondas sísmicas en edificaciones



Adaptado por SNL-CENEPRED de: San Martin (2014)

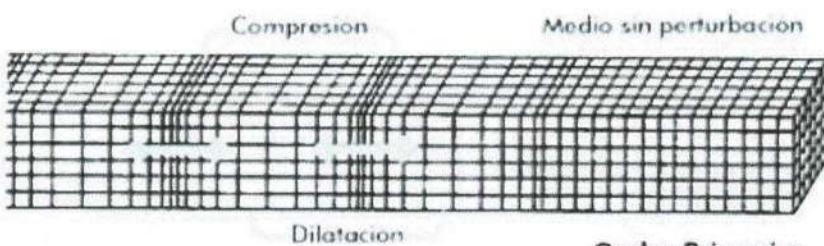
b) Tipos de ondas

Las ondas que los aparatos registran son de dos tipos:

- **Profundas o corpóreas**, se propagan de manera esférica por el interior de la tierra, se forman a partir del hipocentro.

Primarias (P) o longitudinales: Son las más rápidas en propagarse (6 – 10 km/s) y por lo tanto las primeras en ser detectadas por los sismógrafos. Se transmiten tanto en medios sólidos como fluidos. Su vibración es paralela al plano de propagación, de manera que actúan comprimiendo y dilatando el terreno. Ver imagen N°25.

IMAGEN N° 4 Onda primaria o longitudinal

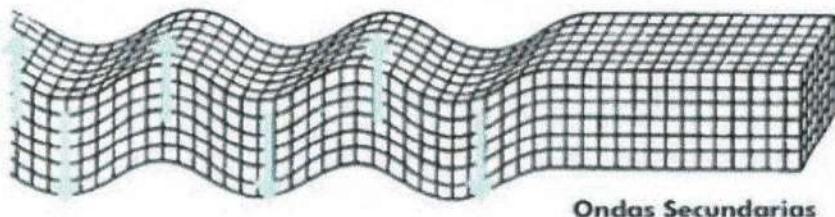


Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)


JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP: 69541

Secundarias (S) o transversales: Son más lentas que las anteriores (4 – 7 Km/s) y solo se propagan en medios sólidos, por lo que no pueden atravesar el núcleo exterior terrestre. Vibran perpendicularmente a la dirección de propagación, cizallando los materiales. Ver imagen N° 26.

IMAGEN N° 5 Onda secundaria o transversal



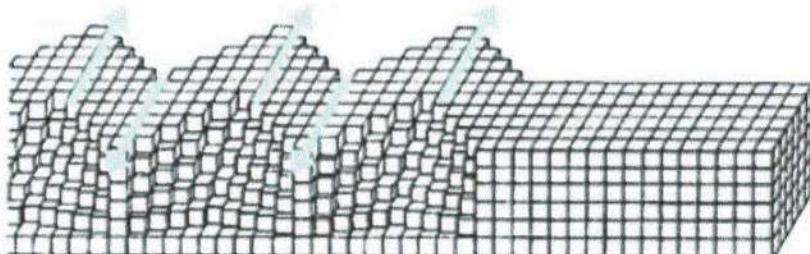
Ondas Secundarias

Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

- **Superficiales o largas**, se transmiten en forma circular a partir del epicentro. Son las que producen los destrozos en la superficie. Son el resultado de la interacción de las ondas profundas con la superficie terrestre.

Love (L): Su velocidad de propagación es de 2 – 6 Km/s, y se desplazan horizontalmente en la superficie, en forma perpendicular respecto a la dirección de propagación. Ver imagen N° 27.

IMAGEN N° 6 Onda Love

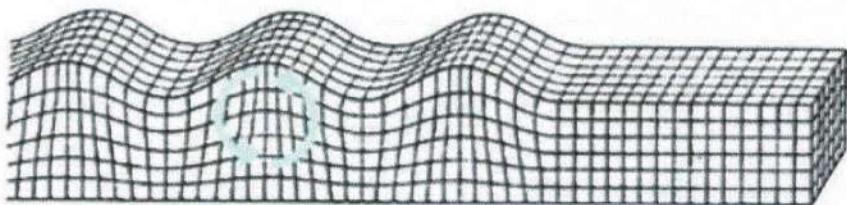


Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)


JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Rayleigh (R): Son las más lentas en desplazarse (1 – 5 Km/s), aunque son las que más se dejan sentir por las personas. Se propagan de manera similar a como hacen las olas del mar. Las partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical.

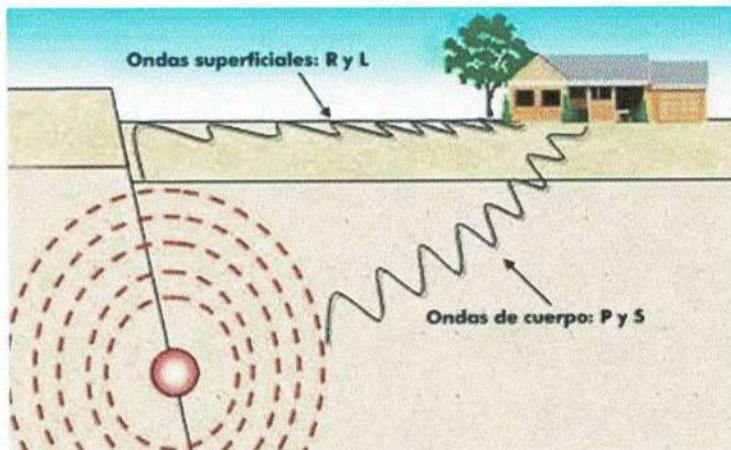
IMAGEN N° 7 onda RAYLEIGH



Adaptado por SNL-CENEPRED de: IngCivilPeru (2014)

La imagen N°8, muestra la propagación de las ondas corpóreas y superficiales y el gráfico N°3 resume los tipos de ondas sísmicas.

IMAGEN N° 8 Ondas superficiales y corpóreas (o cuerpo)



Fuente: INII (2011)



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

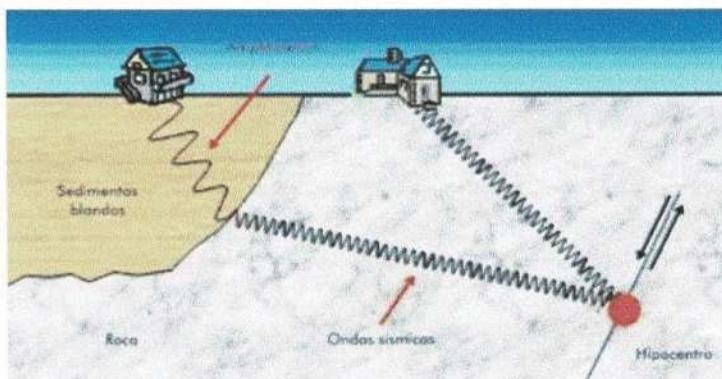
GRAFICO N° 1 Tipos de ondas sísmicas



c) Propagación de ondas sísmicas

Las leyes físicas rigen la propagación y trayectoria de las ondas sísmicas, como la reflexión, refracción, dispersión entre otros. Esto ocurre cuando el medio en el que se propaga no es homogéneo (formado por diferentes tipos de suelos).

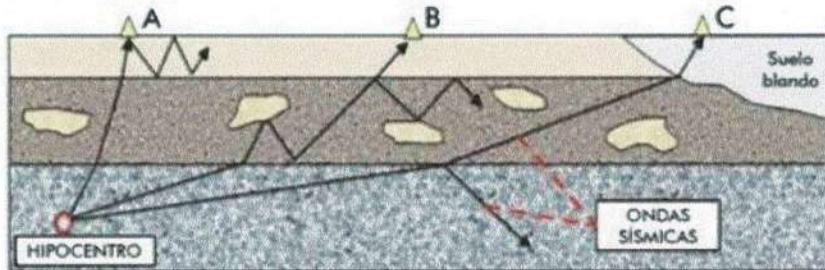
IMAGEN N° 9 Propagación de ondas sísmicas en dos medios diferentes:



Fuente: INII (2011)

La imagen N° 10 se muestra la propagación de las ondas sísmicas (flechas negras) y el cambio de trayectorias que experimenta al atravesar diferentes medios materiales.


 JOSE LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

IMAGEN N° 10 Reflexión y refracción de ondas sísmicas

Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

Cuando se genera un sismo, toda la energía de este golpea con mayor fuerza el ámbito geográfico cercano al epicentro, y todo lo que se encuentra sobre su superficie (infraestructura, zonas económicas, turísticas, población, etc.).

En la imagen N° 10, se describe que en el punto A posee amplitudes altas y períodos cortos. A partir de allí, conforme las ondas se propagan por todas direcciones, éstas empiezan a perder energía.

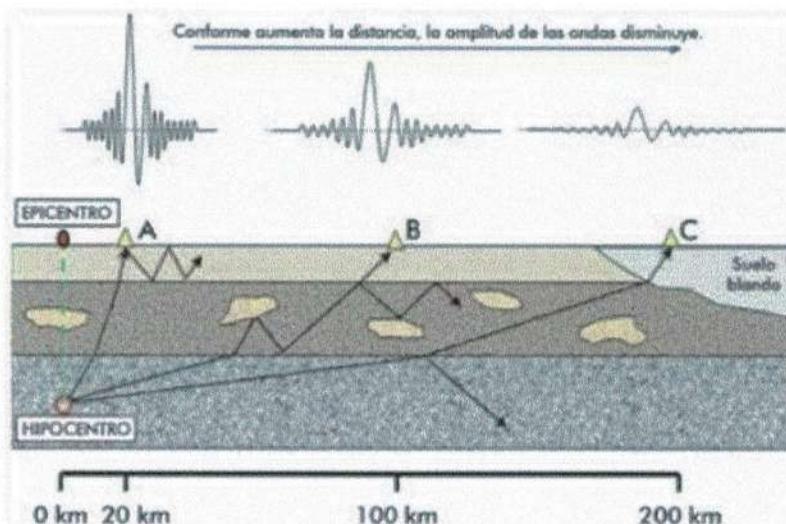
Esta pérdida de energía se refleja claramente en la disminución de la amplitud de la onda. Es por esta razón que una persona ubicada cerca del epicentro en el punto A, por ejemplo, experimentará un movimiento mucho más fuerte que una ubicada en el punto C.

También, una persona en el punto A sentirá que el sismo dura sólo unos instantes, mientras que una persona en el punto B sentirá que este dura un poco más y una persona en el punto C sentirá que el movimiento dura mucho más tiempo.

Todo esto es debido precisamente a que los períodos largos tienden a predominar conforme aumenta la distancia tal y como se muestra en la imagen N° 11.

A distancias mucho mayores, el sismo no pasará de ser un leve movimiento del suelo perceptible solo para personas en estado de reposo.

IMAGEN N° 11 Disminución de la amplitud de onda y su energía al aumentar la distancia al hipocentro



Adaptado por SNL-CENEPRED de: INII (2011)

Existen factores externos (factores condicionantes) a las características del sismo que pueden influir en el valor de aceleración que se puede registrar en una zona por la llegada de las ondas sísmicas. Estos factores suelen estar relacionados con las condiciones geológicas.

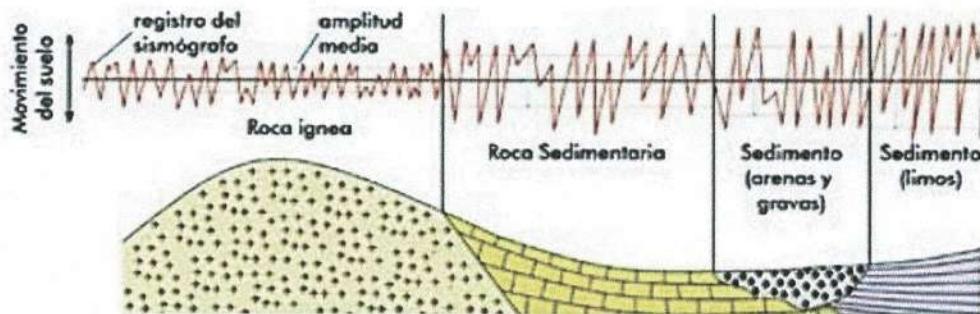
El factor más importante es la variación de los diferentes materiales que podemos encontrar en la superficie, ya que, dadas sus diferencias de densidad, compactación y saturación de agua, se comportan de diferente manera frente a la vibración inducida por las ondas sísmicas "**Efecto de Sitio**".

Las amplificaciones de la señal por efecto de sitio afectan únicamente a las ondas superficiales, por eso sólo es importante el tipo de material que se sitúa a pocos metros de la superficie.

Los sustratos rocosos, amplifican muy poco las vibraciones, en cambio los depósitos sueltos (gravas, arena y limos) amplifican considerablemente los movimientos, y por tanto aumenta la aceleración que sufren esos

materiales (mayor amplificación cuanto menor es el tamaño de grano del sedimento). Ver la imagen N°12.

IMAGEN N° 12 Variación de amplitud de onda al propagarse por diferentes tipos de suelos

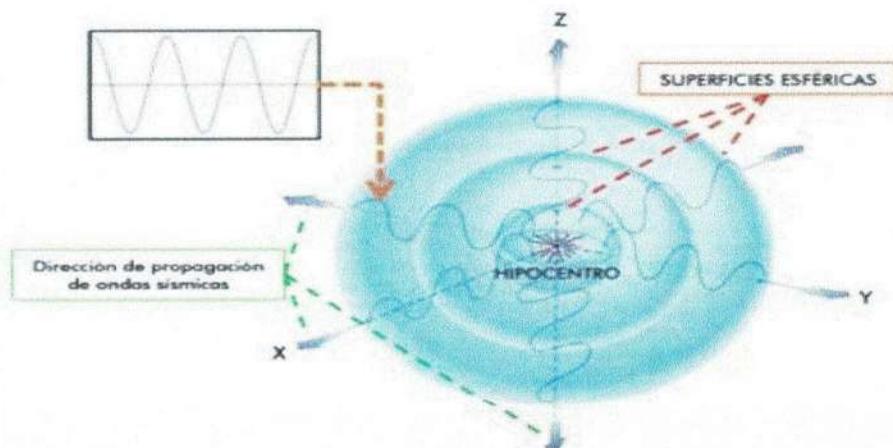


En zonas muy cercanas al epicentro del terremoto, puede haber diferencias muy importantes en los daños producidos, únicamente por la amplificación de la señal que pueden presentar los diferentes materiales que encontramos en la superficie.

d) Características de una onda

Las ondas sísmicas (ondas mecánicas) se propagan en todas direcciones formando superficies esféricas como la mostrada en la imagen N°13.

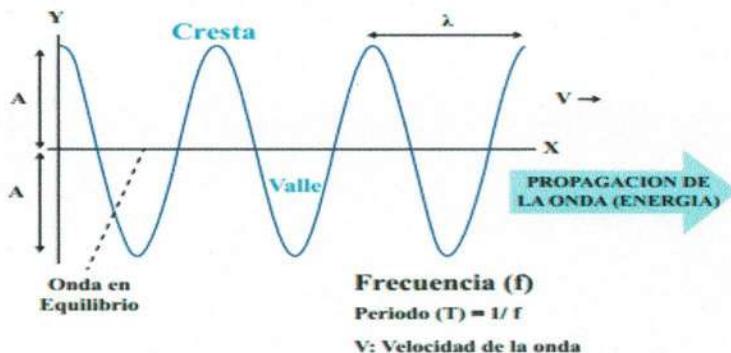
IMAGEN N° 13 Propagación de una onda esférica



Adaptado por SNL-CENEPRED de: Arribas (2014)

Describiremos las características básicas de una onda sinusoidal por su sencillez (Saveliev, 1984). Como se muestra en la imagen N°14.

IMAGEN N° 14 Parámetros físicos de una onda sinusoidal



Amplitud (A), distancia de una cresta a la línea de equilibrio (onda en equilibrio). La amplitud es usada para medir la energía transferida por la onda sísmica. Cuando mayor es la amplitud, mayor es la energía transferida (la energía transportada por una onda es proporcional al cuadrado de su amplitud)

Energía $\propto A^2$

Longitud de onda (λ), distancia entre dos crestas, dos valles, o dos nodos no consecutivos. La energía transportada por la onda es proporcional a la inversa de la longitud de onda. Por ejemplo, a mayor longitud de onda menor energía.

Energía $\propto 1/\lambda$

Frecuencia (f), Es el número de ciclos que se forman por unidad de tiempo. La energía de la onda es directamente proporcional a la frecuencia.

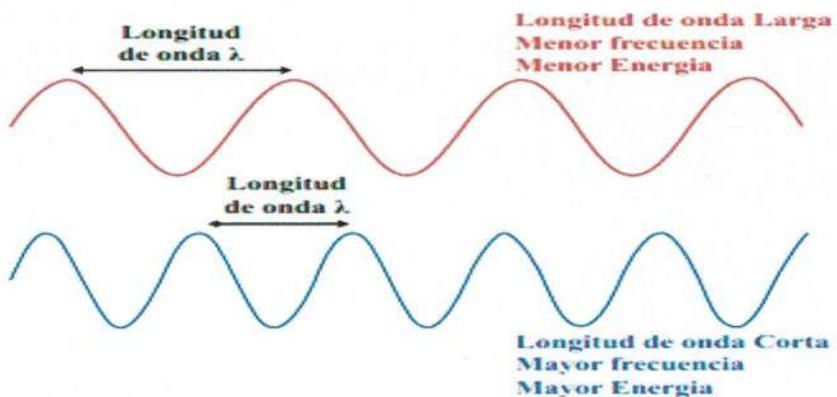
Energía $\propto f$

Velocidad de la onda (v), La magnitud de la velocidad de propagación de la onda

sísmica depende únicamente de las características del medio material en el que se desplaza. en la imagen N°36 se observa el papel que juegan los

elementos de una onda, en el caso de comparar dos ondas con diferentes características. Estas están influidas por características del ámbito geográfico (tipo de suelos, saturación de humedad, densidad de partículas, etc.).

