

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de ingeniería civil



Tesis:

Efectos de la actividad minera en el comportamiento estructural de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, 2021.

Presentada por:

Bach. PAOLA SUSAN GÓMEZ

CÓRDOVA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay-Apurímac-Perú-

2022

Tesis:

Efectos de la actividad minera en el comportamiento estructural de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, 2021.

Línea de investigación:

Gestión de la estructura para el desarrollo sostenible

Asesor:

Mag. Marco Antonio Gálvez Quintana



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EFECTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL COMPORTAMIENTO
ESTRUCTURAL DE UN MODELO IDEAL DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE
ABANCAY, 2021”.**

Presentada por la **Bach. PAOLA SUSAN GÓMEZ CÓRDOVA** para
optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

Sustentado y aprobado el 28 de diciembre del 2022 ante el jurado:

Presidente:	MSc. Angel Maldonado Mendivil
Primer Miembro:	Ph.D Abbon Alex Vasquez Ramirez
Segundo Miembro:	Ing. Cristhian Martinez Huaman
Asesor:	Mg. Marco Antonio Galvez Quintana

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que me inspiraron a ser una mejor profesional y mejor persona, a los ingenieros que me apoyaron en la elaboración de este proyecto, realmente vi en ellos un gran ejemplo de profesionales, a mis padres por el apoyo incondicional, a mí por persistir, resistir y surgir frente a tantos obstáculos, a mí por tanta paciencia y por entender que nada es lo que parece.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por ser mi más grande motivación.

A los ingenieros Oswald y Julio Cesar por guiarme durante el proceso de elaboración de este informe de tesis.

Al ingeniero Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA, quien aceptó ser mi asesor de tesis y que vino trabajando junto a mi persona hasta poder concretar este proyecto.

A mi prima Dana Malú TREJO CÓRDOVA por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A mis docentes de pre por lograr en mí el amor hacia materias que aparentemente eran difíciles, Joé, Sombrita, Néstor, “el zorro” y a una personita muy especial que me inspiró a entrar en este mundo de la ingeniería civil.

A todos los ingenieros que me apoyaron durante la elaboración de esta investigación, muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	i
Postportada.....	ii
Página de Jurados.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Resumen	xxvi
Abstract.....	xxvii
Introducción.....	xxix
CAPÍTULO I: Planteamiento del problema de investigación	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Planteamiento del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos de la investigación	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. Delimitación de la investigación	8
1.5.1. Espacial	8
1.5.2. Temporal.	8

1.5.3. Social.....	8
1.5.4. Conceptual.....	8
1.6. Viabilidad de la investigación.....	9
1.7. Limitaciones.....	11
1.7.1. Limitación interna.....	11
CAPÍTULO II.....	12
Marco teórico.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación.....	12
2.1.1. A nivel internacional.....	12
2.1.2. A nivel regional.....	13
2.1.3. A nivel local.....	15
2.2. Bases teóricas.....	16
2.2.1. Comportamiento estructural (Variable dependiente).....	16
2.2.2. Actividad minera (variable independiente).....	22
2.3. Marco conceptual.....	36
CAPÍTULO III.....	40
Metodología.....	40
3.1. Hipótesis.....	40
3.1.1. Hipótesis general.....	40
3.1.2. Hipótesis específicas.....	41
3.2. Método.....	41
3.3. Tipo de investigación.....	43

3.4. Nivel o alcance de la investigación	44
3.5. Diseño de la investigación	44
3.6. Operacionalización de variables.....	44
3.7. Población, muestra y muestreo	46
3.8. Técnicas e instrumentos	48
3.9. Consideraciones éticas.....	50
3.10. Procesamiento de estadísticas.....	52
3.10.1. Evaluación, caracterización y estudio de suelos de las minas. 53	
3.10.2. Determinando el perfil de suelo según la e030 usando correlaciones.	57
3.10.3. Hallando los parámetros establecidos por la norma e-030.	58
3.10.4. Clasificación del suelo, según el nivel de degradación.	60
CAPÍTULO IV.....	61
Resultados y discusión	61
4.1. Resultados.....	61
4.2. Discusión de resultados.....	73
4.3. Prueba de hipótesis	77
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA	86
Anexos	96

Matriz de consistencia	96
Instrumento de recolección de información	98
Base de datos	98
Procesamiento de estadística (3.10)	98
<i>Prueba de hipótesis (4.3)</i>	291

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción y resultado de recursos y materiales.....	10
Tabla 2 Funciones usadas para evaluar el estado de la degradación de los suelos.....	24
Tabla 3 Métodos, técnicas e instrumentos.....	43
Tabla 4 Cuadro de operacionalización de variables.....	45
Tabla 5 Consideraciones éticas para el proyecto.....	51
Tabla 6 Características de las minas.....	54
Tabla 7 Comparando el perfil de suelo para antes y después de la explotación.	57
Tabla 8 Cuadro resumen de los parámetros obtenidos del análisis estático	58
Tabla 9 FV obtenido del análisis estático.....	59
Tabla 10 Nivel de degradación de los suelos después de actividad minera y tipo de suelo antes y después de la explotación.	60
Tabla 11 Perfil de suelo y fuerza cortante para los diversos tipos de perfil de suelo.....	62
Tabla 12 Comparando la distribución de la fuerza sísmica en altura.....	63
Tabla 13 Comparando las fuerzas verticales según el tipo de perfil de suelo.....	64
Tabla 14 Comparando las respuestas de aceleración, según el tipo de perfil de suelo.....	66
Tabla 15 Comparando los desplazamientos en X e Y dependiendo del tipo de perfil	67
Tabla 16 Comparando las derivas obtenidas del análisis.	68
Tabla 17 Comparando las fuerzas obtenidas en cada piso según el tipo de perfil de suelo.....	69

Tabla 18 Comparando el tipo de perfil de suelo antes y después de la explotación	72
Tabla 19 Comparando las conclusiones entre dos investigaciones.	75
Tabla 20 Resumen prueba de hipótesis.....	78
Tabla 21 Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 01.	81
Tabla 22 Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 02.	82
Tabla 23 Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 3 y N° 4.....	83
Tabla 24 Matriz de consistencia.....	96
Tabla 25 Coordenadas de la mina Oliver.....	102
Tabla 26 Coordenadas geográficas.	112
Tabla 27 Coordenadas de la mina	121
Tabla 28 Coordenadas de la mina	150
Tabla 29 Coordenadas de la mina	158
Tabla 30 Coordenadas de la mina	168
Tabla 31 Clasificación de los perfiles de suelo según la E030.....	175
Tabla 32 Tipos de suelo antes de la explotación	176
Tabla 33 Clasificación del suelo según la norma sísmica española.....	177
Tabla 34 Clasificación de los suelos antes de la explotación según Vs.....	177
Tabla 35 Clasificación del suelo según la E030.....	196
Tabla 36 Tipo de perfil de suelo después de la explotación.....	196
Tabla 37 Fuerza cortante para un suelo tipo S0.	197
Tabla 38 Fuerza cortante para un tipo de suelo S1.	198
Tabla 39 Fuerza cortante para un tipo de suelo S2.	198
Tabla 40 Fuerza cortante para un tipo de suelo S3.	199
Tabla 41 Cuadro resumen de los parámetros obtenidos del análisis estático. ..	200