IMAGEN N° 15 Comparación de dos ondas sinusoidales



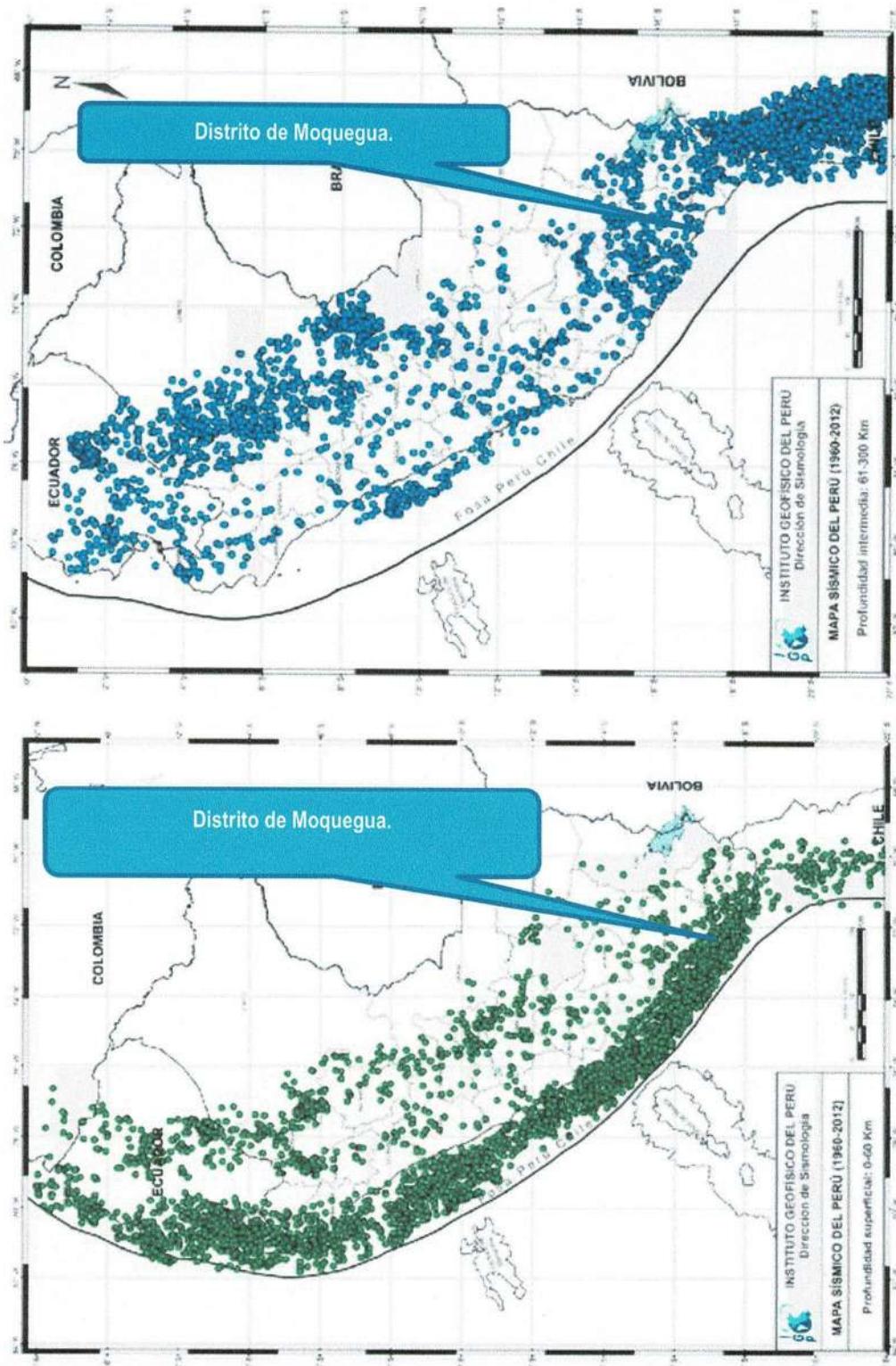
En el siguiente Mapa Sísmico del Perú se muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2023.

La magnitud de los sismos se diferencia por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos, con número inscrito en su interior, indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos (IGP- 2023)



JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

MAPA N° 5 Mapa de sismicidad para el Perú, periodo 1960 al 2012

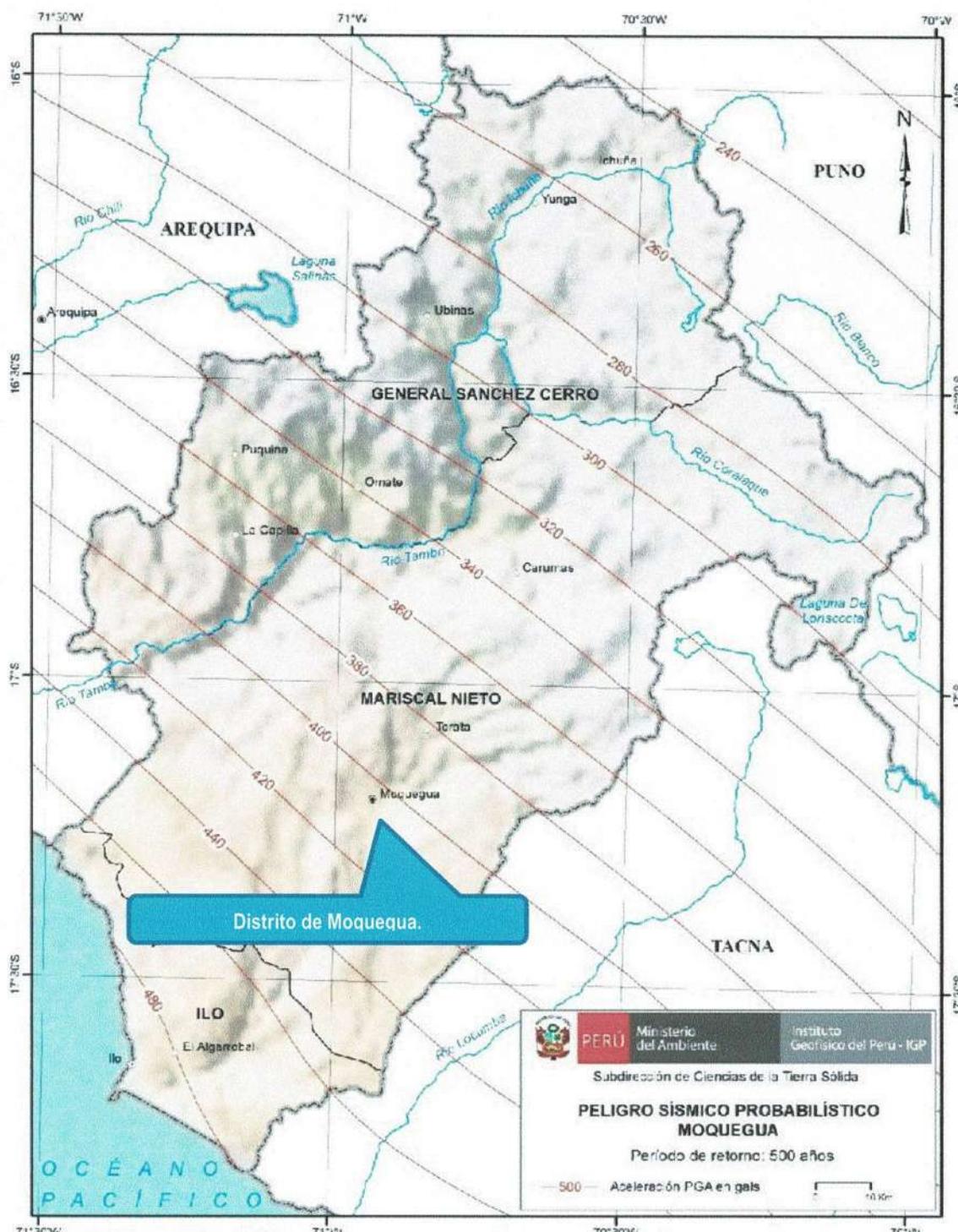


Fuente: RE-EVALUACIÓN DEL PELÍGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO PARA EL PERÚ,

Instituto Geofísico del Perú


JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

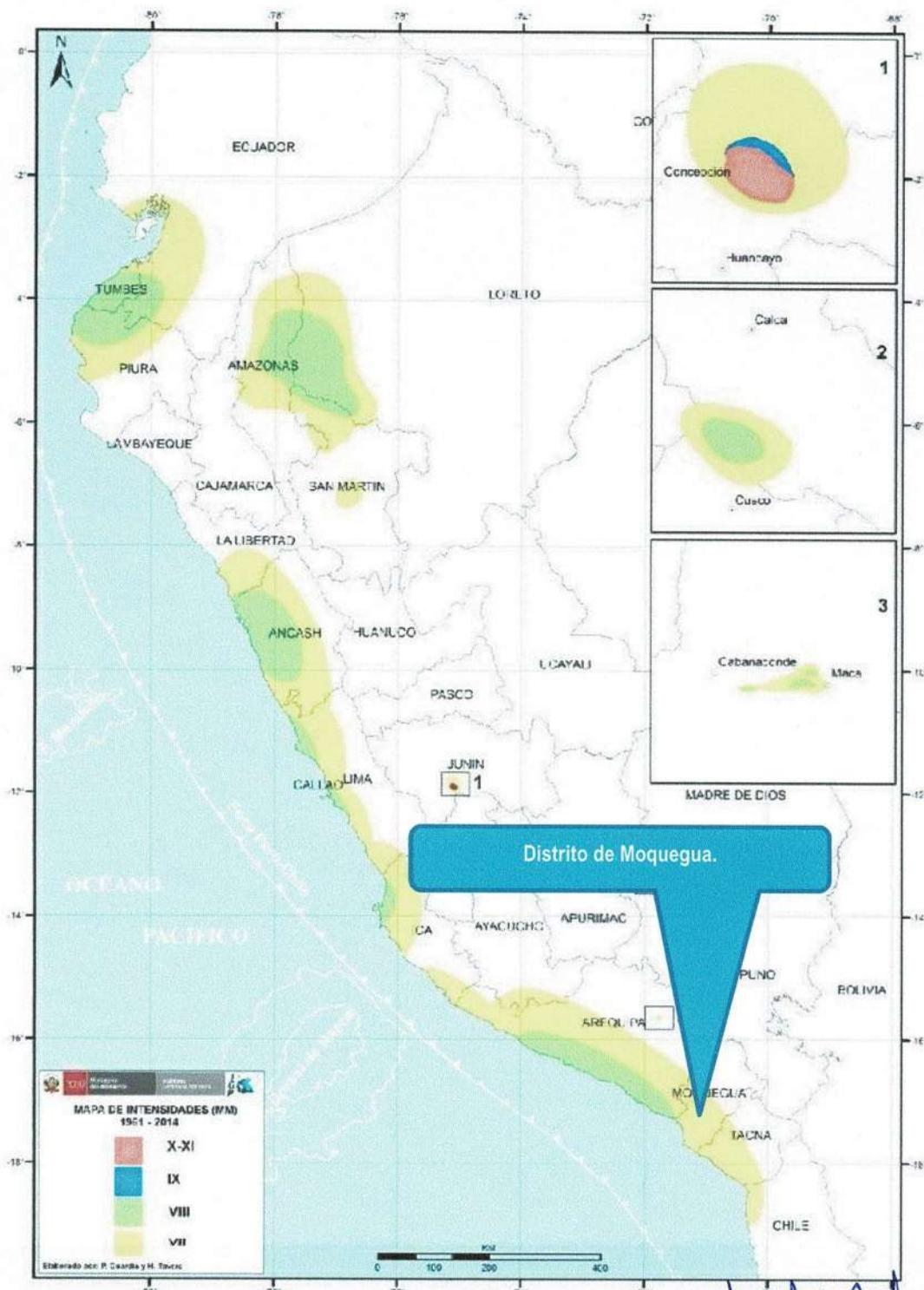
MAPA N° 6 MAPA DE PELIGRO SISMICO DETERMINISTICO DE MOQUEGUA



Fuente: RE-EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO PROBABILÍSTICO PARA EL PERÚ,
Instituto Geofísico del Perú

[Firma]
JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

**MAPA N° 7 Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli
Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014.**



Fuente: Hernando Tavera, IGP 2014

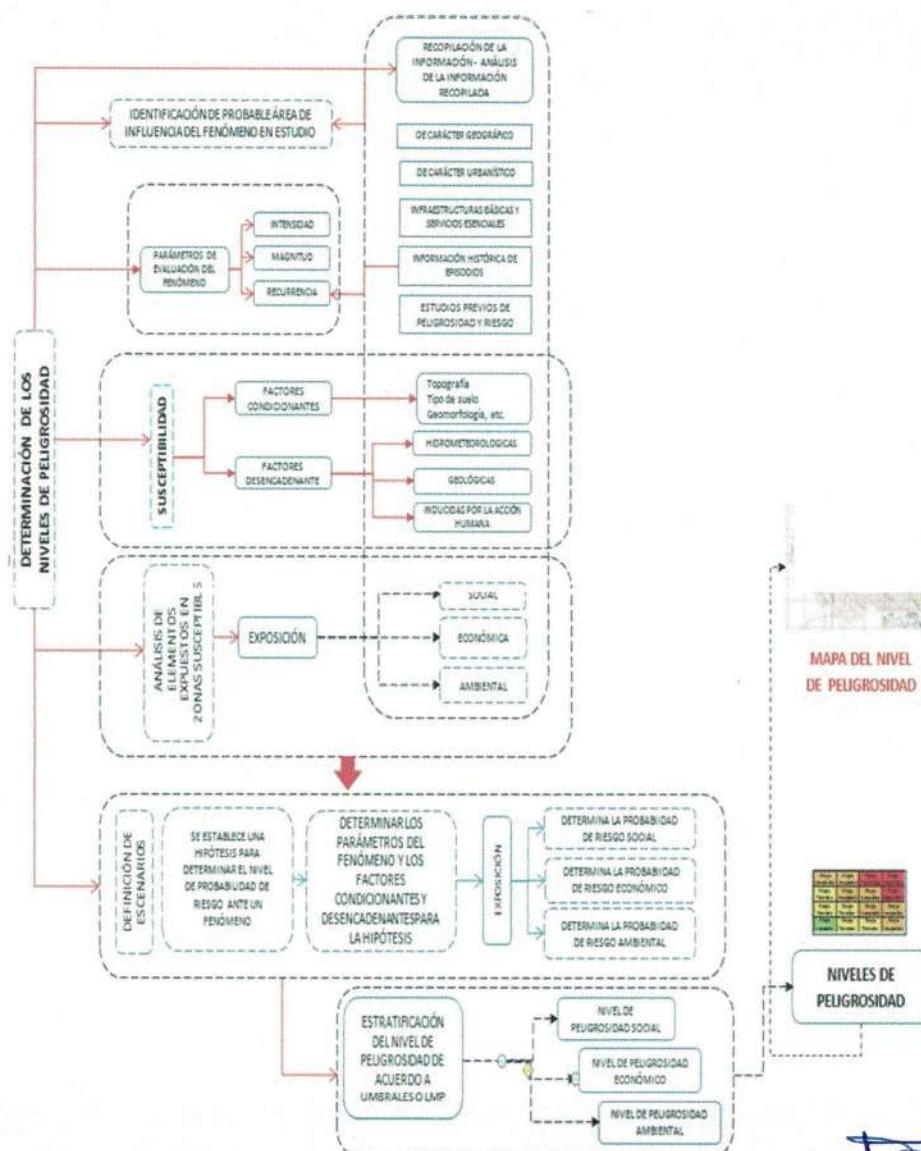
[Handwritten signature]
JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP, 69541

CAPITULO III: DETERMINACION DEL PELIGRO

3.1. METODOLOGIA PARA LA DETERMIANCIÓN DEL PELIGRO.

Para determinar los niveles de peligrosidad, se tuvo en cuenta los alcances establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 2da versión, realizándose los siguientes pasos:

GRAFICO N° 2 Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



Fuente: Guía para la evaluación de riesgos V.2

José Luis Unda Barrales
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

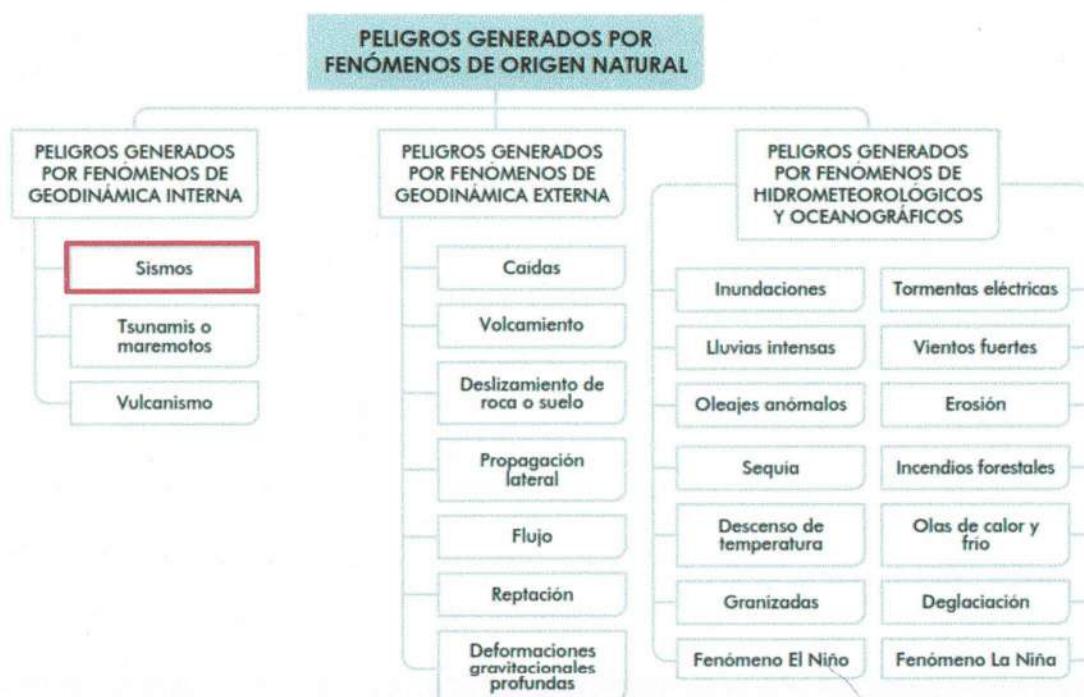
3.2. RECOLA Y ANALISIS DE INFORMACION.

La entidad nos ha proporcionado la información del proyecto IOARR y hemos recopilado información disponible de estudios publicados por entidades responsables (INDECI, IGP, CENEPRED, SENAMHI, INGEMMET, INEI), estudio de peligros, climatología, geología, geomorfología del área de influencia.

Se ha analizado el expediente técnico de la IOARR, y la información de entidades técnicas -científicas y estudios publicados cercanos y del área del estudio.

Para la identificación del peligro, se utilizará el grafico N°3 del manual es riesgos v.2.

GRAFICO N° 3 Clasificación de peligros originados por fenómenos naturales



Fuente: Guia para la evaluacion de riesgos V.2

JOSE LUIS UNDA BARRIONUEVO
EVALUADOR DE RIESGOS 47
ING. CIVIL
CIP. 69541

Para el presente informe, se evaluará el **Peligro de Sismo**.

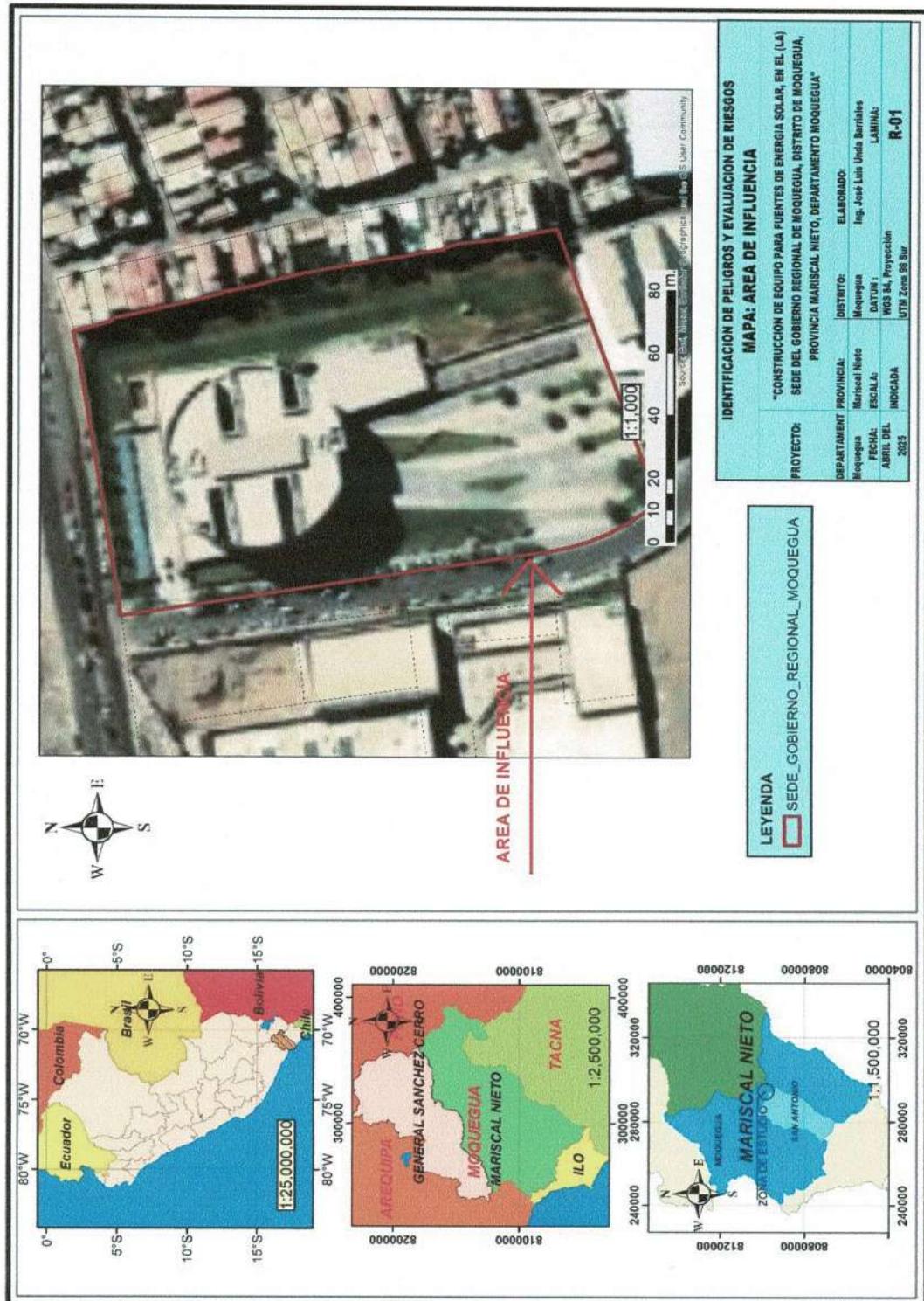
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBABLE ÁREA DE INFLUENCIA

Con el proyecto de inversión pública, tipo IOARR se pretende generar energía renovable, para esto no se modificará arquitectónicamente, ni estructuralmente la infraestructura existente, todas las actividades de la IOARR son en el interior del perímetro de la sede institucional del Gobierno Regional de Moquegua, considerando esta área a intervenir como el área de influencia.



JOSÉ LUIS UNDA BARRALÉS
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

MAPA N° 8 .- Mapa de área de influencia.



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

3.4. CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL PELIGRO

3.4.1. Caracterización del Peligro.

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, de acuerdo al sismo esperado, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia proyectada de los sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú, la sede del Gobierno Regional Moquegua, del distrito de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto y Dpto. de Moquegua se encuentra en la zona sísmica 4, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z=0.45g$.



José Luis Unda Barralés
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

MAPA N° 9 Zonas sísmicas

ZONAS SÍSMICAS



Fuente: NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" del RNE.



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

3.5. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

3.5.1. Análisis estadístico descriptivo

La región de Moquegua ha experimentado una actividad sísmica significativa a lo largo de su historia. Un ejemplo notable es el sismo del 1 de octubre de 2005, con una magnitud de 5.4 ML, cuyo epicentro se ubicó a 8 km al este de Calacoa y a 62 km al noreste de la ciudad de Moquegua. Este evento causó daños considerables en viviendas de adobe en localidades como Calacoa, San Cristóbal y Cuchumbaya. Además, el terremoto del 23 de junio de 2001, de magnitud 8.2 Mw, afectó extensamente la región sur del Perú, incluyendo Moquegua, evidenciando la susceptibilidad de la zona a eventos sísmicos de gran magnitud.

3.5.2. Análisis temporal

El análisis temporal de la sismicidad en Moquegua revela períodos de actividad sísmica intercalados con lapsos de relativa calma. La identificación de "lagunas sísmicas" en la región sugiere zonas donde la acumulación de esfuerzos tectónicos podría derivar en futuros sismos de gran magnitud. Estudios indican una disminución en la actividad sísmica frente a las costas de Moquegua y Tacna, lo que podría implicar una acumulación de esfuerzos en estas áreas.

3.5.3. Probabilidad de recurrencias

La probabilidad de recurrencia de sismos en Moquegua se estima mediante modelos probabilísticos que consideran la historia sísmica y las características tectónicas de la región. Investigaciones han identificado áreas con valores bajos del parámetro "b" ($b < 0.6$), asociados a zonas de alta acumulación de

esfuerzos y, por ende, a una mayor probabilidad de ocurrencia de sismos significativos . Estas áreas, conocidas como "asperezas", se localizan frente a las costas de Arequipa-Moquegua-Tacna, Lima-Áncash y Lambayeque, indicando una mayor probabilidad de eventos sísmicos en dichas zonas.

En resumen, la región de Moquegua presenta una actividad sísmica considerable, con evidencia de eventos pasados de gran magnitud y zonas identificadas con alta probabilidad de recurrencia de sismos. Estos factores deben ser considerados en la planificación y ejecución de obras de infraestructura, especialmente aquellas destinadas a la generación de energía eléctrica mediante paneles solares en edificaciones existentes.

A. Parámetro de evaluación Distancia al Epicentro.

CUADRO N° 2 Matriz de Comparación de pares

Distancia al epicentro	< 65 km (4'- 5')	65 – 130 km (8'- 10')	131- 260 km (11'- 20')	261-400 km (21'- 30')	>400 km (>30')
< 65 km (4'- 5')	1.000	2.000	3.000	6.000	7.000
65 – 130 km (8'- 10')	0.500	1.000	2.000	3.000	6.000
131- 260 km (11'- 20')	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
261-400 km (21'- 30')	0.167	0.333	0.500	1.000	2.000
>400 km (>30')	0.143	0.167	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.143	4.000	6.833	12.500	19.000
1/SUMA	0.467	0.250	0.146	0.080	0.053

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 3 Matriz de normalización

Distancia al epicentro	< 65 km (4'- 5')	65 – 130 km (8'- 10')	131- 260 km (11'- 20')	261-400 km (21'- 30')	>400 km (>30')	Vector Priorizacion
< 65 km (4'- 5')	0.467	0.500	0.439	0.480	0.368	0.451
65 – 130 km (8'- 10')	0.233	0.250	0.293	0.240	0.316	0.266
131- 260 km (11'- 20')	0.156	0.125	0.146	0.160	0.158	0.149
261-400 km (21'- 30')	0.078	0.083	0.073	0.080	0.105	0.084
>400 km (>30')	0.067	0.042	0.049	0.040	0.053	0.050
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

**INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)**

IC	0.009
RC	0.008


JOSE LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

B. Parámetro de evaluación Profundidad Hipocentral.

En el Perú la distribución de los sismos en función a la profundidad de sus focos, ha permitido configurar la geometría del proceso de subducción de la placa oceánica bajo la continental. Una característica importante de esta geometría es que cambia su forma al pasar de una subducción de tipo horizontal (región norte y centro) a una de tipo normal (región sur) a la altura de la latitud 140S. Este cambio en el modo de la subducción es debido a que la placa oceánica soporta una contorsión (Deza, 1972; Grange et al, 1984; Rodríguez y Tavera, 1991; Cahill y Isacks, 1993; Tavera y Buform, 1998).

Los mapas de sismicidad y con la profundidad, se muestran en el mapa n°6, Mapa de sismicidad para el Perú, periodo 1960 al 2012, Profundidad de 0-60 km y de 61 -300 km de profundidad

CUADRO N° 4 Matriz de Comparación de pares

Profundidad Hipocentral	Menor a 33 km	De 33 a 70 km	3 De 70 a 150 km	De 150 a 300 km	Mayor a 300 km
Menor a 33 km	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
De 33 a 70 km	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
De 70 a 150 km	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
De 150 a 300 km	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Mayor a 300 km	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/SUMA	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 5 Matriz de normalización

Profundidad Hipocentral	Menor a 33 km	De 33 a 70 km	3 De 70 a 150 km	De 150 a 300 km	Mayor a 300 km	Vector Priorizacion
Menor a 33 km	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
De 33 a 70 km	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
3 De 70 a 150 km	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
De 150 a 300 km	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Mayor a 300 km	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

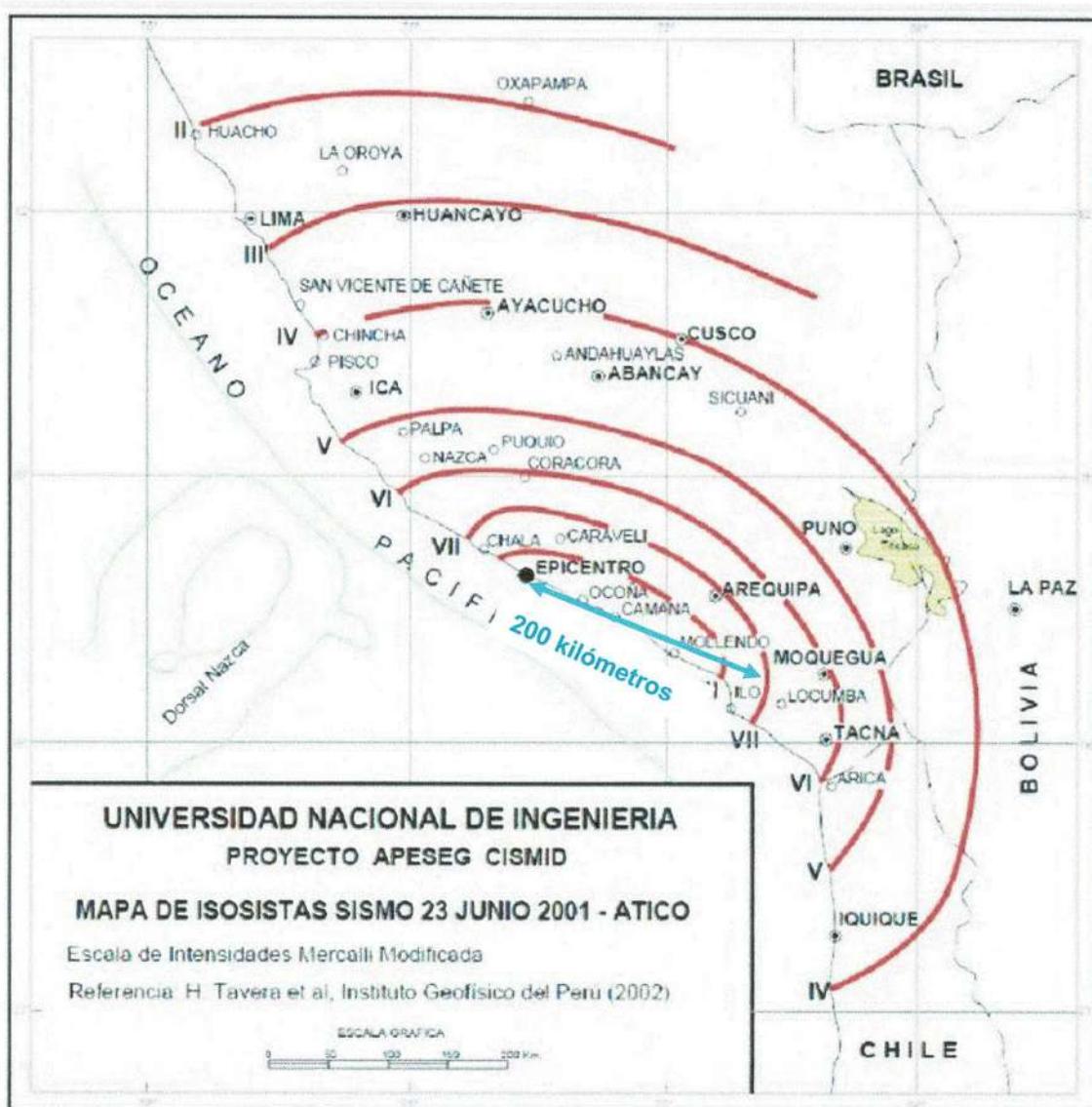
INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.061
RC	0.054

C. Parámetro de evaluación intensidad de sismo.

Se ha tomado la intensidad con la que llega a Moquegua el del sismo del 23 de junio del 2001 en Camaná, Arequipa, producido a una distancia de 200 kilómetros de la sede institucional del Gobierno Regional de Moquegua

MAPA N° 10.- Intensidad de sismo y sus isosistas.



CUADRO N° 6 Descriptores del Parámetro de Evaluación del Peligro

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli
	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli
	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli
	Entre III - IV en Esc. Mercalli
	Entre I - II en Esc. Mercalli

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 7 Matriz de comparación de pares

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	Entre III - IV en Esc. Mercalli	Entre I - II en Esc. Mercalli
Entre XI - XII en Esc. Mercalli	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Entre III - IV en Esc. Mercalli	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
Entre I - II en Esc. Mercalli	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
SUMA	2.176	4.033	6.833	11.500	18.000
1/SUMA	0.460	0.248	0.146	0.087	0.056

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 8 Matriz de normalización para el parámetro intensidad del sismo

Intensidad de sismo	Entre XI - XII en Esc. Mercalli	Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	Entre III - IV en Esc. Mercalli	Entre I - II en Esc. Mercalli	Vector Priorización
Entre XI - XII en Esc. Mercalli	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Entre VIII-IX-X en Esc. Mercalli	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Entre V-VI -VII en Esc. Mercalli	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Entre III - IV en Esc. Mercalli	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Entre I - II en Esc. Mercalli	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia

**INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)**

Fuente: Elaboración propia

IC	0.007
RC	0.006


 JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

3.6. SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO ANTE EL PELIGRO DE ORIGEN NATURAL

3.6.1. Análisis de Factores Desencadenantes

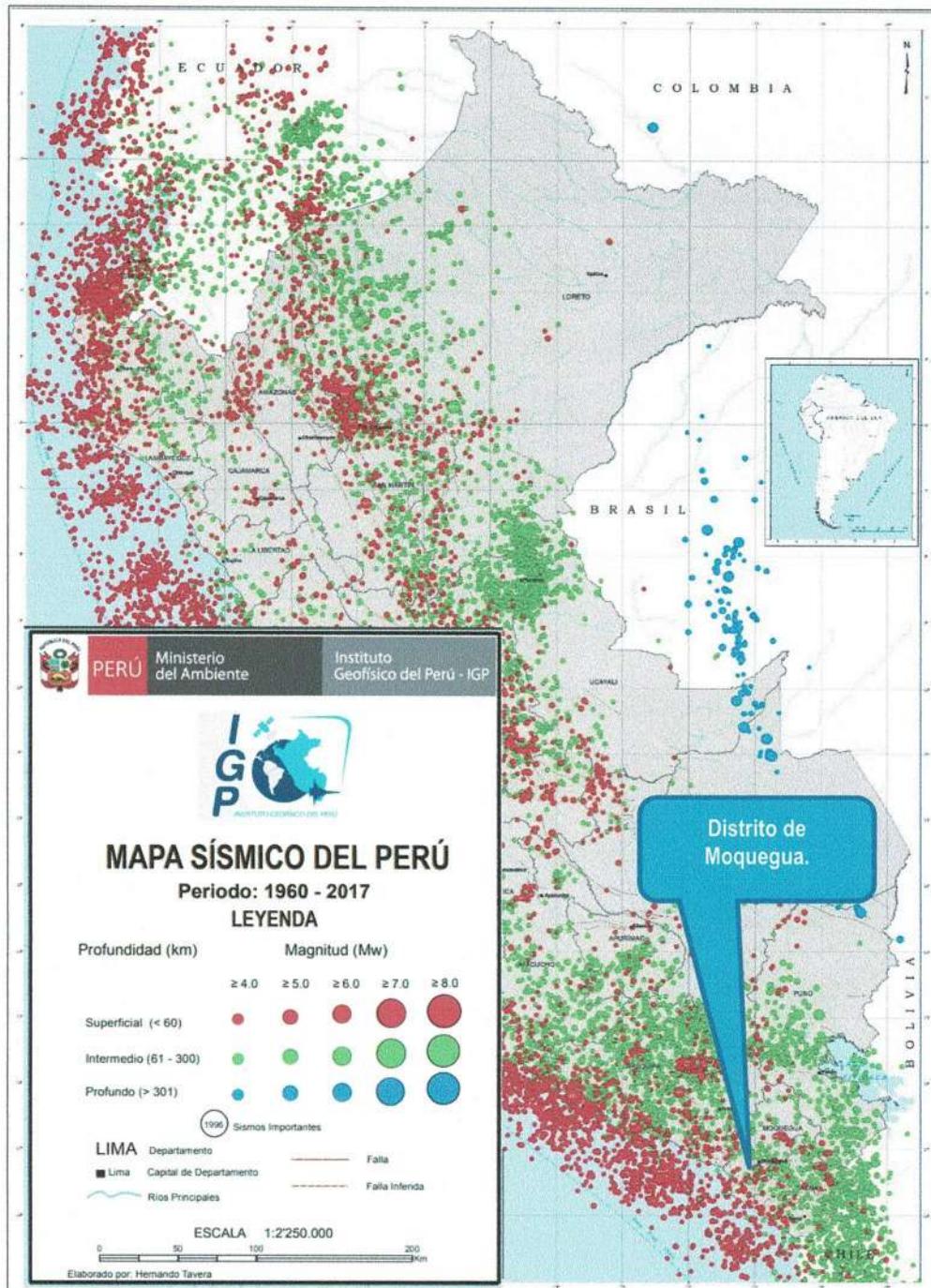
En el estudio el desencadenante para el peligro de sismo, es la liberación de energía acumulada, por el proceso de subducción entre la placa de nazca y la placa Sudamérica, utilizando como unidad de medida de esta energía liberada la magnitud de momento (Mw).