Tabla 42	<i>FV obtenido del análisis estático.....</i>	<i>202</i>
Tabla 43	<i>Valores para los patrones de carga.</i>	<i>221</i>
Tabla 44	<i>Respuesta de las aceleraciones para cada tipo de perfil de suelo.....</i>	<i>232</i>
Tabla 45	<i>Resultado del modo de vibración según el tipo de perfil de suelo.....</i>	<i>246</i>
Tabla 46	<i>Desplazamientos de la estructura.....</i>	<i>248</i>
Tabla 47	<i>Desplazamientos para un tipo de suelo S0.....</i>	<i>248</i>
Tabla 48	<i>Desplazamientos para un tipo de suelo S2.....</i>	<i>249</i>
Tabla 49	<i>Desplazamientos para un tipo de suelo S1.....</i>	<i>249</i>
Tabla 50	<i>Derivas para un tipo de suelo S1.</i>	<i>250</i>
Tabla 51	<i>Derivas para un tipo de suelo S0.</i>	<i>250</i>
Tabla 52	<i>Derivas para un tipo de suelo S3.</i>	<i>251</i>
Tabla 53	<i>Deriva para un tipo de suelo S2.</i>	<i>251</i>
Tabla 54	<i>Fuerzas en cada nivel para un S0.....</i>	<i>252</i>
Tabla 55	<i>Fuerza en cada nivel para un S2.</i>	<i>255</i>
Tabla 56	<i>Fuerza cortante para un tipo de suelo S2-sismo dinámico X.</i>	<i>255</i>
Tabla 57	<i>Fuerza cortante para un tipo de suelo S2-Sismo dinámico.....</i>	<i>256</i>
Tabla 58	<i>Niveles de degradación del suelo.</i>	<i>257</i>
Tabla 59	<i>Coordenadas geográficas.</i>	<i>259</i>
Tabla 60	<i>Tipo de suelo antes de la explotación-Mina María O.....</i>	<i>260</i>
Tabla 61	<i>Lista de plantas típicas.....</i>	<i>263</i>
Tabla 62	<i>Lista de animales típicos en la zona.</i>	<i>265</i>
Tabla 63	<i>Flora y fauna típica según PDU.....</i>	<i>266</i>
Tabla 64	<i>Nivel de degradación del suelo mina María O.....</i>	<i>269</i>
Tabla 65	<i>Coordenadas geográficas.</i>	<i>270</i>
Tabla 66	<i>Lista de plantas típicas en la zona.....</i>	<i>274</i>

Tabla 67	<i>Flora y fauna típica según PDU</i>	277
Tabla 68	<i>Nivel de degradación de la mina La Sorpresa</i>	280
Tabla 69	<i>Coordenadas geográficas.</i>	281
Tabla 70	<i>Lista de plantas típicas en la zona.</i>	284
Tabla 71	<i>Lista de animales típicos en la zona.</i>	286
Tabla 72	<i>Flora y fauna típica según PDU</i>	287
Tabla 73	<i>Nivel de degradación Mina Kavasulu.LU.</i> □.....	290
Tabla 74	<i>Tabla del apéndice 6.</i>	293
Tabla 75	<i>Tabla del apéndice 6.</i>	295
Tabla 76	<i>Tabla del apéndice 6.</i>	298
Tabla 77	<i>Tabla del apéndice 6.</i>	300
Tabla 78	<i>Apéndice 6</i>	303
Tabla 79	<i>Apéndice 6</i>	305
Tabla 80	<i>Apéndice 6</i>	308
Tabla 81	<i>Apéndice 6</i>	310

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muro de edificación con presencia de grietas verticales.	3
Figura 2 Viga con presencia de grietas diagonales.	3
Figura 3 Muro con grieta diagonal.....	4
Figura 4 Problemas en el suelo.....	4
Figura 5 Tipo de suelo VS fuerza cortante (Mina La Sorpresa).....	62
Figura 6 Tipo de suelo VS FC de entrepiso 5to. nivel (Mina La Sorpresa).....	65
Figura 7 Tipo de suelo (según E030) Vs nivel de degradación (Según cobertura vegetal)	71
Figura 8 Mina Monchi ubicación usando Google Earth.	98
Figura 9 Coordenadas geográficas Mina Monchi	99
Figura 10 Mina Monchi indicando el nivel de susceptibilidad al movimiento de masa	99
Figura 11 Intensidad sísmica (Nivel VII) en la mina Monchi	100
Figura 12 Frecuencia meteorológica (comprendida entre 0-10) Mina	101
Figura 13 PP Normal acumulada en la mina Monchi.....	101
Figura 14 Ubicación de la mina Oliver (mediante Google earth).	102
Figura 15 Existencia de caída (movimiento de masa) alrededor de la mina Oliver I.	103
Figura 16 Nivel de intensidad registrado en la mina Oliver (Nivel VII).	103
Figura 17 Tipos de frecuencia de heladas en la mina Oliver I (presenta 2: 0-10 y 10-30).....	104
Figura 18 PP normal acumulada en la mina Oliver, la cual está comprendida entre 0-400.....	104
Figura 19 Ubicación de la mina Leonidas usando Google Earth.	105

Figura 20 Coordenadas geográficas mina Leonidas.	105
Figura 21 Tipo de suelo antes de la explotación mina Leonidas.	106
Figura 22 Tipos de suelo.	106
Figura 23 Nivel de peligro de movimiento de masa en la mina Leonidas.	107
Figura 24 Niveles de susceptibilidad de peligro de movimiento de masa.	107
Figura 25 Ubicación de la mina Leonidas donde se muestra la PP normal. acumulada.....	108
Figura 26 Frecuencia meteorológica en la mina Leonidas (0-10).....	108
Figura 27 Niveles de frecuencia meteorológica.	109
Figura 28 Temperatura mínima en la mina Leonidas (8-12).....	109
Figura 29 Lista de temperaturas mínimas.	110
Figura 30 Precipitación acumulada en la mina Leonidas (400-800 PP).	110
Figura 31 Lista de PP normal acumulada.....	111
Figura 32 Ubicación de la mina Coronata E (según Google Earth).	111
Figura 33 Los niveles de susceptibilidad de la mina Coronata E.....	112
Figura 34 Niveles de susceptibilidad.	113
Figura 35 Nivel de intensidad sísmica máxima registrada en la mina. Coronata E	113
Figura 36 Nivel de intensidad sísmica máxima.....	114
Figura 37 Ubicación de la mina Nuestra Señora de Fátima	114
Figura 38	115
Figura 39 Presencia de caída de rocas (Mina Nuestra Señora de Fátima)	115
Figura 40 Movimientos de masa.....	116
Figura 41 Nivel de intensidad máxima (VII).....	116
Figura 42 Intensidad sísmica máxima.	117