.....
JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

MAPA N° 11.- Mapa Sísmico del Perú se muestra los sismos ocurridos para el periodo 1960 y 2023.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, IGP 2023



Fuente: IGP.

Para la obtención de los pesos ponderados de los descriptores del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los

resultados obtenidos son los siguientes:

CUADRO N° 9 Matriz de comparación de pares

MAGNITUD DE MOMENTO	8. 1 - 9	7. 1 - 8	6. 1 - 7	5. 1 - 6	4. 1 - 5
8. 1 - 9	1.00	3.00	4.00	6.00	8.00
7. 1 - 8	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
6. 1 - 7	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
5. 1 - 6	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
4. 1 - 5	0.13	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.88	4.75	8.58	14.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.07	0.05

CUADRO N° 10 Matriz de Normalización

MAGNITUD DE MOMENTO	MATRIZ DE NORMALIZACION				
8. 1 - 9	0.533	0.632	0.466	0.419	0.364
7. 1 - 8	0.178	0.211	0.350	0.279	0.273
6. 1 - 7	0.133	0.070	0.117	0.209	0.182
5. 1 - 6	0.089	0.053	0.039	0.070	0.136
4. 1 - 5	0.067	0.035	0.029	0.023	0.045
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

VECTOR DE PRIORIZACIÓN
0.483
0.258
0.142
0.077
0.040
1.000

IC	0.059
RC	0.053

Nota: para matrices de cuatro parámetros la RC debe ser menor a **0.10**

3.6.2. Análisis de factores condicionantes

Como Factor condicionante, se está teniendo en cuenta con mayor predominancia la pendiente.

CUADRO N° 11 Matriz de Comparación De Pares

Factor condicionante	Geología	Geomorfología	Pendiente	Factor condicionante
Geología	1.00	2.00	3.00	Geología
Geomorfología	0.500	1.00	2.00	Geomorfología
Pendiente	0.333	0.500	1.00	Pendiente

SUMA	1.833	3.500	6.000	SUMA
1/SUMA	0.545	0.286	0.167	1/SUMA

CUADRO N° 12 Matriz de Normalización

Factor condicionante	Geología	Geomorfología	Pendiente	Vector Priorización
Geología	0.545	0.571	0.500	0.539
Geomorfología	0.273	0.286	0.333	0.297
Pendiente	0.182	0.143	0.167	0.164

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	IC	0.005
RELACIÓN DE CONSISTENCIA < 0.08 (*)	RC	0.009

a) UNIDADES GEOLOGICAS

Todas Las unidades se encuentran descritas en el ítem GEOLOGIA.

CUADRO N° 13 Matriz De Comparación De Pares

Geología	Dep. aluviales clasto-soportado	Depositos aluviales	Ciudad	Fm. Moquegua,miembro superior	Fm. Sotillo
Dep. aluviales clasto-soportado	1.00	3.00	4.00	5.00	9.00
Depósitos aluviales	0.33	1.00	3.00	4.00	5.00
Ciudad	0.25	0.33	1.00	3.00	4.00
Fm. Moquegua, miembro superior	0.20	0.25	0.33	1.00	3.00
Fm. Sotillo	0.11	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.89	4.78	8.58	13.33	22.00
1/SUMA	0.53	0.21	0.12	0.08	0.05

CUADRO N° 14 Matriz De Normalización

Geología	Dep. aluviales clasto- soportado	Deposit os aluviales	Ciudad	Fm. Moquegua,miem bro superior	Fm. Sotillo	Vector Priorizaci on
----------	---	----------------------------	--------	--------------------------------------	----------------	----------------------------

JOSE LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS 60
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

Dep. aluviales clasto-soportado	0.528	0.627	0.466	0.375	0.409	0.481
Depositos aluviales	0.176	0.209	0.350	0.300	0.227	0.252
Ciudad	0.132	0.070	0.117	0.225	0.182	0.145
Fm. Moquegua,miem bro superior	0.106	0.052	0.039	0.075	0.136	0.082
Fm. Sotillo	0.059	0.042	0.029	0.025	0.045	0.040
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

IC	0.061
RC	0.05

b) UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se ha tomado la información de las unidades geomorfológicas del IGN.

CUADRO N° 15 Matriz de comparación de pares

Geomorfología	Planicie aluvial	Fondos de valle aluvial	Ladera de colina	Colina en roca sedimentaria
Planicie aluvial	1.00	3.00	4.00	5.00
Fondos de valle aluvial	0.33	1.00	3.00	4.00
Ladera de colina	0.25	0.33	1.00	3.00
Colina en roca sedimentaria	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	1.78	4.58	8.33	13.00
1/SUMA	0.56	0.22	0.12	0.08

CUADRO N° 16 Matriz de normalización

Geomorfología	Planicie aluvial	Fondos de valle aluvial	Ladera de colina	Colina en roca sedimentaria	Vector Priorización
Planicie aluvial	0.561	0.655	0.480	0.385	0.520
Fondos de valle aluvial	0.187	0.218	0.360	0.308	0.268

Ladera de colina	0.140	0.073	0.120	0.231	0.141
Colina en roca sedimentaria	0.112	0.055	0.040	0.077	0.071
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración Propia

**INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)**

IC	0.072
RC	0.06

c) PENDIENTE

CUADRO N° 17 Matriz De Comparación De Pares

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	0° - 5°
> 45°	1.00	2.00	3.00	6.00	7.00
25°-45°	0.50	1.00	2.00	3.00	6.00
15°-25°	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
5°-15°	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
0° - 5°	0.14	0.17	0.33	0.50	1.00
SUMA	2.14	4.00	6.83	12.50	19.00
1/SUMA	0.47	0.25	0.15	0.08	0.05

CUADRO N° 18 Matriz De Normalización

Pendiente	> 45°	25°-45°	15°-25°	5°-15°	0° - 5°	Vector Priorizacion
> 45°	0.467	0.500	0.439	0.480	0.368	0.451
25°-45°	0.233	0.250	0.293	0.240	0.316	0.266
15°-25°	0.156	0.125	0.146	0.160	0.158	0.149
5°-15°	0.078	0.083	0.073	0.080	0.105	0.084
0° - 5°	0.067	0.042	0.049	0.040	0.053	0.050
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INDICE DE CONSISTENCIA

RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.009
RC	0.008



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Cuadro Resumen de Peligro.

CUADRO N° 19 Cuadro resumen de Peligro

$$VPE = 0.5 \times P_{EV} + 0.5 \times (Peso \times Fact_{cond} + Peso \times Fact_{desenc})$$

Fuente: Elaboración Propia

~~JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541~~

3.7. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS EN ZONAS SUSCEPTIBLES

3.7.1. Dimensión Social, Cultural y Arqueológico

El estudio es para una IOARR en la sede del gobierno regional Moquegua, es una edificación existente y urbana, como se trata de colocar paneles y sus sistemas sobre infraestructuras existentes, no se trata el tema arqueológico, se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis social ante el peligro de sismo:

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	1
	Gobierno Regional (20907.02 m ²)	1
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	Tramos afectados
	Veredas (2000 m ²)	-
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	Tramos afectados
	Redes y conexiones domiciliarias de agua potable (50.00 m)	-
	Redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado (50.00 m)	-
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	Tramos afectados
	Redes eléctricas	-

Elementos desestimados

Se ha identificado cerca al área de estudio de riesgos que hay terrenos agrícolas y zona urbana, estas se desestiman debido a que no generarían perdidas al Sede del gobierno regional.

3.7.2. Dimensión Económica

Se presentan los elementos expuestos susceptibles en el análisis económico ante el peligro de sismo.

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		PERDIDA EN S/.
ITEM	DESCRIPCION	
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS	
	Gobierno Regional (20907.02 m ² -)	350000.00

2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox)	
	Veredas (2000m2)	23,002.51
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE	
	Redes y conexiones domiciliarias de agua potable (1000.00 m)	10483.83
	Redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado (900.00 m)	5717.93
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA	
	Redes eléctricas	15956.50
	TOTAL POSIBLES PERDIDAS	405,160.77

Elementos desestimados

Se ha identificado cerca al área de estudio de riesgos que hay terrenos agrícolas y zona urbana, estas se desestiman debido a que no generaría perdidas al Sede del gobierno regional.

3.7.3. Dimensión Ambiental

A) ELEMENTOS EXPUESTOS SUSCEPTIBLES

- En la visita de campo de la sede del gobierno regional de Moquegua no se han encontrado elementos expuesto como agua, suelo o aire.
- En cuanto a las infraestructuras urbanas y agrícolas más cercanas a la sede del gobierno regional Moquegua, no se han encontrado elementos expuestos ambientales que puedan generar amenaza a las instalaciones del gobierno regional.

B) ELEMENTOS DESESTIMADOS

No existen elementos expuestos ambientales desestimados.

JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

3.8. DEFINICIÓN DE ESCENARIO DE RIESGO

En la zona de estudio se presentan los peligros de inundaciones y de sismos, en la sede del Gobierno Regional Moquegua, se tiene antecedentes de inundación en el año 2019, posteriormente a este evento se ejecutó el proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE PROTECCION RIBEREÑA DE LOS RIOS TUMILACA Y MOQUEGUA – TRAMO II (PUENTE TUCUMAN AL PUENTE MONTALVO), EN LOS DISTRITOS DE MOQUEGUA Y SAMEGUA DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO – DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, al ejecutarse este proyecto la infraestructura de la Sede del Gobierno Regional Moquegua, quedo libre de inundación por desborde de rio, y en cuanto a las aguas pluviales que discurren por la calles, la Municipalidad Provincial de Mariscal Nieto ejecutó el proyecto de drenaje pluvial en la ciudad de Moquegua, quedando el entorno de la Sede del Gobierno Regional Moquegua libre de inundación generada por acumulación de agua en las vías aledañas a la Sede del Gobierno Regional de Moquegua, con estos dos proyectos la sede del Gobierno Regional queda libre de inundaciones que la puedan afectar, por consiguiente nos queda analizar el peligro de Sismo que es motivo de evaluación en el presente estudio.

Por consiguiente, consideramos el escenario de riesgo en una situación similar al sismo del 23 de junio de 2001 en el sur del Perú, que tuvo una magnitud de 8.4 en la escala de magnitud de momento (Mw) y un epicentro localizado a 82 km al noroeste de Ocoña, Arequipa, a una profundidad de 33 km. El evento causó daños significativos en las ciudades costeras de Arequipa, Moquegua, y Tacna, así como en zonas aledañas de Chile y Bolivia.

Características Técnicas:

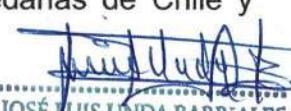
Magnitud: 8.4 Mw (Magnitud de Momento)

Epicentro: 82 km al noroeste de Ocoña, departamento de Arequipa

Profundidad del Hipocentro: 33 km

Fecha y hora: 23 de junio de 2001, 15:33 hora local (20:33 UTC)

Intensidad: Máxima de VII en la escala de Mercalli Modificada


José Luis Unda Barrales
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Área de afectación: Arequipa, Moquegua, Tacna, y zonas de Chile y Bolivia

3.9. NIVELES DE PELIGRO

Los niveles de peligro serán calculados durante el desarrollo del cálculo del peligro.

CUADRO N° 20 Niveles de peligro

NIVEL	DESCRIPCIÓN
PELIGRO MUY ALTO	$0.261 \leq P < 0.475$
PELIGRO ALTO	$0.144 \leq P < 0.261$
PELIGRO MEDIO	$0.079 \leq P < 0.144$
PELIGRO BAJO	$0.041 \leq P < 0.079$

Fuente: Elaboración Propia

3.10. ESTRATIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD

CUADRO N° 21 Estratificación del peligro

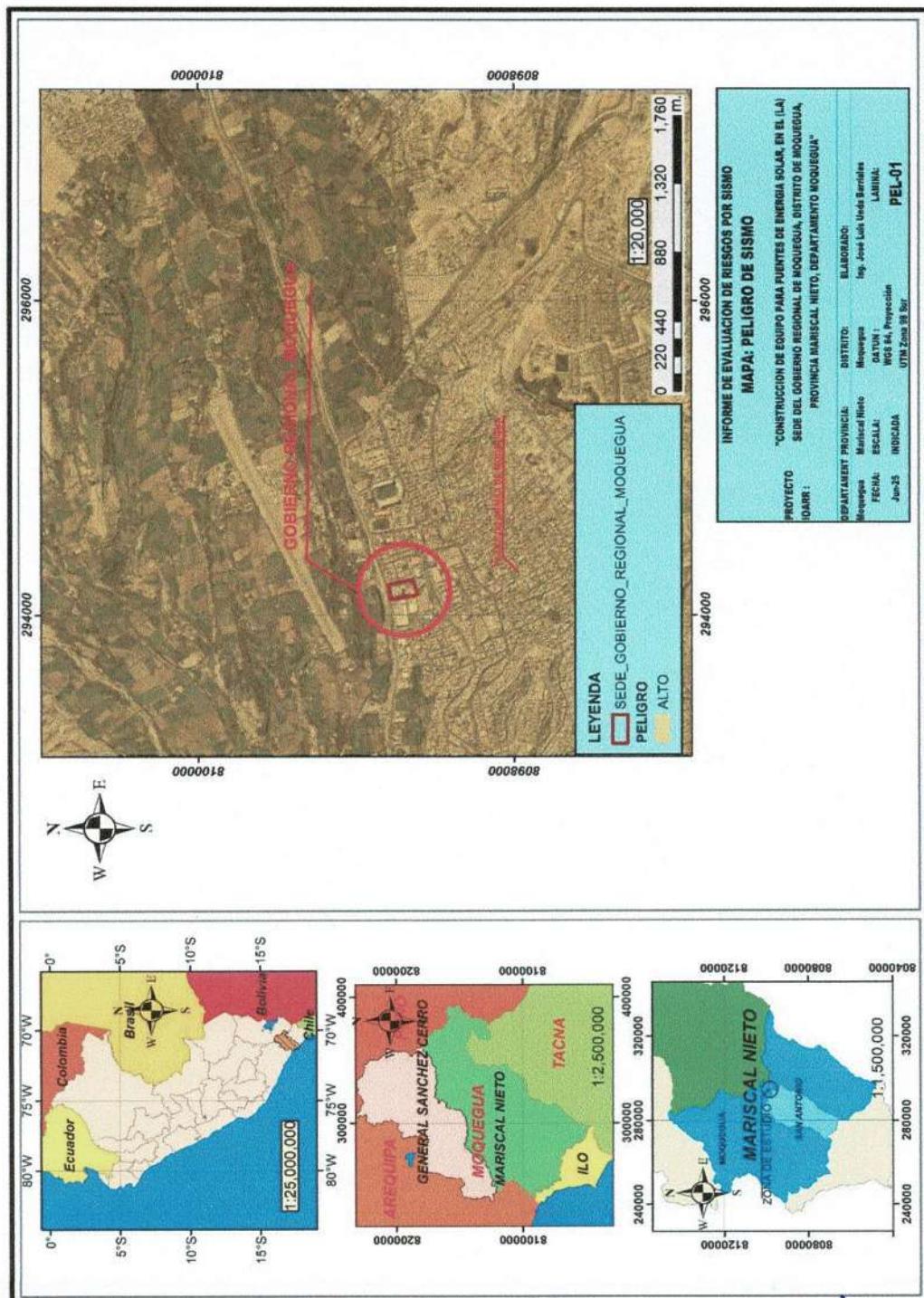
NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	El área en estudio se encuentra sobre Dep. aluviales clasto-soportado dentro de la subunidad geomorfológica de Planicie aluvial, con una pendiente mayor a 45 grados, y una magnitud de momento esperada entre 8.1 a 9, con una distancia al epicentro menor a 65 km., y con una profundidad hipocentral menor 33 km, con una intensidad de sismo entre XI y XII en la escala de Mercalli.	$0.261 \leq P \leq 0.475$
PELIGRO ALTO	El área en estudio se encuentra sobre Depósitos aluviales, y la subunidad geomorfológica de Fondos de valle aluvial, con una pendiente entre 25 a 45 grados, y una magnitud de momento esperada entre 7.1 a 8, con una distancia al epicentro entre 65 y 130 km, con una profundidad hipocentral de entre 33 a 70 km., con una intensidad de sismo entre VIII, IX y X en la escala de Mercalli.	$0.144 \leq P \leq 0.261$
PELIGRO MEDIO	El área en estudio se encuentra sobre Ciudad, y Subunidad geomorfológica Ladera de colina, con un pendiente entre 15 y 25 grados, y una magnitud de momento esperada entre 6.1 a 7., con una distancia al epicentro entre 131 a 260 km., con una profundidad hipocentral entre 70 a 150 km., con una intensidad de sismo entre V, VI y VII en la escala de Mercalli.	$0.079 \leq P \leq 0.144$
PELIGRO BAJO	El área en estudio se encuentra sobre Fm. Moquegua, miembro superior, Subunidad geomorfológica de Colina en roca sedimentaria, con una pendiente entre 5 y 15 grados o menores pendientes, y una magnitud de momento esperada entre 5.1 a 6 y menores., con una distancia al epicentro entre 261 a 400 km., con una profundidad hipocentral entre 150 y 300 km., con una intensidad de sismo entre III a IV en la escala de Mercalli.	$0.041 \leq P \leq 0.079$

Para le presente estudio, se logró identificar el peligro de Sismo predominantemente **Alto**.