Figura 43	<i>Frecuencia de helada meteorológica (comprendida entre 0-10).</i>	117
Figura 44	<i>Temperatura Nuestra Señora de Fátima</i>	118
Figura 45	<i>Temperaturas mínimas:</i>	118
Figura 46	<i>Niveles de PP normal acumulada (Nuestra Señora de Fátima).</i>	119
Figura 47	<i>Erosión fluvial cerca de la mina Nuestra Señora de Fátima.</i>	119
Figura 48	<i>Áreas de exposición</i>	120
Figura 49	<i>Ubicación de la mina María O</i>	120
Figura 50	<i>Tipos de suelo antes de la explotación (Mina María O).</i>	121
Figura 51	<i>Tipos de suelo.</i>	122
Figura 52	<i>Peligro de inundación mina María O</i>	122
Figura 53	<i>Lugares expuestos a caídas de rocas mina María O</i>	123
Figura 54	<i>Lista de movimientos en masa</i>	123
Figura 55	<i>Nivel de intensidad sísmica (Mina María O).</i>	124
Figura 56	<i>Niveles de intensidad sísmica.</i>	124
Figura 57	<i>Nivel de frecuencia de heladas meteorológicas (Mina María O).</i>	125
Figura 58	<i>Frecuencia de heladas meteorológicas:</i>	125
Figura 59	<i>Nivel de PP normal en la mina María O</i>	126
Figura 60	<i>PP normal acumulada:</i>	126
Figura 61	<i>Presencia de peligros (erosión fluvial) cerca de la mina María O</i>	127
Figura 62	<i>Peligros geológicos en la mina</i>	127
Figura 63	<i>Estratigrafía mina María O(uno de los puntos donde se extrajo la muestra)</i>	128
Figura 64	<i>Cuchara de Casagrande</i>	129
Figura 65	<i>Ranurador</i>	130
Figura 66	<i>Balanza</i>	130

Figura 67	<i>Horno.....</i>	131
Figura 68	<i>Tamiz N°40.....</i>	131
Figura 69	<i>Recipientes metálicos.....</i>	132
Figura 70	<i>Espátula</i>	132
Figura 71	<i>Placa de vidrio.....</i>	133
Figura 72	<i>Muestra de suelo.....</i>	133
Figura 73	<i>Malla N°40.....</i>	134
Figura 74	<i>Suelo que pasó la malla N°40</i>	134
Figura 75	<i>Muestra de suelo que pasó la malla N°40.....</i>	135
Figura 76	<i>Mezclando la muestra</i>	135
Figura 77	<i>Mostrando la muestra pastosa.</i>	136
Figura 78	<i>Colocando la masa pastosa en la cuchara de Casagrande.</i>	136
Figura 79	<i>Masa pastosa uniforme en la cuchara de Casagrande.</i>	137
Figura 80	<i>Muestra pastosa del ranurado.....</i>	137
Figura 81	<i>Mostrando el procedimiento del ranurado en la muestra.....</i>	138
Figura 82	<i>Extraemos muestra de la cuchara para el resto de los ensayos</i>	138
Figura 83	<i>Tapa de los envases a usar.</i>	139
Figura 84	<i>Pesamos el envase.....</i>	139
Figura 85	<i>Colocamos los envases con la muestra en el horno.</i>	140
Figura 86	<i>Mezclamos la muestra.....</i>	140
Figura 87	<i>Formamos una masa pastosa con la muestra humedecida</i>	141
Figura 88	<i>Rollito de la muestra.....</i>	141
Figura 89	<i>Peso del envase.....</i>	142
Figura 90	<i>Llevamos las muestras al horno.....</i>	142
Figura 91	<i>Cuarteo de la muestra.....</i>	144

Figura 92 <i>Mostrando el cuarteo de la muestra.</i>	144
Figura 93 <i>Lavando la muestra.</i>	145
Figura 94 <i>Secando la muestra.</i>	145
Figura 95 <i>Tamizado de la muestra.</i>	146
Figura 96 <i>Pesamos parte de la muestra que quedó en una de las mallas.</i>	146
Figura 97 <i>Pesamos parte de la muestra.</i>	147
Figura 98 <i>Ubicación de la mina Juanita.</i>	149
Figura 99 <i>Área expuesta a las inundaciones en la mina Juanita.</i>	150
Figura 100 <i>Área expuesta:</i>	151
Figura 101 <i>Caída de rocas cerca de la mina Juanita.</i>	151
Figura 102 <i>Movimientos de masa:</i>	152
Figura 103 <i>Exposición a movimientos de masa (Mina Juanita).</i>	152
Figura 104 <i>Movimientos de masa:</i>	153
Figura 105 <i>Niveles de susceptibilidad a los movimientos de masa (Mina Juanita).</i>	153
Figura 106 <i>Niveles de susceptibilidad:</i>	154
Figura 107 <i>Nivel de intensidad máxima sísmica en la mina (VII).</i>	154
Figura 108 <i>Intensidad sísmica máxima:</i>	155
Figura 109 <i>Nivel de frecuencia de las heladas (Mina Juanita).</i>	155
Figura 110 <i>Frecuencias de heladas: meteorológicas</i>	156
Figura 111 <i>Nivel de PP normal acumulada.</i>	156
Figura 112 <i>PP normal acumulada:</i>	157
Figura 113 <i>Ubicación de la Mina La Sorpresa</i>	157
Figura 114 <i>Tipo de suelo antes de la explotación Mina la Sorpresa</i>	158
Figura 115 <i>Tipo de suelo.</i>	159

Figura 116	<i>Exposición a la inundación de la Mina La Sorpresa</i>	159
Figura 117	<i>Áreas de exposición</i>	160
Figura 118	<i>Caída de Rocas en la mina La Sorpresa</i>	160
Figura 119	<i>Zonas cerca de la mina expuestas a caídas y deslizamientos.</i>	161
Figura 120	<i>Los niveles de susceptibilidad en la mina (alta y muy alta).</i>	161
Figura 121	<i>Nivel de intensidad sísmica (VII) en la mina La Sorpresa</i>	162
Figura 122	<i>Nivel de frecuencia de helada en la mina La Sorpresa</i>	162
Figura 123	<i>Nivel de PP normal acumulada.</i>	163
Figura 124	<i>Otros peligros a los que está expuestos la mina</i>	163
Figura 125	<i>Mina La Sorpresa-Zona de explotación</i>	164
Figura 126	<i>Tipo de suelo resultado de la explotación en la mina La Sorpresa.</i>	164
Figura 127	<i>Sacando las muestras alteradas (zona Quitasol).</i>	165
Figura 128	<i>Señalando el tipo de suelo de la mina La Sorpresa</i>	165
Figura 129	<i>Ubicación de la mina Kavasulu</i>	168
Figura 130	<i>Tipo de suelo antes de la explotación en la mina Kavasulu.</i>	169
Figura 131	<i>Tipos de suelo.</i>	169
Figura 132	<i>Nivel de susceptibilidad al movimiento de masa</i>	170
Figura 133	<i>Nivel de intensidad máxima registrada en años pasados</i>	170
Figura 134	<i>Nivel de frecuencia de heladas (0-10).</i>	171
Figura 135	<i>Nivel de PP normal acumulada (400-800).</i>	171
Figura 136	<i>Mina Kavasulu</i>	172
Figura 137	<i>Mina Kavasulu</i>	172
Figura 138	<i>Mina Kavasulu</i>	182
Figura 139	<i>Estratigrafía mina Kavasulu</i>	183
Figura 140	<i>Estratigrafía mina Kavasulu</i>	183

Figura 141 Mina La Sorpresa	186
Figura 142 Estratigrafía mina La Sorpresa.	186
Figura 143 Ejecución del ensayo DPL - Mina La Sorpresa	187
Figura 144 Mina María O.....	189
Figura 145 Estratigrafía de la mina María O.....	189
Figura 146 Ejecución del ensayo DPL, mina María O	190
Figura 147 Datos principales de los ensayos DPL y SPT.....	193
Figura 148 N1 para la Mina Kavasulu.....	193
Figura 149 N1 para la mina La Sorpresa.....	194
Figura 150 N1 para la mina María O	194
Figura 151 Entramos al programa y elegimos nuevo modelo.....	202
Figura 152 Seleccionamos y modificamos el tipo de unidad y las normas usadas para modelamientos.....	203
Figura 153 Elegimos el número de grillas en los ejes y también el número de pisos.....	203
Figura 154 Revisamos las unidades con las que se modelará la estructura.	204
Figura 155 Seleccionamos la unidad para cada uno de los parámetros. más usados.....	204
Figura 156 Seleccionamos la unidad para cada uno de los parámetros más usados.....	205
Figura 157 Modificamos las grillas.....	205
Figura 158 Seleccionamos la opción para modificar la grilla.	206
Figura 159 Modificamos las distancias entre eje y eje en el sentido X e Y.....	206
Figura 160 Modificamos las alturas de piso a piso.	207
Figura 161 Modificamos las alturas de entepiso.....	207

Figura 162	<i>Definimos los materiales</i>	208
Figura 163	<i>Creamos el concreto de $F_c=21'$ Kg/cm² a lo seleccionado</i>	208
Figura 164	<i>Modificamos los parámetros del concreto.</i>	209
Figura 165	<i>Creamos el acero $F_y=4200$ Kg/cm².</i>	209
Figura 166	<i>Modificamos todos los parámetros del $F_y=4200$ Kg/cm².</i>	210
Figura 167	<i>Definimos las secciones a crear.</i>	210
Figura 168	<i>Creamos nuevas secciones.</i>	211
Figura 169	<i>Definimos las dimensiones de la columna.</i>	211
Figura 170	<i>Definimos las vigas de 0.25x0.25.</i>	212
Figura 171	<i>Definimos la viga de 0.25x 0.25.</i>	212
Figura 172	<i>Definimos el tipo de losa</i>	213
Figura 173	<i>Definimos la losa aligerada</i>	213
Figura 174	<i>Creamos un nuevo elemento escalera.</i>	214
Figura 175	<i>Seleccionamos la opción de similar Story.</i>	214
Figura 176	<i>Dibujamos las columnas.</i>	215
Figura 177	<i>Dibujamos todos los elementos del edificio.</i>	215
Figura 178	<i>Asignamos restricciones en la base</i>	216
Figura 179	<i>Asignamos restricciones en la base</i>	216
Figura 180	<i>Asignamos la carga muerta a la losa.</i>	217
Figura 181	<i>Asignamos la carga viva.</i>	217
Figura 182	<i>Asignamos la carga viva.</i>	218
Figura 183	<i>Se asignan diafragmas a cada nivel.</i>	218
Figura 184	<i>Definimos los load cases.</i>	219
Figura 185	<i>Definimos la carga muerta.</i>	219
Figura 186	<i>Definimos la carga viva</i>	220

Figura 187	<i>Definimos los patrones de cargas.</i>	220
Figura 188	<i>Colocamos los valores del coeficiente en los patrones.</i>	221
Figura 189	<i>Colocamos el valor del coeficiente "C" en load pattern</i>	221
Figura 190	<i>Definimos las combinaciones.</i>	222
Figura 191	<i>Definimos el combo 1</i>	222
Figura 192	<i>Definimos el combo 2.</i>	223
Figura 193	<i>Definimos el combo 3.</i>	223
Figura 194	<i>Definimos el combo 4.</i>	224
Figura 195	<i>Definimos el combo 5.</i>	224
Figura 196	<i>Definición del combo 6.</i>	225
Figura 197	<i>Definimos el mass source.</i>	225
Figura 198	<i>Definimos el peso</i>	226
Figura 199	<i>Analizamos el modelo.</i>	226
Figura 200	<i>Asignamos qué opciones se revisarán.</i>	227
Figura 201	<i>Verificamos el espectro de respuesta.</i>	227
Figura 202	<i>Definimos el espectro de respuesta.</i>	228
Figura 203	<i>Modificamos los valores para determinar el Sa para un S0.</i>	228
Figura 204	<i>Espectro de respuesta para un suelo S0.</i>	229
Figura 205	<i>Modificamos los valores para determinar el Sa para un S1.</i>	229
Figura 206	<i>Espectro de respuesta para un tipo de suelo S1.</i>	230
Figura 207	<i>Modificamos los valores para determinar el Sa para un S2.</i>	230
Figura 208	<i>Espectro de respuesta para un tipo de suelo S2.</i>	231
Figura 209	<i>Modificamos los valores para determinar el Sa para un S3.</i>	231
Figura 210	<i>Espectro de respuesta para un tipo de suelo S3.</i>	232
Figura 211	<i>Seleccionamos la opción de load case para ver el %.</i>	233

Figura 212 Seleccionamos la opción modal	233
Figura 213 Modificamos los parámetros.....	234
Figura 214 Seleccionamos la opción de deforme de shape para ver los modos.	234
Figura 215 primer modo de vibración	235
Figura 216 Periodo para el modo 1.	236
Figura 217 Periodo para el modo 2.	236
Figura 218 Periodo para el modo 3.	237
Figura 219 Display-Show tables.	237
Figura 220 Verificamos el porcentaje total de la masa participante.....	238
Figura 221 Porcentaje de masa participante del peso total de la edificación	238
Figura 222 Modo 1 para un $P=0.819$	238
Figura 223 Display-show tables.....	239
Figura 224 Verificamos el porcentaje de masa participante.	239
Figura 225 Porcentaje de masa participante del total de edificación.....	240
Figura 226 Modo 1 para el $P=0.8194$	240
Figura 227 Modo 2 para un $P= 0.61345$	241
Figura 228 Modo 3 para un $P=0.4646$	241
Figura 229 Display-Show tables.....	242
Figura 230 Verificamos el porcentaje de la masa participante.	242
Figura 231 Porcentaje de masa participativa del peso total de la edificación....	243
Figura 232 Modo 1 para un periodo $P=0.819$	243
Figura 233 Modo 2 para un periodo ($P=0.6134...$).....	244
Figura 234 Modo 3 para un $P=0.4646$	244
Figura 235 Display-Show tables.....	245