JOSE LUIS UNDA BARRALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

3.11. MAPA DE PELIGRO

MAPA N° 12 Mapa de zonificación de peligro de sismo



Fuente: Elaboración propia

Nota: Ver Tamaño original en Anexos – Planos.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP: 60541

CAPITULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

4.1. METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Entre los antecedentes pertinentes para esta fase se consideró la información del INEI, del IGP y la inspección ocular realizada, así como, imágenes satelitales, a partir de estos elementos se analiza las componentes **Exposición, Fragilidad y Resiliencia**.

4.1.1. Exposición

La Exposición se centró en lo que se encuentra dentro del área de la sede del gobierno regional Moquegua, considerando su antigüedad para que no se repita la pasamos a la dimensión económica donde se desarrolla, aquí se considera la antigüedad de la edificación.

4.1.2. Fragilidad

En la componente **Fragilidad** fueron ponderados los descriptores; “material de las construcciones”, considerando el material con que está hecho los muros, así mismo, se desarrolló la “antigüedad de las construcciones”, siendo todo lo que corresponden a la dimensión económica.

4.1.3. Resiliencia

En la componente **Resiliencia** estando frente a un proyecto de inversión pública se considera innecesario ahondar en la resiliencia dado que los proyectos de inversión públicas se sustentan su resiliencia por inversiones del estado que recuperan los servicios o se crean nuevos servicios como el caso donde el desborde del río Moquegua causó cuantiosos daños y pérdidas económicas en el año 2019, después se ejecutado la obra protección contra inundaciones mediante defensas riverenñas siendo el estado quien asumió la reconstrucción, la población no invirtió como ente resiliente.



JOSÉ LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

4.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL.

4.2.1. Exposición social

Para el factor Exposición Social se ha visto por conveniente incorporar el parámetro “SERVICIOS EXPUESTOS” asignándole como peso 1, en correspondencia con el fenómeno natural evaluado.

“Exposición social”; en esta componente es materia de análisis los descriptores del parámetro **“SERVICIOS EXPUESTOS”**, integrado por el porcentaje de los servicios que están expuestos al peligro; que en los cuadros 22 al 25 puede apreciarse los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia acorde con el peligro de sismo. Del resultado obtenido destaca con mayor peso el descriptor “> 75%” con 0.503, cuantificando así la condición más crítica ante la activación del peligro por sismo. Ver cuadro N° 24.

Los cuadros de Saaty son de elaboración propia para el estudio.

CUADRO N° 22

MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO
SERVICIOS EXPUESTOS

SERVICIOS EXPUESTOS	> 75%	≤ 75% y > 50% d	8 ≤ 50% y > 25%	≤ 25% y > 10%	0 ≤ y > 10%
> 75%	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
≤ 75% y > 50% d	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
8 ≤ 50% y > 25%	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
≤ 25% y > 10%	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
0 ≤ y > 10%	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.64	10.50	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 23

MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL
PARAMETRO
SERVICIOS EXPUESTOS

SERVICIOS EXPUESTOS	> 75%	≤ 75% y > 50% d	8 ≤ 50% y > 25%	≤ 25% y > 10%	0 ≤ y > 10%	Vector Priorizacion

> 75%	0.570	0.646	0.571	0.404	0.346	0.508
≤ 75% y > 50% d	0.190	0.215	0.286	0.346	0.269	0.261
8 ≤ 50% y > 25%	0.095	0.072	0.095	0.173	0.231	0.133
≤ 25% y > 10%	0.081	0.036	0.032	0.058	0.115	0.064
0 ≤ y > 10%	0.063	0.031	0.016	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 24

DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL SERVICIOS EXPUESTOS

descriptores de exposición social	peso ponderado
> 75%	0.508
≤ 75% y > 50% d	0.261
8 ≤ 50% y > 25%	0.133
≤ 25% y > 10%	0.064
0 ≤ y > 10%	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son adecuados. Ver cuadro N° 25

CUADRO N° 25

INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA SERVICIOS EXPUESTOS

Índice de consistencia	IC	0.078
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.070

4.2.2. Fragilidad social

De acuerdo con el Manual para la Evaluación del Riesgo V2.0 del CENEPRED, la fragilidad social no se configura como variable obligatoria en la evaluación del riesgo de una infraestructura pública, ya que el enfoque está centrado en los componentes físicos de vulnerabilidad estructural, funcional y de valor de exposición de la edificación. Entonces de acuerdo al Manual, en el ítem 3.3.1.1 Análisis

de la dimensión social, se incide en la vulnerabilidad estructural considerando: ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION.

"ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION", integrado por la condición de la estructura expuesta al peligro, en los cuadros 26 al 29 puede apreciarse los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia acorde con el peligro de sismo. Del resultado obtenido destaca con mayor peso el descriptor "Muy mal estado" con 0.503, cuantificando así la condición más crítica ante la activación del peligro por Sismo. Ver cuadro N° 28.

Los cuadros de Saaty son de elaboración propia para el estudio.

CUADRO N° 26

MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICION SOCIAL, PARAMETRO
ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	Muy mal estado	Mal estado	Regular	Buen estado	Muy buen estado
Muy mal estado	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Mal estado	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Regular	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Buen estado	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy buen estado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 27

MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION SOCIAL
PARAMETRO
ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION	Muy mal estado	Mal estado	Regular	Buen estado	Muy buen estado	Vector Priorización
Muy mal estado	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Mal estado	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Regular	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Buen estado	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Muy buen estado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CUADRO N° 28

DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICION SOCIAL ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION

descriptores de exposición social	Peso ponderado
Muy mal estado	0.503
Mal estado	0.260
Regular	0.134
Buen estado	0.068
Muy buen estado	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son adecuados. Ver el siguiente cuadro:

CUADRO N° 29

INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION

Índice de consistencia	IC	0.038
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.034

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

4.2.3. Resiliencia social

En el marco del presente estudio de evaluación del riesgo por peligros naturales, elaborado conforme a los lineamientos del Manual para la Evaluación del Riesgo por Peligros Naturales — Versión 2.0 del CENEPRED, se ha considerado el análisis de los componentes de peligro, vulnerabilidad y exposición. En este contexto, si bien el citado manual establece que la resiliencia social constituye una dimensión transversal del componente de vulnerabilidad, se determina que no corresponde su aplicación en el presente caso, por las razones que se exponen a continuación:

- Titularidad estatal de la infraestructura

El objeto del presente IOARR es la "Construcción de equipo para fuentes de energía solar, en la sede del Gobierno Regional de Moquegua", ubicado en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento Moquegua. Dicha infraestructura es de propiedad del Estado peruano, y se encuentra destinada al uso administrativo y operativo del Gobierno Regional, no teniendo carácter residencial ni comunitario. La responsabilidad sobre su sostenibilidad, mantenimiento y recuperación ante desastres recae en las entidades del Estado, no en los usuarios o trabajadores que la ocupan temporalmente.

- Ocupación funcional, no comunitaria

Los ocupantes de la infraestructura son trabajadores del Gobierno Regional que desempeñan funciones administrativas durante el horario laboral. No existe una comunidad organizada o permanente vinculada al inmueble, ni un arraigo territorial que justifique la evaluación de capacidades colectivas de recuperación o participación comunitaria frente a desastres. Por tanto, no existe una resiliencia social en el sentido operativo ni conceptual que aplica a poblaciones expuestas de carácter residencial o comunitario.

- Recuperación financiada y gestionada por el Estado

En caso de afectación por peligro natural (como un sismo), los mecanismos de recuperación, rehabilitación o reposición de la infraestructura serán asumidos por el propio Estado, mediante las rutas establecidas por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD, incluyendo intervenciones con recursos públicos, seguros patrimoniales, proyectos de inversión (PIP o IOARR), entre otros. En consecuencia, los ocupantes no asumen ni técnica ni financieramente la recuperación del activo físico, por lo que su capacidad individual o colectiva no es un factor determinante del riesgo.

- Pertinencia del enfoque de resiliencia institucional

Dado el carácter de infraestructura pública estratégica, corresponde aplicar un enfoque de resiliencia institucional, que permita evaluar la capacidad del Estado para mantener la continuidad del servicio público y reponer el equipamiento afectado ante un evento destructivo. Este enfoque es más coherente con los objetivos del presente IOARR, orientado a asegurar la operatividad energética mediante fuentes renovables en una sede institucional.

- Conclusión:

Por las razones expuestas, se concluye que la dimensión de resiliencia social no resulta aplicable en la presente evaluación del riesgo por peligros naturales, en el marco del IOARR: “Construcción de equipo para fuentes de energía solar, en la sede del Gobierno Regional de Moquegua”. En su lugar, el análisis se ha centrado en los componentes estructurales, funcionales y de entorno físico, así como en las capacidades institucionales de respuesta y recuperación, de conformidad con el enfoque técnico del CENEPRED y el marco del SINAGERD.



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

4.2.4. Dimensión social

Para analizar la dimensión social se ha tenido en cuenta el hecho que estamos frente a un proyecto de inversión pública, por lo que se ha analizado que tan vulnerable son los servicios que presta la institución y que tan vulnerable puede ser el terreno, no tomándose en cuenta la resiliencia debido a que, si bien hay población trabajadora, no es resiliente ante los daños que pudiera sufrir la infraestructura existente ante un peligro.

4.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA.

4.3.1. Exposición Económica

De modo similar al anterior se incorpora un parámetro denominado “ÁREA OCUPADA” y se le asigna un peso de 1.

Componente de la dimensión económica para el cual se ha identificado el parámetro “área ocupada”, este parámetro refiere el área medida en metros cuadrados, Los rangos establecidos para estos descriptores oscilan entre “ $60000 < AO < 80000 \text{ m}^2$ ”, “ $40000 < AO < 60000 \text{ m}^2$ ”, “ $20000 < AO < 40000 \text{ m}^2$ ”, “ $10000 < AO < 20000 \text{ m}^2$ ” y “ $0 < AO < 10000 \text{ m}^2$ ” cuyo proceso de análisis multicriterio ponderado se aprecia en los cuadros 30, 31, 32, 33, en ellos puede apreciarse y destaca con mayor peso el área ocupada entre “ $60000 < AO < 80000 \text{ m}^2$ ”. Ver cuadro 32



JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CUADRO N° 30

MATRIZ DE COMPARACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA PARAMETRO, AREA OCUPADA

AREA OCUPADA	60000 < AO< 80000 m2	40000 <AO< 60000 m2	20000 <AO <40000 m2	10000 <AO 20000 m2	0 <AO < 10000 m2
60000 < AO< 80000 m2	1.00	3.00	6.00	7.00	9.00
40000 <AO< 60000 m2	0.33	1.00	3.00	6.00	7.00
20000 <AO <40000 m2	0.17	0.33	1.00	3.00	6.00
10000 <AO 20000 m2	0.14	0.17	0.33	1.00	3.00
0 <AO < 10000 m2	0.11	0.14	0.17	0.33	1.00
SUMA	1.75	4.64	10.50	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.22	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 31

MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICIÓN ECONOMICA PARAMETRO, AREA OCUPADA

AREA OCUPADA	60000 < AO< 80000 m2	40000 <AO< 60000 m2	20000 <AO <40000 m2	10000 <AO 20000 m2	0 <AO < 10000 m2	Vector Priorizacion
60000 < AO< 80000 m2	0.570	0.646	0.571	0.404	0.346	0.508
40000 <AO< 60000 m2	0.190	0.215	0.286	0.346	0.269	0.261
20000 <AO <40000 m2	0.095	0.072	0.095	0.173	0.231	0.133
10000 <AO 20000 m2	0.081	0.036	0.032	0.058	0.115	0.064
0 <AO < 10000 m2	0.063	0.031	0.016	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 32

DESCRIPTORES PONDERADOS DE EXPOSICIÓN ECONOMICA PARAMETRO AREA OCUPADA

Descriptor de área ocupada Fragilidad Económica	Peso ponderado
60000 < AO< 80000 m2	0.508
40000 <AO< 60000 m2	0.261
20000 <AO <40000 m2	0.133
10000 <AO 20000 m2	0.064
0 <AO < 10000 m2	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de

consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son adecuados.

CUADRO N° 33

INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA AREA OCUPADA

Índice de consistencia

IC	0.078
RC	0.070

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Fragilidad Económica

"Fragilidad Económica"; en los cuadros 34 al 37, se expone el análisis y ponderación de los cinco descriptores del parámetro **"Antigüedad de la Edificación"** determinados como " $0 < AE \leq 10$ ", " $10 < AE \leq 20$ ", " $20 < AE \leq 30$ ", " $30 < AE \leq 40$ " y " $AE > 40$ ". Donde (AE), Antigüedad de la edificación, está dispuesto en orden de relevancia o condición más crítica siendo " $0 < AE \leq 1$ " la condición más crítica medida en años y en el extremo opuesto deseable está la población que tiene una antigüedad de la edificación mayor o superior a 40 años, " $TR > 40$ ".

El análisis multicriterio con ayuda del método de comparación SATTY confirma la condición crítica del descriptor " $AE > 40$ " con un peso de 0.508, sustentado en la matriz de comparación, matriz de normalización, así como en el índice y relación de consistencia que se exponen en los cuadros correspondientes que se detallan a continuación.

CUADRO N° 34

MATRIZ DE COMPARACION PARA FRAGILIDAD ECONOMICA PARAMETRO ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION	$0 < TR \leq 10$	$10 < TR \leq 20$	$20 < TR \leq 30$	$30 < TR \leq 40$	$TR > 40$
$TR > 40$	1.00	3.00	5.00	8.00	9.00
$30 < TR \leq 40$	0.33	1.00	3.00	5.00	8.00

20 < TR ≤ 30	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
10 < TR ≤ 20	0.13	0.20	0.33	1.00	3.00
0 < TR ≤ 10	0.11	0.13	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.77	4.66	9.53	17.33	26.00
1/SUMA	0.57	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 35

**MATRIZ DE NORMALIZACION PARA EXPOSICION ECONOMICA
PARAMETRO
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION**

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION	0 < TR ≤ 10	10 < TR ≤ 20	20 < TR ≤ 30	30 < TR ≤ 40	TR > 40	Vector Priorización
0 < TR ≤ 10	0.565	0.644	0.524	0.462	0.346	0.508
10 < TR ≤ 20	0.188	0.215	0.315	0.288	0.308	0.263
20 < TR ≤ 30	0.113	0.072	0.105	0.173	0.192	0.131
30 < TR ≤ 40	0.071	0.043	0.035	0.058	0.115	0.064
TR > 40	0.063	0.027	0.021	0.019	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 36

**DESCRIPTORES PONDERADOS DE FRAGILIDAD ECONOMICA
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION**

Descriptores de exposición económica Antigüedad De La Edificación	Vector Priorización
0 < TR ≤ 10	0.508
10 < TR ≤ 20	0.263
20 < TR ≤ 30	0.131
30 < TR ≤ 40	0.064
TR > 40	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 37

**INDICE Y RELACION DE CONSISTENCIA
ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION**

Índice de consistencia
Relación de consistencia < 0.01 (*)

IC	0.068
RC	0.052

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Resiliencia económica

Los parámetros de análisis de la resiliencia económica seleccionados son “servicios básicos” y “tenencia propiedad”, tenemos dos parámetros por esta razón en el proceso de priorización y valoración de pesos del

procedimiento de ponderación se obtuvo un peso de 0.5 para el parámetro “servicios básicos”. Ver cuadro siguiente.

CUADRO N° 38

MATRIZ DE COMPARACION de PARAMETROS
RESILIENCIA ECONOMICA

Parámetros de resiliencia dimensión económica	peso
Servicios básicos	0.5
Tenencia propiedad	0.5

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Ponderación de los parámetros de Resiliencia

Resiliencia Económica; En los cuadros subsiguientes del 39 al 42, apreciamos los resultados de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia para los parámetros y sus descriptores identificados para analizar la componente resiliencia económica. En orden de prioridad y considerado de carácter más crítico, se evalúa en primer lugar el parámetro denominado “servicios básicos”.

“servicios básicos”, el análisis ponderado de este parámetro fue realizado mediante los descriptores “sin servicios”, “ag y dg - ag y e.elect - ag y gas”, “Agua, energía eléctrica y gas”, “Agua, desagüe y energía eléctrica” y “Agua, desagüe, energía eléctrica y gas”; como resultado de este proceso fueron identificados con mayor vulnerabilidad los que en un escenario critico de activación del fenómeno natural se encuentren “sin servicios” y su valor ponderado es 0.503. Ver siguiente cuadro.

CUADRO N° 39

MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA
 PARAMETRO
SERVICIOS BASICOS

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

SERVICIOS BASICOS	Sin servicios	Energía eléctrica y gas	Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	Agua, energía eléctrica, gas	Agua, desague, energía eléctrica y gas,
Sin servicios	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Energía eléctrica y gas	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Agua, energía eléctrica, gas	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 40

**MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
SERVICIOS BASICOS**

SERVICIOS BASICOS	Sin servicios	Energía eléctrica y gas	Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	Agua, energía eléctrica, gas	Agua, desague, energía eléctrica y gas,	Vector Priorización
Sin servicios	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Energía eléctrica y gas	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Agua, energía eléctrica, gas	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 41

**DESCRIPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
SERVICIOS BASICOS**

Descriptores de servicios básicos	Peso ponderado
Sin servicios	0.503
Energía eléctrica y gas	0.260
Agua comunitaria, energía eléctrica y gas	0.134
Agua, energía eléctrica, gas	0.068
Agua, desague, energía eléctrica y gas,	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son adecuados.

CUADRO N° 42

INICE Y RELACION DE CONSISTENCIA RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
SERVICIOS BASICOS

Índice de consistencia

IC	0.072
RC	0.064

Relación de consistencia < 0.01 (*)

Fuente: Elaboración propia.

"Tenencia de Propiedad", definitivamente este parámetro era imprescindible considerarlo comprendiendo que para cualquier circunstancia critica por efectos de un fenómeno natural esta condición facilita la ayuda y por lo mismo permite mayor o menor resiliencia de la población. El análisis ponderado de este parámetro fue realizado mediante los descriptores "sin título", "traspaso temporal", "alquiler", "posesión" y "título de propiedad". Por antecedentes en nuestro país la población más vulnerable es aquella que habita o tiene su vivienda sobre terrenos cuya condición legal de tenencia es precaria, desde esta perspectiva se analizó y pondero cada descriptor habiendo determinado mayor peso para la edificación que se encuentra "sin título" y cuyo valor ponderado es 0.492, en contraposición y menos vulnerable esta la población que ocupa o vive en un terreno con "título de propiedad", ver cuadro N° 45 donde se aprecia en detalle el peso resultante para los cinco descriptores materia de análisis.

En los cuadros 43 al 46 se aprecia el proceso resultante de la aplicación de la matriz de comparación de pares, matriz de normalización, índice de consistencia y relación de consistencia de los descriptores correspondientes.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CUADRO N° 43

**MATRIZ DE COMPARACION RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
TENENCIA DE PROPIEDAD**

TENENCIA DE PROPIEDAD	Sin título	Traspaso temporal	Alquiler	Posesión	Titulo de propiedad
Sin título	1.00	2.00	5.00	8.00	9.00
Traspaso temporal	0.50	1.00	2.00	5.00	8.00
Alquiler	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
Posesión	0.13	0.20	0.50	1.00	2.00
Título de propiedad	0.11	0.13	0.20	0.50	1.00
SUMA	1.94	3.83	8.70	16.50	25.00
1/SUMA	0.52	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 44

**MATRIZ DE NORMALIZACION RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
TENENCIA DE PROPIEDAD**

TENENCIA DE LA PROPIEDAD	Sin título	Traspaso temporal	Alquiler	Posesión	Titulo de propiedad	Vector Priorización
Sin título	0.516	0.523	0.575	0.485	0.360	0.492
Traspaso temporal	0.258	0.261	0.230	0.303	0.320	0.275
Alquiler	0.103	0.131	0.115	0.121	0.200	0.134
Posesión	0.065	0.052	0.057	0.061	0.080	0.063
Título de propiedad	0.057	0.033	0.023	0.030	0.040	0.037

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 45

**DESCRIPTORES PONDERADOS DE RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
TENENCIA DE PROPIEDAD**

Descriptor para tenencia de propiedad	Vector Priorización
Sin título	0.492
traspaso temporal	0.275
alquiler	0.134
Posesión	0.063
Título de propiedad	0.037

Fuente: Elaboración propia.

Según lo establecido por el método de Saaty, para una matriz de 5x5 (número de parámetros utilizados) el resultado numérico de la relación de

JOSE LUIS UNDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

consistencia debe ser menor al 10% ($RC < 0.1$), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares son adecuados.

CUADRO N° 46

INICIE Y RELACION DE Consistencia RESILIENCIA ECONOMICA
PARAMETRO
TENENCIA DE PROPIEDAD

Índice de consistencia	IC	0.021
Relación de consistencia < 0.01 (*)	RC	0.019

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Dimensión económica

El enfoque metodológico del Manual para la Evaluación del Riesgo por Peligros Naturales – CENEPRED (Versión 2.0) propone, dentro de las dimensiones de análisis de la vulnerabilidad, la evaluación de la resiliencia económica, entendida como la capacidad de las personas o comunidades para enfrentar y recuperarse económicamente tras la ocurrencia de un evento adverso. Esta dimensión contempla aspectos como el acceso a recursos financieros, seguros, redes de apoyo económico o la posibilidad de reconstrucción con medios propios.

Sin embargo, en el contexto del presente estudio, correspondiente al IOARR: "Construcción de equipo para fuentes de energía solar, en la sede del Gobierno Regional de Moquegua", se determina que la dimensión de resiliencia económica no es aplicable, por las siguientes razones:

- Titularidad estatal de la infraestructura y ausencia de impacto económico directo en los usuarios

La infraestructura en cuestión es de propiedad del Estado peruano y su uso está destinado exclusivamente a funciones institucionales y administrativas del Gobierno Regional de Moquegua. No se trata de un bien patrimonial de personas naturales, familias o comunidades que puedan verse

económicamente afectadas de forma directa en su sustento o en su calidad de vida ante una posible afectación. En consecuencia, los usuarios (trabajadores públicos en horario laboral) no tienen una relación de inversión ni de dependencia económica directa sobre la infraestructura, lo que invalida la aplicación de criterios de resiliencia económica vinculados a la población usuaria.

- Financiamiento, reposición y continuidad del servicio asumidos por el Estado.

En caso de afectación de la infraestructura o del equipamiento instalado mediante este IOARR —por ejemplo, a causa de un sismo—, la recuperación económica no dependerá de los usuarios ni de su capacidad financiera, sino del propio Estado, a través de mecanismos presupuestarios establecidos por el Sistema Nacional de Inversión Pública (Invierte.pe), así como por el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). La eventual reposición del activo, rehabilitación o continuidad del servicio será gestionada mediante recursos públicos y procedimientos estatales, tales como proyectos IOARR complementarios, intervenciones por emergencia, seguros patrimoniales, o asignaciones presupuestales extraordinarias.

- Inexistencia de externalidades económicas directas sobre la población

Dado que la infraestructura evaluada no genera una economía directa sobre la población, ni representa una fuente de ingresos para sus usuarios, no existe un perjuicio económico directo sobre la comunidad o sobre las familias en caso de afectación. El daño o pérdida que pudiera generarse por un evento natural afectaría exclusivamente un bien del Estado, y su impacto sería institucional, no económico a nivel poblacional.

- Enfoque pertinente: sostenibilidad financiera institucional

En lugar de evaluar la resiliencia económica desde la perspectiva de los usuarios, resulta más pertinente considerar la sostenibilidad financiera institucional, entendida como la capacidad del Estado y sus entidades

ejecutoras para asumir los costos de mantenimiento, operación y eventual reposición del equipamiento de energía solar, asegurando así la continuidad del servicio público. Esta es la dimensión más relevante para el análisis de vulnerabilidad económica en infraestructuras de titularidad pública.

- **Conclusión:**

Por las razones expuestas, se concluye que no corresponde desarrollar el análisis de resiliencia económica en el presente estudio de riesgo por peligros naturales, dado que el IOARR se refiere a una infraestructura de propiedad estatal, sin impacto económico directo sobre los usuarios ni dependencia financiera por parte de la comunidad. En su lugar, se ha enfocado el análisis en las condiciones físicas, estructurales y funcionales de la edificación, así como en la capacidad institucional del Estado para garantizar la recuperación, en concordancia con lo establecido en el Manual del CENEPRED y en el marco operativo del SINAGERD.

4.4. ANALISIS DE LA DIMENSION AMBIENTAL

4.4.1. Exposición

Para la ejecución del OIARR en el área de estudio no hay exposición ambiental.

4.4.2. Fragilidad

Para la ejecución del OIARR en el área de estudio no hay fragilidad ambiental.

4.4.3. Resiliencia

Para la ejecución del OIARR en el área de estudio no hay resiliencia ambiental.

4.4.4. Dimensión ambiental

Para la ejecución del OIARR en el área de estudio no se ha encontrado peligro ambiental.

4.5. NIVELES DE VULNERABILIDAD

Para la determinación de los niveles de vulnerabilidad se utilizaron las ponderaciones de las componentes, parámetros y descriptores que corresponde a la dimensión social y económica. Aplicando las fórmulas sencillas que se automatizaron en la base de datos de una hoja de cálculo Excel y transferidos luego a un software graficador para la elaboración del mapa.

Valor de la Dimensión Social, en los cuadros 47, 48, 49; se exponen el procedimiento utilizado para calcular el valor ponderado de la dimensión social por componentes y descriptores, usando la formula siguiente:

$$\text{Valor Componente} = (\text{Peso Parám.} \times \text{Peso Descriptor})$$

CUADRO N° 47

**VALOR DE LA EXPOSICION SOCIAL
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES**

SERVICIOS EXPUESTOS		Valor de la Exposición Social
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.261	0.261
1.000	0.133	0.133
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 48

**VALOR DE LA FRAGILIDAD SOCIAL
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES**

ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACION		Valor de la fragilidad Social
Ppar	Pdesc	
1.000	0.503	0.503
1.000	0.260	0.260
1.000	0.134	0.134
1.000	0.068	0.068
1.000	0.035	0.035

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

CUADRO N° 49

**VALOR DE LA DIMENSION SOCIAL
POR COMPONENTES**

Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	VALOR DIMENSIÓN SOCIAL
0.508	0.500	0.503	0.500	0.505
0.261	0.500	0.260	0.500	0.261
0.133	0.500	0.134	0.500	0.134
0.064	0.500	0.068	0.500	0.066
0.034	0.500	0.035	0.500	0.034

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Dimensión Social} = (\text{Valor Exposición S.} \times \text{Peso Comp.}) + (\text{Valor Fragilidad S.} \times \text{Peso Comp.}) + (\text{Valor Resiliencia S.} \times \text{Peso Comp.})$$

Valor de la Dimensión Económica, en los cuadros 4.2.04; 4.2.05 y 4.2.06, se expone el procedimiento para calcular el valor ponderado de la dimensión económica por componentes y descriptores, usando la formula siguiente:

$$\text{Valor Componente} = (\text{Peso Parám.} \times \text{Peso Descriptor})$$

CUADRO N° 50

**VALOR DE LA EXPOSICION ECONOMICA
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES**

AREA OCUPADA		Valor Exposición Económica
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.261	0.261
1.000	0.133	0.133
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

CUADRO N° 51

**VALOR DE LA FRAGILIDAD ECONOMICA
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES**

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION		Valor Fragilidad Económica
Ppar	Pdesc	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.263	0.263
1.000	0.131	0.131
1.000	0.064	0.064
1.000	0.034	0.034

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 52

**VALOR DE LA RESILIENCIA ECONOMICA
POR PARAMETROS Y DESCRIPTORES**

SERVICIOS BASICOS		TENENCIA DE PROPIEDAD		Valor Resiliencia Económica
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
0.500	0.503	0.500	0.492	0.497
0.500	0.260	0.500	0.275	0.267
0.500	0.134	0.500	0.134	0.134
0.500	0.068	0.500	0.063	0.065
0.500	0.035	0.500	0.037	0.036

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 53

**VALOR DE LA DIMENSION ECONOMICA
POR COMPONENTES**

Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica	VALOR DIMENSIÓN ECONOMICA
0.508	0.539	0.508	0.297	0.497	0.164	0.506
0.261	0.539	0.263	0.297	0.267	0.164	0.263
0.133	0.539	0.131	0.297	0.134	0.164	0.133
0.064	0.539	0.064	0.297	0.065	0.164	0.065
0.034	0.539	0.034	0.297	0.036	0.164	0.034

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS LINDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Dimensión Econ. = (V. Exposición Econ. x Peso Comp.) + (V. Fragilidad Econ. x Peso Comp.) + (V. Resiliencia Econ. x Peso Comp.)

CUADRO N° 54

**VALOR DE LA VULNERABILIDAD
POR DIMENSIONES**

Valor Dimensión Social	Peso Dimensión Social	Valor Dimensión Económica	Peso Dimensión Económica	VALOR DE LA VULNERABILIDAD
0.505	0.500	0.506	0.500	0.506
0.261	0.500	0.263	0.500	0.262
0.134	0.500	0.133	0.500	0.133
0.066	0.500	0.065	0.500	0.065
0.034	0.500	0.034	0.500	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Valor Vulnerabilidad = (Valor D.S. x Peso D.S.) + (Valor D.E. x Peso D.E.)

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

4.6. ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

CUADRO N° 55 **Estratificación de la vulnerabilidad**

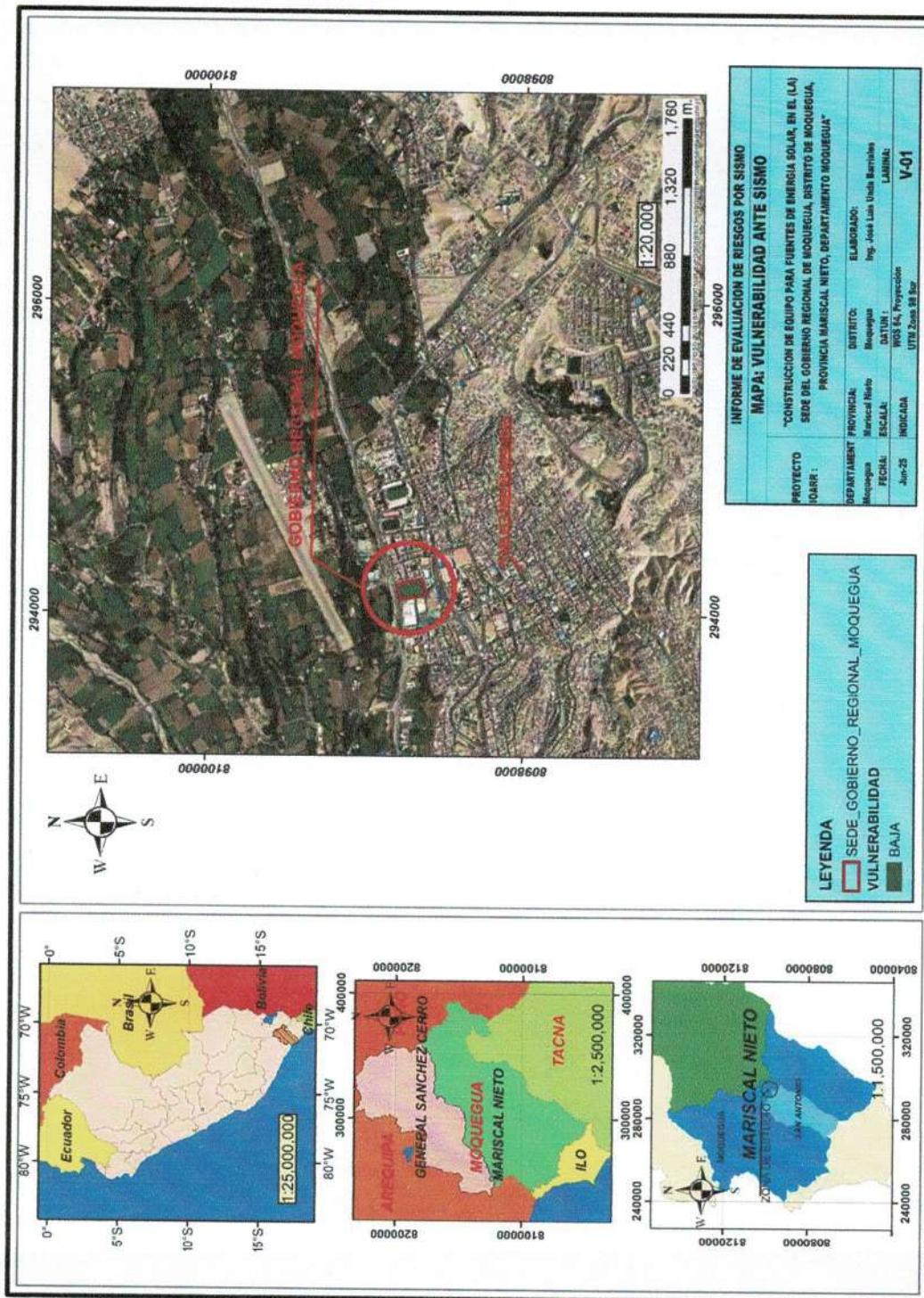
NIVEL	ESTRATIFICACION DE LA VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTO	Población con muy alto grado de vulnerabilidad, con servicios expuestos mayores a 75 %, con un estado de conservación de la edificación de muy mal estado, ocupan la mayor parte del predio entre 60000 a 80000 metros cuadrados de área, y una antigüedad de la edificación mayor a 40 años, sin servicios básicos, y sin título de propiedad.	0.262 < V ≤ 0.506
ALTO	Población con alto grado de vulnerabilidad con servicios expuestos ≤ 75% y > 50%, con un estado de conservación de la edificación de mal estado , ocupando el área del predio entre 40000 a 60000 metros cuadrados, y una antigüedad de la edificación entre 30 a 40 años, Cuentan con Energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de traspaso temporal.	0.133 < V ≤ 0.262
MEDIO	Población con grado de vulnerabilidad medio con servicios expuestos ≤ 50% y > 25%, y con un estado de conservación de la edificación regular, ocupando un área entre 20000 a 40000 metros cuadrados del predio, y una antigüedad de la edificación entre 20 a 30 años, cuentan con Agua comunitaria, energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de alquiler.	0.065 < V ≤ 0.133
BAJO	Población identificada con bajo grado de vulnerabilidad con servicios expuestos ≤ 25% y > 10 %, con un estado de conservación de la edificación en buen estado, ocupando un área entre 10000 a 20000 metros cuadrados del predio, la antigüedad de la edificación entre 10 a 20 años, cuentan con Agua, energía eléctrica y gas, Tienen el terreno en condición de posesión y/o título de propiedad.	0.034 ≤ V ≤ 0.065

Fuente: Elaboración propia.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

4.7. MAPA DE VULNERABILIDAD

MAPA N° 13 Mapa de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

José Luis Unda Barriales
JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CAPITULO V: CALCULO DE RIESGO

5.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES RIESGOS

El presente informe desarrolla la metodología establecida en el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales elaborada por el CENEPRED, la cual ha permitido caracterizar el peligro generado por sismo, asimismo, determinar los factores de susceptibilidad del territorio, determinar los escenarios de riesgos, los niveles de peligrosidad, la estratificación de peligrosidad, la zonificación de peligrosidad, analizar los elementos expuestos susceptibles, analizar la vulnerabilidad, los niveles de vulnerabilidad, la estratificación de la vulnerabilidad, la zonificación de la vulnerabilidad, cuantificar las posibles pérdidas y zonificar los riesgos de las zonas expuestas en el área de influencia del sismo.