Figura 236	<i>Verificamos el porcentaje total de la masa participante.....</i>	<i>245</i>
Figura 237	<i>Porcentaje de la masa que participa.</i>	<i>246</i>
Figura 238	<i>Fuerzas cortantes para un tipo de suelo S0-sismo dinámico.</i>	<i>252</i>
Figura 239	<i>Fuerzas cortantes para un tipo de suelo S0-sismo dinámico Y.</i>	<i>253</i>
Figura 240	<i>Fuerzas en cada nivel para un S1.....</i>	<i>253</i>
Figura 241	<i>Fuerzas cortantes para u tipo de suelo S1-sismo dinámico.</i>	<i>254</i>
Figura 242	<i>Fuerza cortante para un tipo de suelo S1-sismo dinámico Y.....</i>	<i>254</i>
Figura 243	<i>Fuerza cortante para un tipo de suelo S2-Sismo dinámico Y.....</i>	<i>256</i>
Figura 244	<i>Fuerzas en cada nivel para un S3.....</i>	<i>256</i>
Figura 245	<i>Ubicación de la mina María O</i>	<i>259</i>
Figura 246	<i>Área de cobertura vegetal-Mina María O</i>	<i>261</i>
Figura 247	<i>Área vegetal (Ha) de la mina María O.....</i>	<i>261</i>
Figura 248	<i>Área total Mina María O</i>	<i>261</i>
Figura 249	<i>Área total mina María O</i>	<i>261</i>
Figura 250	<i>Capacidad de uso mina María O</i>	<i>268</i>
Figura 251	<i>Mina La Sorpresa</i>	<i>270</i>
Figura 252	<i>Tipo de suelo antes de la explotación.</i>	<i>271</i>
Figura 253	<i>Tipos de suelo.</i>	<i>271</i>
Figura 254	<i>Área aproximada de vegetación.....</i>	<i>272</i>
Figura 255	<i>Área de vegetación de la mina La Sorpresa.....</i>	<i>272</i>
Figura 256	<i>Mina La Sorpresa, área total</i>	<i>273</i>
Figura 257	<i>Área total mina La Sorpresa.....</i>	<i>273</i>
Figura 258	<i>Capacidad de uso mina La Sorpresa</i>	<i>279</i>
Figura 259	<i>Ubicación de la mina Kavasulu.....</i>	<i>280</i>
Figura 260	<i>Tipo de suelo antes de la explotación de la mina Kavasulu.</i>	<i>281</i>

Figura 261	<i>Área vegetal -Mina Kavasulu.....</i>	<i>282</i>
Figura 262	<i>Área de vegetación -Mina Kavasulu.....</i>	<i>282</i>
Figura 263	<i>Área total de la mina La Sorpresa.....</i>	<i>283</i>
Figura 264	<i>Área total mina Kavasulu.....</i>	<i>283</i>
Figura 265	<i>Mapa de capacidad de uso mina Kavasulu.....</i>	<i>289</i>
Figura 266	<i>Curva normal-deriva / Mina La Sorpresa.....</i>	<i>293</i>
Figura 267	<i>Curva normal-deriva/Mina La Sorpresa.....</i>	<i>296</i>
Figura 268	<i>Curva normal-desplazamientos/Mina María O.....</i>	<i>298</i>
Figura 269	<i>Curva normal-desplazamientos/Mina La Sorpresa.....</i>	<i>301</i>
Figura 270	<i>Curva normal-FC/Mina María O.....</i>	<i>303</i>
Figura 271	<i>Curva normal-FC/Mina La Sorpresa.....</i>	<i>306</i>
Figura 272	<i>Curva normal-AE/Mina María O.....</i>	<i>308</i>
Figura 273	<i>Curva normal-AE/Mina La Sorpresa.....</i>	<i>311</i>

Resumen

La presente tesis presenta en la parte de los antecedentes resúmenes de investigaciones pasadas que tratan de justificar que efectivamente la actividad minera trae muchos problemas ambientales.

El objetivo principal de la presente investigación es determinar los efectos de la actividad minera en el análisis estructural de edificaciones en la ciudad de Abancay, es a partir de esta que se derivan los objetivos secundarios.

Para poder comprobar la hipótesis planteada, se realizarán ensayos en laboratorio, aparte de ello, se usó el programa *ETABS* de esta manera se justifica las hipótesis planteadas.

El ensayo de laboratorio que se mostrará más adelante servirá solo para clasificar el tipo de suelo.

En la parte final del proyecto, se concluye que efectivamente existen efectos negativos en las edificaciones cuando se realiza un análisis estructural. También se dan recomendaciones para poder solucionar este problema, como por ejemplo hacer que las entidades tengan más control sobre el territorio local, reforzar la propia edificación o caso contrario la cimentación de manera que los efectos al momento de realizar el análisis estructural sean menores, etc.

Palabras clave: suelos, minería y análisis estructural.

Abstract

The present thesis presents in the background part summaries of past investigations that try to justify that mining activity actually brings many environmental problems. The main objective of this research is to determine the effects of mining activity on the structural analysis of buildings in the city of Abancay, it is from this that the secondary objectives are derived.

In order to verify the proposed hypothesis, laboratory tests will be carried out, apart from that, the ETABS program was used, in this way the proposed hypotheses are justified.

The laboratory test that will be shown later will serve only to classify the type of soil. In the final part of the project, it is concluded that there are indeed negative effects on the buildings when a structural analysis is carried out. Recommendations are also given to be able to solve this problem, such as making the entities have more control over the local territory, reinforcing the building itself or otherwise the foundation so that the effects at the time of carrying out the structural analysis are less, etc. .

Keywords: soils, mining and structural análisis.

Introducción

En los antecedentes de la presente investigación, se menciona algo muy importante, es que diversas ciudades dentro de las que se encuentra nuestra ciudad de Abancay, se han vuelto dependientes de la actividad minera, ya sea metálica o no metálica; esto conllevará en un futuro a que nuestra región y las demás se vuelvan vulnerables, es decir, esta actividad no será eterna y como bien se sabe trae más perjuicio ambiental a cambio de una estabilidad económica efímera. Con lo mencionado antes se puede afirmar que nuestra región será como lo es ahora Cajamarca una región contaminada, pobre, por que fue saqueada por su materia prima.

La hipótesis general del presente proyecto trata de comprobar que existen efectos negativos en las edificaciones cuando se realiza el análisis estructural, para ello, será necesario extraer muestras de suelo de los puntos más críticos de las minas base para después someterlas a un ensayo en laboratorio de manera que se pueda clasificar los suelos. Seguidamente, estos resultados se usaron en el análisis con el *ETABS*, todo esto se hizo con el fin de obtener resultados de los parámetros del análisis estático y dinámico.

La presente investigación también muestra imágenes de construcciones o edificaciones que quedan cerca de estos centros mineros, en estas imágenes se puede observar que muchas de ellas presentan rajaduras en sus elementos estructurales, lo cual se puede asumir que es producto de esta actividad minera.