El cálculo se obtiene de multiplicar el valor de la peligrosidad por el valor de la vulnerabilidad:

CUADRO N° 56 Cálculo del riesgo.

$$\text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} = \text{Riesgo}$$

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.475	0.506	0.240
0.261	0.262	0.068
0.144	0.133	0.019
0.079	0.065	0.005
0.041	0.034	0.001

Fuente: Elaboración propia



JOSÉ LUIS CANDA BARRALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP, 69541

5.2. DETERMINACIÓN DE NIVELES DEL RIESGO

5.2.1. Niveles de Riesgo

CUADRO N° 57 Niveles de Riesgo

NIVEL DE RIESGO		
NIVEL	RANGO	
MUY ALTO	0.068	$\leq R \leq$ 0.240
ALTO	0.019	$\leq R <$ 0.068
MEDIO	0.005	$\leq R <$ 0.019
BAJO	0.001	$\leq R <$ 0.005

Fuente: Datos CENEPRED

5.2.2. Matriz de Riesgo

CUADRO N° 58 Matriz del riesgo.

MATRIZ DEL RIESGO					
PMA	0.475	0.031	0.063	0.124	0.240
PA	0.261	0.017	0.035	0.068	0.132
PM	0.144	0.009	0.019	0.038	0.073
PB	0.079	0.005	0.011	0.021	0.040
	0.065	0.133	0.262	0.506	
	VB	VM	VA	VMA	

Fuente: Elaborado para el estudio.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

5.2.3. Estratificación del nivel de Riesgo

CUADRO N° 59 Estratificación del nivel de Riesgo.

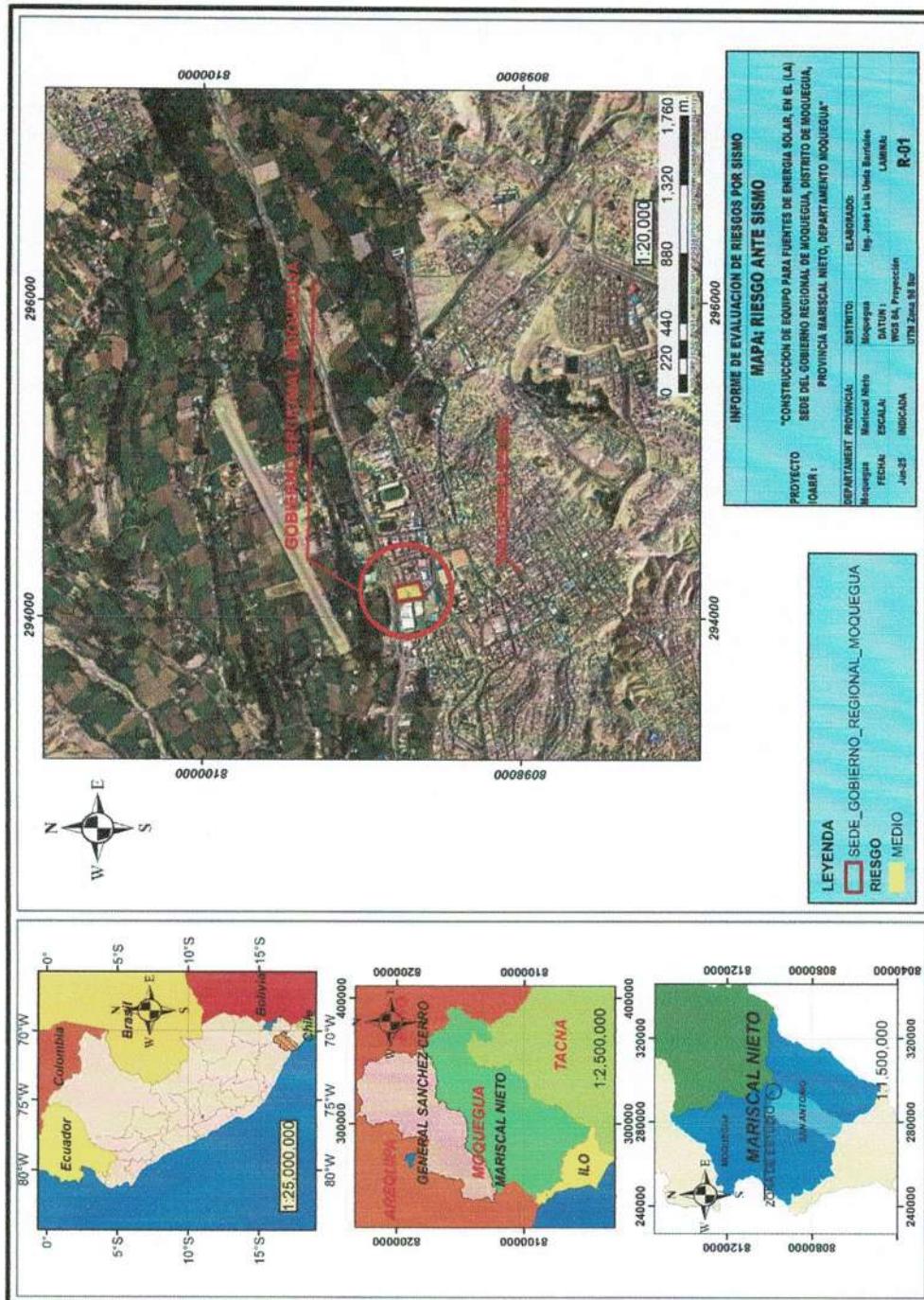
NIVEL	Descripción	Nivel
Muy Alto	<p>El área en estudio se encuentra sobre Dep. aluviales clasto-soportado dentro de la subunidad geomorfológica de Planicie aluvial, con una pendiente mayor a 45 grados, y una magnitud de momento esperada entre 8.1 a 9, con una distancia al epicentro menor a 65 km., y con una profundidad hipocentral menor 33 km, con una intensidad de sismo entre XI y XII en la escala de Mercalli.</p> <p>Población con muy alto grado de vulnerabilidad, con servicios expuestos mayores a 75 %, con un estado de conservación de la edificación de muy mal estado, ocupan la mayor parte del predio entre 60000 a 80000 metros cuadrados de área, y una antigüedad de la edificación mayor a 40 años, sin servicios básicos, y sin título de propiedad.</p>	0.068≤ R≤0.240
Alto	<p>El área en estudio se encuentra sobre Depósitos aluviales, y la subunidad geomorfológica de Fondos de valle aluvial, con una pendiente entre 25 a 45 grados, y una magnitud de momento esperada entre 7.1 a 8, con una distancia al epicentro entre 65 y 130 km, con una profundidad hipocentral de entre 33 a 70 km., con una intensidad de sismo entre VIII, IX y X en la escala de Mercalli.</p> <p>Población con alto grado de vulnerabilidad con servicios expuestos ≤ 75% y > 50%, con un estado de conservación de la edificación de mal estado , ocupando el área del predio entre 40000 a 60000 metros cuadrados, y una antigüedad de la edificación entre 30 a 40 años, Cuentan con Energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de traspaso temporal.</p>	0.019 ≤R< 0.068
Medio	<p>El área en estudio se encuentra sobre Ciudad, y Subunidad geomorfológica Ladera de colina, con un pendiente entre 15 y 25 grados, y una magnitud de momento esperada entre 6.1 a 7., con una distancia al epicentro entre 131 a 260 km., con una profundidad hipocentral entre 70 a 150 km., con una intensidad de sismo entre V, VI y VII en la escala de Mercalli.</p> <p>Población con grado de vulnerabilidad medio con servicios expuestos ≤ 50% y > 25%, y con un estado de conservación de la edificación regular, ocupando un área entre 20000 a 40000 metros cuadrados del predio, y una antigüedad de la edificación entre 20 a 30 años, cuentan con Agua comunitaria, energía eléctrica y gas, tienen el terreno en condición de alquiler.</p>	0.005≤R<0.019
Bajo	<p>El área en estudio se encuentra sobre Fm. Moquegua, miembro superior, Subunidad geomorfológica de Colina en roca sedimentaria, con una pendiente entre 5 y 15 grados o menores pendientes, y una magnitud de momento esperada entre 5.1 a 6 y menores., con una distancia al epicentro entre 261 a 400 km., con una profundidad hipocentral entre 150 y 300 km., con una intensidad de sismo entre III a IV en la escala de Mercalli.</p> <p>Población identificada con bajo grado de vulnerabilidad con servicios expuestos ≤ 25% y > 10 %, con un estado de conservación de la edificación en buen estado, ocupando un área entre 10000 a 20000 metros cuadrados del predio, la antigüedad de la edificación entre 10 a 20 años, cuentan con Agua, energía eléctrica y gas, Tienen el terreno en condición de posesión y/o título de propiedad.</p>	0.001≤R<0.005

Fuente: Elaboración propia.

JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

5.2.4. Mapa de Riesgo

MAPA N° 14 Mapa de riesgo ante sismo



Fuente: Elaboración propia.

5.3. CALCULO DE LOS EFECTOS PROBABLES (CUALITATIVO CUANTITATIVO)

CUADRO N° 60 CUALITATIVO

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS Gobierno Regional (20907.02 m ²)	1 1
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox) Veredas (2000 m ²)	Tramos afectados -
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE Redes y conexiones domiciliarias de agua potable (50.00 m) Redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado (50.00 m)	Tramos afectados - -
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA Redes eléctricas	Tramos afectados -

Fuente: Elaboración propia.

CUADRO N° 61 CUANTITATIVO

CALCULO DE POSIBLES PERDIDAS		PERDIDA EN S/.
ITEM	DESCRIPCION	PERDIDA EN S/.
1	DAÑOS A INSTITUCIONES PUBLICAS Gobierno Regional (20907.02 m ² -)	350000.00
2	DAÑOS EN PISTAS Y VEREDAS (aprox) Veredas (2000m ²)	23,02.51
3	REDES DE AGUA Y DESAGUE Redes y conexiones domiciliarias de agua potable (1000.00 m) Redes y conexiones domiciliarias de alcantarillado (900.00 m)	10483.83 5717.93
4	RED DE ILUMINACION PUBLICA Redes eléctricas	15956.50
	TOTAL POSIBLES PERDIDAS	382158.26

Fuente: Elaboración propia.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

5.4. ZONIFICACIÓN DE RIESGO

Debido a que el área en estudio es pequeña La zonificación de riesgos en la zona de estudio es la misma para todo el recinto.

5.5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS FUTUROS)

5.5.1. De orden estructural

- Las obras del proyecto IOARR deberán ser diseñadas y construidas cumpliendo las normas sismorresistentes.
- Se deberá tener cuidado en el tipo de unión entre la estructura existente y los elementos estructurales de la IOARR.
- Se deberá tramitar la licencia de construcción para ejecutar la IOARR.

5.5.2. De orden no estructural

- Durante la ejecución de la obra promover el uso de procedimientos constructivos adecuados y con asesoría de profesionales especializados en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones y código nacional de electricidad para los procesos construcción.
- La entidad deberá Promover Sistema de monitoreo y alerta temprana ante sismos.
- Actualizar el plan de seguridad en edificaciones.



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

5.6. MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (RIESGOS EXISTENTES)

5.6.1. De orden estructural

En la visita de campo se ha encontrado áreas verdes con pendiente alrededor de la infraestructura principal, los elementos estructurales que sostiene paneles serán fijados adecuadamente.

5.6.2. De orden no estructural

Durante la construcción los espacios intervenidos deben estar totalmente restringidos para personal que no sea de la obra.



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 6954¹

CAPITULO VI: DEL CONTROL DE RIESGOS

6.1. DE LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS

6.1.1. Aceptabilidad / Tolerancia de riesgo

Tipo de peligro	: Peligro por Sismo
Tipo de Fenómeno	: Sismo
Elementos Expuestos	: Sede del Gobierno Regional Moquegua.

Valoración de las Consecuencias: **Media**

CUADRO N° 62 Niveles de consecuencias

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	ALTA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	MEDIA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos
1	BAJA	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad

Fuente: CENEPRED, 2014

Valoración de Frecuencia de Recurrencia: **Media**

CUADRO N° 63 Niveles de frecuencia de recurrencia

VALOR	NIVELES	DESCRIPCIÓN
4	MUY ALTA	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	ALTA	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJA	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: CENEPRED, 2014

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
 EVALUADOR DE RIESGOS
 ING. CIVIL
 CIP. 69541

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz): Media

El nivel medio, se obtiene al interceptar consecuencia (Media) y Frecuencia (Media).

CUADRO N° 64 Nivel de Consecuencia y Daño

CONSECUENCIA	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
		ALTO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
ALTO	3	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO
MEDIO	2	MEDIO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
BAJO	1	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO
NIVEL DE FRECUENCIA	1	1	2	3	4
	BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO

Fuente: Elaborado para el estudio.

Aceptabilidad y/o Tolerancia: Tolerable

Al obtener el nivel de consecuencia y daño media, observamos en el siguiente cuadro que la aceptabilidad y/o tolerancia es **Tolerable**.

CUADRO N° 65 Aceptabilidad y/o tolerancia

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	INADMISIBLE	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir los riesgos.
3	INACEPTABLE	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo de riesgos.
2	TOLERABLE	Se debe desarrollar actividades para el manejo de riesgos
1	ACEPTABLE	El riesgo no presenta un peligro significativo

Fuente: CENEPRED, 2014

Matriz del Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo: Riesgo Medio (TOLERABLE).

CUADRO N° 66 Nivel de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo

RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INACEPTABLE	RIESGO INADMISIBLE
RIESGO ACEPTABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO TOLERABLE	RIESGO INACEPTABLE

Fuente: CENEPRED, 2014

Prioridad de Intervención: Los riesgos son **Tolerables**.

CUADRO N° 67 Prioridad de Intervención

VALOR	DESCRIPTOR	NIVEL DE PRIORIZACIÓN
4	INADMISIBLE	I
3	INACEPTABLE	II
2	TOLERABLE	III
1	ACEPTABLE	IV

Fuente: CENEPRED, 2014

Por consiguiente, estamos en una **prioridad III**, Tolerable por lo que se debe realizar actividades, acciones vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos.

6.1.2. Control de riesgos

Se ha obtenido los siguientes resultados

Valoración de las Consecuencias: **Media**

Valoración de Frecuencia de Recurrencia: **Media**

Nivel de Consecuencia y Daño (Matriz): **Media**

Aceptabilidad y/o Tolerancia: **Tolerable**



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

CONCLUSIONES

Con la evaluación de campo e información de las entidades técnico - científicas, se realizó INFORME DE EVALUACION DE RIESGOS POR SISMO PARA EL PROYECTO IOARR: "CONSTRUCCION DE EQUIPO PARA FUENTES DE ENERGIA SOLAR, EN EL (LA) SEDE DEL GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA, DISTRITO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA ", concluyéndose lo siguiente:

- Para la IOARR de CONSTRUCCION DE EQUIPO PARA FUENTES DE ENERGIA SOLAR, EN EL (LA) SEDE DEL GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA, DISTRITO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DEPARTAMENTO MOQUEGUA, se ha identificado dos peligros de los que se ha analizado el Peligro de SISMO, que se constituye en la principal amenaza, siendo su nivel de peligro ALTO, seguidamente después del análisis se ha obtenido que la vulnerabilidad es BAJA. Procesado el peligro y vulnerabilidades se obtiene un riesgo MEDIO para el peligro Sismos.
- El estudio definitivo y la ejecución deben realizarse cumpliendo todas las normas del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, y el código nacional de electricidad, para que no se incremente el riesgo, y que la vulnerabilidad se conserve como baja.
- La sede del Gobierno Regional Moquegua está desarrollada en niveles cuya arquitectura se adecua al terreno y de acuerdo a la geomorfología se encuentra con pendientes bajas entre 0 y 5 grados, así mismo, el edificio del Gobierno Regional de Moquegua ha sido diseñado e implementado con un sistema de aislamiento sísmico, lo que representa una estrategia de mitigación altamente efectiva frente a eventos sísmicos
- Finalmente se concluye que la infraestructura del gobierno regional Moquegua presenta una alta capacidad de respuesta ante sismos, y se considera que la infraestructura cuenta con condiciones favorables para la instalación y operación de sistemas críticos como la planta fotovoltaica prevista con la ejecución de la IOARR.

RECOMENDACIONES

- ✓ La IOARR deberá ser ejecutado previo al otorgamiento de Licencias de Construcción.
- ✓ Es necesario para ejecución de la obra tener el plan de seguridad y salud ocupacional.
- ✓ Debido a la abundante humedad en las áreas verdes las cimentaciones de las bases para la instalación de paneles y baterías, se sugiere considerar un recubrimiento como para cimentaciones en contacto con agua.

BIBLIOGRAFIA

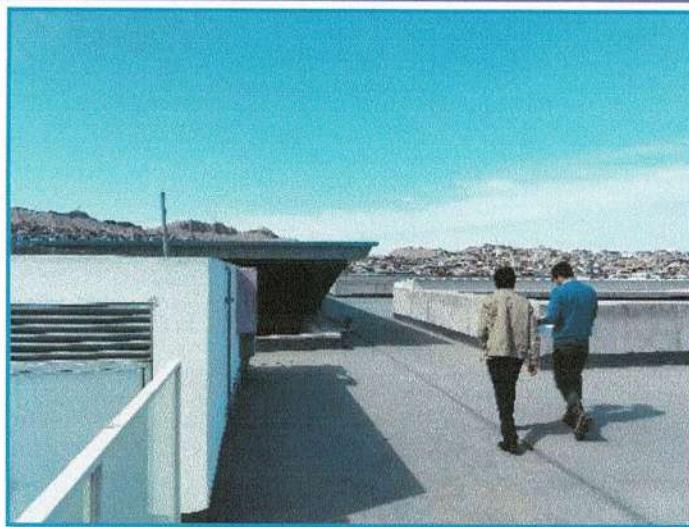
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.
- Saaty T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Estudio de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos de los distritos de Moquegua y Samegua, PREDES, OXFAM, año 2003.
- Evaluación de peligros ciudad de Moquegua, Convenio UNSA-INDECI, 2001
- Geología del cuadrángulo de Moquegua 35 u, 1979, INGEMMET
- Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres de la Región Moquegua-2005.
- Página web del INDECI (<https://www.indeci.gob.pe> › uploads › 2020/02)
- Página web del INEI (<https://censos2017.inei.gob.pe/pubinei/index.asp>)
- Página web del SENAMHI (www.senamhi.gob.pe)
- Página web del WEATHER SPARK (<https://es.weatherspark.com>)



JOSE LUIS UNDA MARIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

ANEXOS**PANEL FOTOGRAFICO****Figura N° 01**

Inspección preliminar en azotea para instalación de paneles solares.