CAPÍTULO I: Planteamiento del problema de investigación

1.1. Realidad problemática

El siguiente proyecto trata de comprobar que la actividad minera provoca efectos negativos en el suelo, sobre todo modifica sus propiedades físicas como mecánicas, pues al momento de realizar un análisis estructural antes y después de esta actividad, se observan incrementos en las fuerzas internas de las edificaciones, así como también incremento de las deformaciones unitarias, entre otros parámetros que se determinan para realizar tanto un análisis estático como dinámico.

En la ciudad de Abancay, las edificaciones, sobre todo en los sectores de Pachachaca y otros dentro de la provincia que mencionaremos más adelante, presentan problemas como, por ejemplo: grietas verticales, diagonales y horizontales, desprendimiento de recubrimientos, etc. Para comprobar lo mencionado anteriormente, se pueden ver las siguientes figuras: Figura 1 (muro de edificación con presencia de grietas verticales), Figura 2 (viga con presencia de grietas diagonales) y Figura 3 (muro con grieta diagonal).

Aparte de ello, es importante mencionar los problemas que se presentan en el suelo, ver Figura 4 (problemas en el suelo), ya que este es el elemento que recibe de manera directa el impacto ocasionado por la minería metálica y no metálica, dentro de los efectos se pueden mencionar los siguientes: pérdida de propiedades físicas, pérdida de propiedades mecánicas, pérdida de propiedades químicas. En esta ocasión, nos centraremos en la pérdida de propiedades tanto físicas como mecánicas, son estas las que van a intervenir de manera indirecta en los resultados de

los análisis estructurales para las edificaciones a evaluar. Son diferentes los estudios que afirman que la actividad minera ocasiona efectos muy negativos en el suelo. *“La causa del conflicto es por afectación del recurso agua y suelo que ha llevado al deterioro y degradación socio-ambiental de poblaciones adyacentes. En cuanto a la percepción existe contaminación y afectación del agua y suelo”.* (Paccaya & Huamaní, 2015). *“En el otro extremo están los GORE Amazonas, Apurímac (Abancay), Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Callao, Cusco, Huancavelica, Ica, Lambayeque, Lima, Puno, Tacna y la DGM, las cuales no cumplieron con ninguno de los tres aspectos evaluados en la componente “Identificación y comunicación de minería ilegal”. La componente “Ejecución de acciones de evaluación ambiental minera”, representa el primer aspecto operacional de la fiscalización ambiental minera, razón por la que se le ha asignado un puntaje máximo de 20, como la vigilancia y monitoreo de la calidad ambiental, un aspecto que todos los gobiernos regionales han incumplido: ninguno de ellos ha ejecutado ni una sola acción de evaluación en el periodo evaluado”.* (OEFA, 2013).

Figura 1

Muro de edificación con presencia de grietas verticales.

**Figura 2**

Viga con presencia de grietas diagonales.



Figura 3

Muro con grieta diagonal.

**Figura 4**

Problemas en el suelo.



1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles son los efectos de la actividad minera en el comportamiento estructural de un modelo ideal de una vivienda en la ciudad de Abancay, 2021?

1.2.2. Problemas específicos.

❖ ¿Cuál es la relación entre el tipo/perfil de suelo con el análisis estático de un modelo ideal de vivienda ciudad de Abancay?

❖ ¿Cuál es la relación entre el tipo/perfil de suelo con el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay?

❖ ¿Cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis estático?

❖ ¿Cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis dinámico?

1.3. Justificación

El siguiente proyecto a presentar trata de comprobar que la actividad minera del tipo no metálico interviene indirectamente al realizar un análisis estructural de un edificio, ya que esta actividad produce un gran impacto en el suelo, elemento sobre el cual se proyectan todas las construcciones de ingeniería civil (*Elaboración propia*).

Este trabajo tiene gran importancia porque es un tema innovador, es decir, es un tema que no ha sido estudiado; sin embargo, no deja de ser importante, porque en el departamento de Apurímac, específicamente, en la provincia de Abancay se vienen realizando actividades mineras (no metálica y metálica) a pequeña escala, a mediana escala y a gran escala, por lo que, se deben tomar

recomendaciones al momento de realizar las edificaciones, ya que de algún modo la resistencia o la capacidad portante no será la misma después de haberse practicado dicha actividad (*Elaboración propia*).

El problema principal que va a resolver este proyecto es comprobar que la actividad minera no metálica que se practica en la ciudad de Abancay daña el suelo, haciendo que esta pierda sus capacidades mecánicas y físicas y consecuentemente esta pierda su capacidad portante después de ser explotada, y al momento de realizar el análisis estructural de las edificaciones comprobaremos que las fuerzas internas y las deformaciones aumentarán después de haberse realizado alguna actividad minera cerca al lugar de proyección (*Elaboración propia*).

Otra importancia de este proyecto es que este va a servir de base para que futuros investigadores puedan dar soluciones estructurales frente a este tipo de problemas (*Elaboración propia*).

Vivir de la actividad minera, aparentemente puede ser beneficioso, porque a corto plazo traerá oportunidades de trabajo para un grupo reducido de personas; sin embargo, a largo plazo traerá en la ciudad pobreza y destrucción de nuestro hogar, se sabe bien que esta actividad trae consigo mucho perjuicio al agua, a la tierra, al aire y consecuentemente a las personas y a los animales. No se puede pensar solo en estas generaciones, sino en las generaciones futuras, en qué condiciones vivirán estas personas, creo que es muy egoísta apostar solo por esta actividad, se deben ver otras alternativas por las cuales las personas puedan desarrollarse, y no solo ver a la minería como única opción (*Elaboración propia*).

Los conflictos entre las grandes empresas mineras, las medianas, las formales, las informales y los pobladores de muchas comunidades, ya sea en

nuestra región o en otras donde este tipo de actividad se practique son el pan de cada día, y parece muy poco importar a nuestras autoridades, es por ello que vi como oportunidad a este gran problema tratando primeramente de comprobar las hipótesis planteadas más adelante y en un futuro tratar de dar solución a cada impacto indirecto que ocasiona esta actividad (*Elaboración propia*).

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general.

- ❖ Analizar los efectos de la actividad minera en el comportamiento estructural de un modelo ideal de una vivienda en la ciudad de Abancay.

1.4.2. Objetivos específicos.

- ❖ Determinar la relación del tipo/perfil del suelo con el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay.
- ❖ Determinar la relación del tipo/perfil del suelo con el análisis dinámico de un modelo ideal en la ciudad de Abancay.
- ❖ Determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis estático.
- ❖ Determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis dinámico.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1. Espacial.

El espacio geográfico donde se va a realizar el proyecto es en la ciudad de Abancay del departamento de Apurímac, específicamente en los sectores de Pachachaca, mina María O, mina La Esperanza y mina Kavasulu, entre otras minas dentro del distrito de Abancay.

1.5.2. Temporal.

Se considera desde la fecha más antigua donde se haya podido recolectar información, hasta el momento en el que se sustente la tesis, es decir, desde el 2007 al 2022.

1.5.3. Social.

En el caso de este proyecto, los beneficiarios serían los habitantes de la ciudad de Abancay, específicamente, los sectores de Pachachaca y Quitasol.

Para llevar a cabo este proyecto, fue necesario hacer uso de un laboratorio de suelo particular que fue financiado por mi persona, aparte de ello, se realizaron consultas externas a especialistas en la rama para poder absolver ciertas dudas y que también fue financiado por mi propia persona.

1.5.4. Conceptual.

El siguiente proyecto de tesis tiene como tema principal a investigar el incremento de los efectos en el comportamiento estructural de un modelo ideal de una vivienda por causa de la actividad minera que se practica en la ciudad de Abancay. Específicamente, se estudiarán las siguientes dimensiones: tipos de suelo, análisis estático y análisis dinámico.

Para llevar a cabo este proyecto, se usaron distintas normativas de las que podemos mencionar las siguientes: (E030-Diseño sismorresistente), (E020-cargas), (E050-suelo y cimentaciones), (E060-concreto armado), etc.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Acceso al campo de estudio.

Esta tesis se considera viable ya que se cuenta con información brindada por entidades públicas como son el *INDECI*, *REINFO*, *Dirección Regional de Energía y Minas del Gobierno Regional de Apurímac*, así como también se tiene acceso a investigaciones que guardan relación con la tesis en estudio.

A parte de ello se cuenta con normas como son la “E030 sismorresistencia”, la “E060 concreto armado”, “E050 suelos y cimentaciones”, entre otras, que sirven de guía para hacer el análisis estructural.

1.6.2. Factor humano.

A este nivel también, se considera viable ya que el asesor de tesis estaba dispuesto a intervenir de manera efectiva en este proyecto.

Por otro lado, se buscó asesoría externa de ingenieros estructurales que también estaban dispuestos a colaborar con este proyecto.

1.6.3. Recursos financieros.

Se cuenta con recursos económicos para cubrir los gastos como son: viáticos, ensayos de laboratorio, asesorías externas, viajes, entre otros gastos. Por lo mencionado, antes también, se considera viable.

1.6.4. Recursos materiales.

Respecto a los materiales se cuenta con escritorios, sillas, hojas bond, cuadernillos, lápices, lapiceros, reglas, borradores, laptop, copias de investigaciones pasadas, equipo para ensayos (alquiler) y, finalmente, instrumentos necesarios para ensayos de suelo, de granulometría y límites de consistencia (alquilado). Como se puede observar estos materiales ya sean propios o alquilados son suficientes para considerarse viable.

Tabla 1

Descripción y resultado de recursos y materiales.

Descripción del recurso	Resultado
1. Acceso al campo de estudio.	Viable
2. Factor humano.	Viable
3. Recursos financieros.	Viable
4. Recursos materiales.	Viable

Fuente: Elaboración propia.

1.7. Limitaciones

1.7.1. Limitación interna.

Respecto al tema seleccionado para el estudio, no se encuentra información de proyectos anteriores con el mismo tema a tratar; sin embargo, esto no fue motivo para abandonar la investigación. A parte de ello, es importante mencionar que no solo se presentaba ese problema, sino que también se estaba atravesando por una crisis mundial (*COVID 19*). Esto obstaculizaba el avance progresivo del proyecto, pero fue superado con el tiempo. Otro problema durante el avance del proyecto es que me designaron a tres asesores debido a que ninguno estaba conforme con el tema a tratar, finalmente, otro problema que se ha resuelto es que en vista a que la norma *E-030* precisa usar ciertos parámetros para determinar el tipo de perfil de suelo, se estuvo usando cuadros correlativos y usar otros ensayos de manera que se estuvo determinando los parámetros solicitados por la propia norma.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

Antes es importante mencionar que investigaciones parecidas al tema principal de la presente investigación no se encuentra, es por ello, que se ve por conveniente buscar investigaciones que traten de la minería y sus efectos sobre el suelo y por otro lado se ve por conveniente buscar investigaciones que traten de temas donde las edificaciones presentan problemas debido a algún efecto en el suelo.

2.1.1. A nivel internacional.

Un deterioro en el medio ambiente es lo que presenta la provincia de Santiago de Cuba debido al otorgamiento de yacimientos con fines de explotación minera no metálica. El tipo de explotación que se practica es a cielo abierto, alterando las geoformas y todo el medio ambiente (Carcassès, De Oca Risco, & Mayda, 2013)

Los municipios de Cundimarca coincidieron en concluir que la agricultura y la minería eran dos actividades que contaminaban el suelo, tanto en el aspecto físico y químico (Maria Eugenia & Vanesa, 2016)

La minería poco tecnificada o también conocida como minería artesanal produce erosión, desestabilización del terreno ya que carecen de diseños de explotación. La extracción del carbón es considerada como minería poco tecnificada. (Duarte, Acevedo Sarmiento, & Milena Carrillo, 2016)

Deterioro de la calidad del suelo, agua, aire, flora y fauna son algunos indicadores que presenta la minería informal en el cerro El Toro, concluyendo que presentan un impacto altamente crítico. (Horna & Corcuera, 2015)

Textura de suelo gruesa, suelo poco fértil, capacidad de intercambio catiónico alterado, entre otros efectos negativos son características del suelo en Madre de Dios debido a la práctica de la actividad minera metálica (Ramirez & Velásquez, 2017)

En la fase de explotación minera, los principales impactos directos son: deforestación, remoción de suelo, alteración de la morfología y del caudal, contaminación por hidrocarburos y emisión de ruido. (Miloslavich & Moschella, 2011)

2.1.2. A nivel regional.

Son 11 conflictos generados en la región, esto debido principalmente a que los distintos sectores de la sociedad los cuales son: la población, las empresas privadas y el Estado tienen posturas contrarias entre sí (Mayna Flores, 2017).

La imposibilidad de llegar a acuerdos entre los privados y las comunidades generan un alto índice de conflictividad social, esto sobre todo a una falta de regulación ambiental (Gutierrez Roman , 2021).

Al realizar un análisis estructural para un edificio formado por bloques y separados por juntas que a su vez compartían un mismo cimiento, se observó que el edificio más pequeño tomaba parte de las fuerzas y desplazamientos del edificio más grande y también se observó el incremento de momentos en la cimentación (Puma Alvarez, 2017)

En el marco teórico de la presente investigación, se habla de conflicto social y socioambiental, en este capítulo también hablan sobre el desarrollo de la actividad minera en el país. La dinámica de los espacios territoriales y las personas involucradas en el conflicto se habla en el capítulo 3 (Torre Sandoval, 2018).

Las perforaciones con diamantinas abarcan un área aproximada de 30 Ha, esto conllevará al aumento de la erosión en zonas de pendiente (Concha Contreras, 2013).

La biodiversidad existente en Las Bambas y las comunidades aledañas se estaría poniendo en riesgo debido a la ausencia de estrategias regionales de gestión ambiental, en estas zonas existen evidencias de contaminación, a lo que se concluye que la explotación empeoraría la situación (Espinoza Herrera, Astocondor, Porlles Loarte, & Romero Baylòn, 2016).