Nota. En la foto se aprecia a ingenieros inspeccionando la azotea de la sede del Gobierno Regional Moquegua, evaluando condiciones de seguridad para la futura instalación de paneles solares. Esta revisión inicial es clave para prevenir riesgos y asegurar una implementación eficiente del sistema fotovoltaico, promoviendo el uso de energía limpia en la región.

Figura N° 02

Evaluación de áreas verdes y estructuras para energía solar



Nota. En la foto se ve la explanada de la sede del Gobierno Regional Moquegua, donde se identifican zonas potenciales como áreas verdes y estructuras tipo pérgola para la instalación de paneles solares. Esta evaluación considera la viabilidad técnica y los posibles riesgos asociados, priorizando el aprovechamiento de espacios disponibles sin alterar el entorno.

Figura N° 03

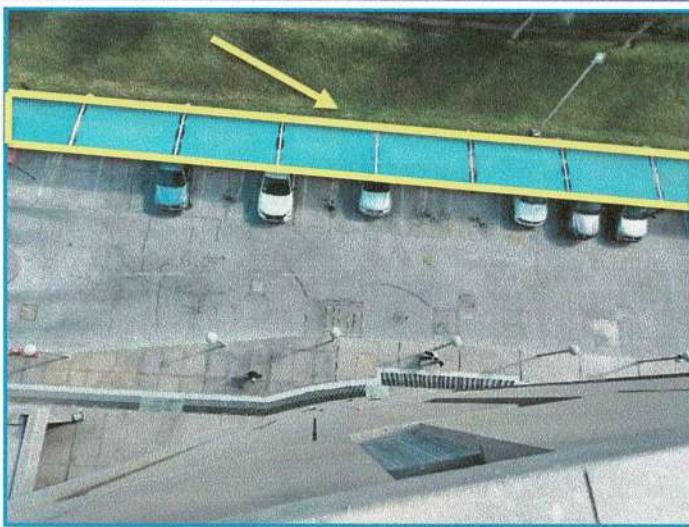
Evaluación de área de instalación cercana a zonas de tránsito



Nota. Zona seleccionada para la instalación de paneles solares, ubicada entre las dos principales entradas del recinto: el ingreso general y el acceso al auditorio. Al tratarse de un área de alto tránsito peatonal, se requiere una evaluación rigurosa de riesgos para garantizar la seguridad durante la obra y su operación posterior, sin afectar la movilidad ni el uso cotidiano del espacio.

Figura N° 04

Evaluación de estructura en zona de estacionamiento



Nota. Área destinada a la instalación de paneles solares sobre el estacionamiento del GORE. Se proyecta infraestructura con viguetas capaces de soportar 68 paneles de 28 kg cada uno. Al tratarse de una zona de mediano tránsito vehicular, se identifican riesgos como impactos a la base por maniobras vehiculares y un antiguo riesgo de desborde del río, ya mitigado con obras de contención.

Figura N° 05

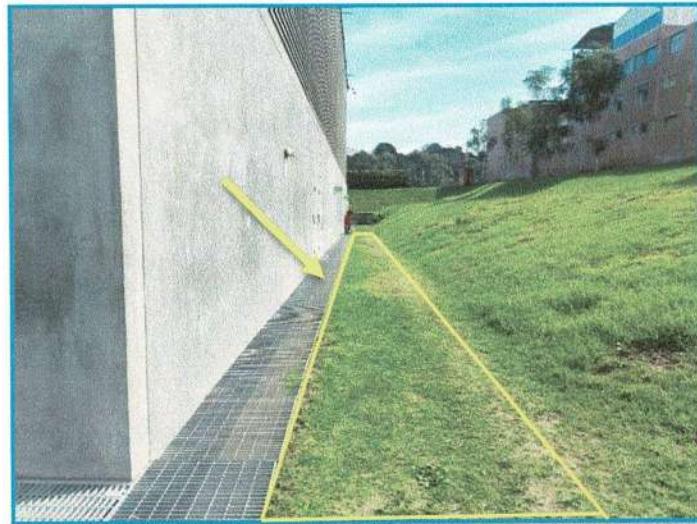
Evaluación de área para construcción de banco de baterías



Nota. Se puede apreciar una zona verde seleccionada para la construcción de un banco de baterías, que requiere una losa de concreto con cerco perimetral y cobertura adecuada. Estas medidas buscan asegurar la correcta instalación del sistema y prevenir riesgos potenciales, como daños estructurales o acceso no autorizado, garantizando la seguridad de la obra y el funcionamiento del sistema de energía solar.

Figura N° 06

Evaluación de área para construcción de pozos a tierra



Nota. Esta zona se encuentra ubicada a espaldas del edificio, destinada a la construcción de pozos a tierra.

Figura N° 07

Mejoramiento de la estructura del estacionamiento con viguetas



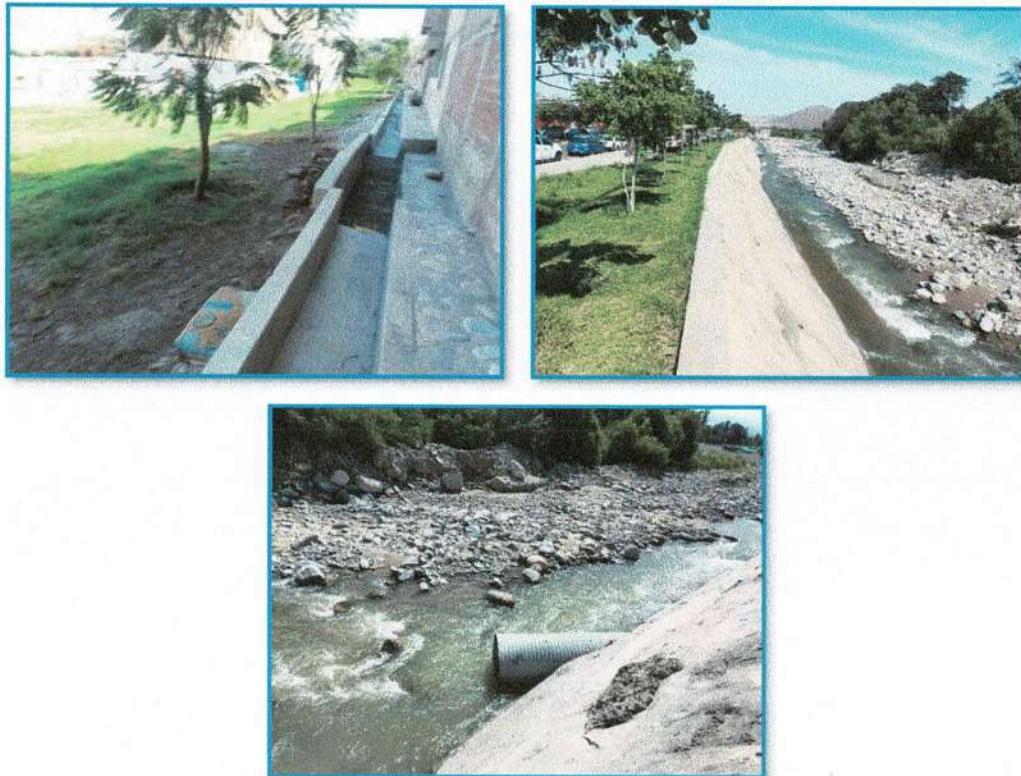
Nota. Vista general del estacionamiento donde se implementará el reforzamiento del sistema de techo mediante viguetas, asegurando un soporte adecuado para los paneles solares. Además, el riesgo de inundación por desborde de río ya ha sido solucionado mediante el proyecto de contención del malecón ribereño y de drenaje pluvial en la ciudad de Moquegua.



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, CAPTACION, CONDUCCION Y DESCARGA HACIA
EL RIO MOQUEGUA**Figura N° 08**

Zona intervenida del sistema pluvial



Nota. El sistema de drenaje pluvial, representado en la imagen, dirige el flujo de aguas superficiales hacia el río Moquegua. Se observa una tubería metálica corrugada de acero galvanizado, con recubrimiento anticorrosivo, un diámetro aproximado de 36 pulgadas (900 mm) y un espesor variable entre 1.6 mm y 2.8 mm. Estas dimensiones son aproximadas. Este sistema asegura una descarga controlada de las aguas pluviales, minimizando el riesgo de desbordes y garantizando la seguridad interna del recinto ante lluvias intensas.



JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 6954*

Figura N° 09

Puntos de captación de aguas pluviales



Nota. Las imágenes A y B muestran las cunetas construidas, diseñadas para recoger y canalizar el agua de lluvia, con el objetivo de prevenir inundaciones. La imagen C presenta las rejillas de drenaje, ubicadas en el sureste del GORE. Las imágenes D, E y F muestran otras cunetas similares a las de la imagen C, ubicadas en las manzanas I, J y F de la Urbanización Mercedes Cabello de Carbonera.

JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

Figura N° 10

Evaluación de medidas preventivas en áreas cercanas al proyecto



Nota: En estos puntos se observa el desarrollo de rompemuelles, que, aunque no están diseñados para ello, podrían funcionar como un método preventivo menor para redirigir el flujo pluvial y evitar que el agua entre en la zona del proyecto.


JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 6954¹

Figura N° 11

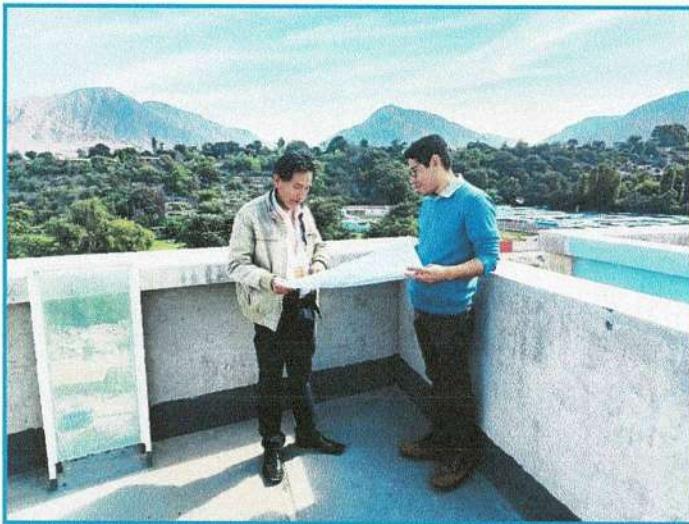
Vista general de la explanada del GORE



Nota. Elaboración propia.

Figura N° 12

Explicación técnica detallada al especialista



Nota. Personal especializado proporcionando indicaciones y consideraciones detalladas sobre el futuro desarrollo de la obra. Esta visita de campo es esencial para la correcta comprensión de los posibles riesgos y para garantizar la adecuada planificación del proyecto.

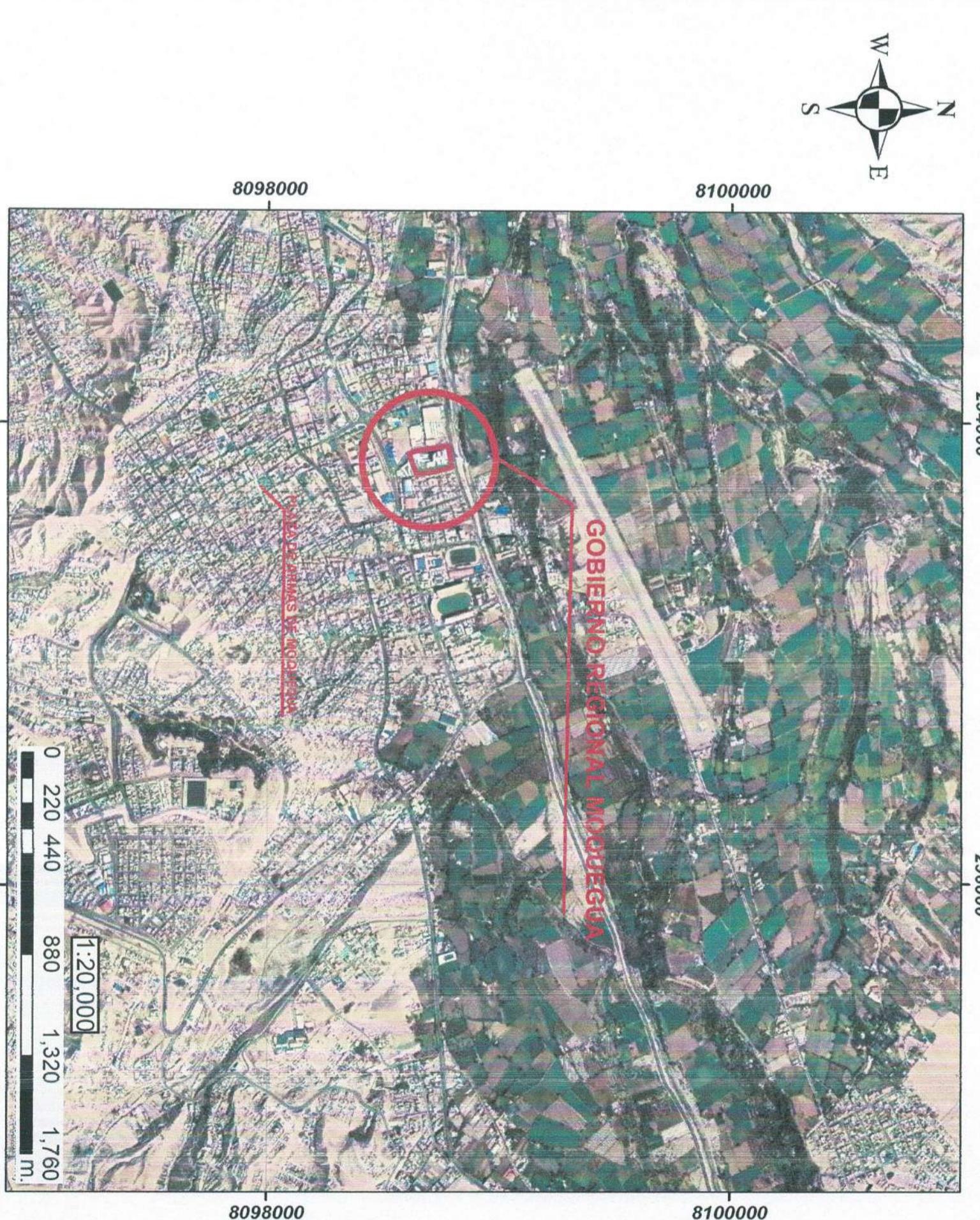
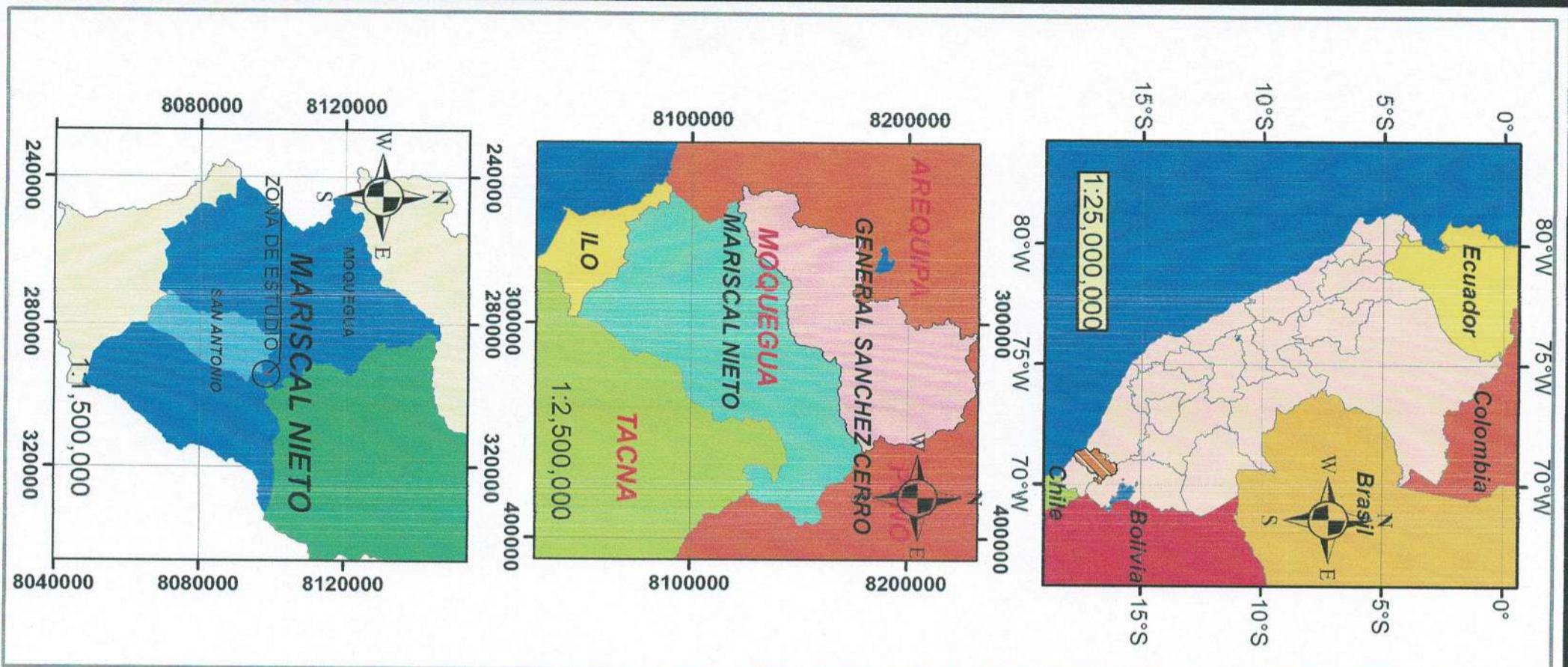


JOSÉ LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 69541

PLANOS



JOSE LUIS UNDA BARRIALES
EVALUADOR DE RIESGOS
ING. CIVIL
CIP. 6954*



LEYENDA	
<input type="checkbox"/>	SEDE_GOBIERNO_REGIONAL_MOQUEGUA