Se concluye que la vulnerabilidad estructural de los resultados obtenidos en el Asentamiento Humano Santa Rosa del distrito de Chaupimarca de la provincia y región de Pasco, es alto debido a que el 93% de las viviendas presentan daños significativos estructuralmente. Más del 50% de las viviendas presentan daños altos a nivel estructural. El riesgo de medio a alto de colapso, contando que las viviendas de adobe serían las más vulnerables debido a su antigüedad y daños encontrados en las mismas (Meza, Salazar, 2020)

Las viviendas de adobe serían las más vulnerables, esto en la parte de riesgo, donde se clasifica de medio a alto. Del estudio, se concluye también que el porcentaje de viviendas que presentan daños significativos sería el 93%, un 50% presentaría daños altos, todo esto cuando se refiere a vulnerabilidad estructural (Meza, Salazar, 2020)

Las aceleraciones no superan los 0.3g en un rango de 200m para el comedor y 195m para las oficinas, por lo que se concluye que no causa efectos en las edificaciones antes mencionadas, esto específicamente en la mina Ítalo, minera Phuy Yuraq II (Silva, Tongo & Rumay, Sánchez, 2016)

Se puede concluir que es posible elaborar modelos predictivos de vibraciones que muestre la realidad de los disparos, a esto se le debe apoyar con los datos de monitoreo de las vibraciones reales (Cornejo, Chacón & Huamán, Rivas, 2020)

2.1.3. A nivel local.

La desterritorialidad o la baja identidad territorial está causando que muchas ciudades sean desplazadas con el único fin de generar ingresos económicos a base de la minería, sin tomar en cuenta que en un futuro se volverán vulnerables, un ejemplo de ello son las siguientes ciudades: Abancay, Cajamarca, Tacna, Cerro de Pasco y Huaraz (Ventura Egoàvil, 2017).

Se evaluaron diversos componentes como la identificación y comunicación de minería ilegal, en la cual no se cumplieron con los aspectos evaluados, por otro lado, se evaluó la componente ejecución de acciones de evaluación ambiental minera, en esta parte se debía evaluar la vigilancia y el monitoreo de la calidad ambiental. Estos son componentes evaluados en los GORE de Amazonas, Apurímac, Arequipa, etc. (OEFA, 2013).

El crecimiento poblacional en la ciudad de Abancay se ha visto incrementado estos últimos años, prueba de ello es la ocupación de terrenos no aptos para vivienda. Estos terrenos se encontrarían expuestos a fenómenos geohidrológicos debido a su geodinámica y climática de zonas (Villacorta Chambi, y otros, 2016).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Comportamiento estructural (Variable dependiente).

Se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria. (Hibbeler, 2010).

Se denomina comportamiento estructural al desempeño o a la manera de reaccionar de todos aquellos elementos estructurales que forman parte de una edificación ante la ocurrencia de un sismo que la afecte. (REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES, 1998)

2.2.1.1. Estructura.

La palabra “estructura” tiene diferentes significados. En su acepción más general, se refiere a la forma en que se organizan las partes de un sistema u objeto. Desde el punto de vista ingenieril, las estructuras están ligadas a la construcción; así, son estructuras los puentes, los edificios, las torres, las presas, etc. (Torralbo Correas, 2019)

2.2.1.2. Edificaciones.

Nombre genérico con que se designa cualquier construcción de grandes dimensiones fabricada con piedra o materiales resistentes y que está destinada a servir de espacio para el desarrollo de una actividad humana. (Cardenas Figueroa & Monroy)

2.1.1.3. Edificio.

Es una construcción fija que se utiliza como vivienda humana o que permite la realización de distintas actividades. El origen etimológico del término está

relacionado con hacer fuego, ya que las primeras construcciones humanas tenían como objetivo la protección del fuego.

2.2.1.4. Carga.

Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (E-020, 2018)

2.2.1.4.1. Carga muerta

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. (E-020, 2018)

2.2.1.4.2. Carga viva

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (E-020, 2018)

Todas las cargas que no son muertas, son consideradas como vivas, tales como la lluvia, el viento, inundaciones, sismo, nieve, etc. (McCormac, 2002).

2.2.1.4.3. Fuerza

En física, se define como una magnitud de tipo vectorial que es la encargada de cambiar el estado de reposo o movimiento en la que se encuentra un cuerpo; en física también, se puede definir como la magnitud capaz de producir deformación en los cuerpos, como toda magnitud vectorial la fuerza puede ser expresada y representada por vectores en física, para facilitar su tratamiento. (DE INGENIERÍAS, 2019)

2.2.1.4.3.1. Fuerzas internas

Cuando sobre una estructura actúan fuerzas externas (cargas), dentro de ella, se presentan fuerzas internas que resultan en momentos flectores, fuerzas cortantes y fuerzas axiales. (Flores Palomino, 2018)

2.2.1.6. Deformaciones.

Siempre que un elemento estructural es cargado, presenta deformaciones angulares (giros) y deformaciones lineales (desplazamientos o deflexiones).

Las deformaciones angulares son las rotaciones que sufren los elementos estructurales a lo largo de sus ejes, mientras que las deformaciones lineales son los desplazamientos verticales u horizontales. (Flores Palomino, 2018)

2.2.1.7. Agrietamientos.

Los esfuerzos internos provocados en el interior de los miembros de las estructuras tienden a formar grietas o fisuras en las zonas más vulnerables. Los agrietamientos pueden ser causados por fuerzas axiales de tensión en elementos delgados y gruesos, por momentos flectores en una viga y por fuerzas cortantes en una viga. (Flores Palomino, 2018).

2.2.1.8. Estado límite.

Se dice que una estructura alcanza un estado límite cuando ya no es capaz de cumplir alguna de las funciones para las cuales fue concebida. (Wight & Macgregor, 2012).

- **Estados límites últimos**

Son estados en los cuales se tiene el colapso parcial o total de la estructura, pudiendo traducirse en pérdidas económicas y de vidas humanas. Debido a esto, deben tener una probabilidad muy baja de ocurrencia, los principales estados

límites últimos son: pérdida de equilibrio, rotura, colapso progresivo, formación de un mecanismo plástico, inestabilidad, fatiga. (Flores Palomino, 2018).

- Pérdida de equilibrio: se da cuando no pueden desarrollarse las reacciones necesarias para mantener el equilibrio de una estructura. Un ejemplo claro podría darse en el deslizamiento o en el volteo de un muro de contención. (Ottazzi Pasino, 2004)

- Rotura: Se da cuando alguno de los elementos estructurales falla o se rompe, llevando al colapso total o parcial de la estructura. En este estado límite, se basa la mayoría del diseño en concreto armado. (Wight & Macgregor, 2012)

- Inestabilidad: En concreto armado, la inestabilidad está dada por el pandeo de las columnas. En estructuras de acero, también se considera el volcamiento de vigas. (Wight & Macgregor, 2012)

- **Estados límites de servicio:** Estos estados se dan cuando se interrumpe el funcionamiento normal de las estructuras sin necesidad de llegar al colapso (Wight & Macgregor, 2012). Los principales estados límites de servicio son:

- Deflexiones excesivas: Durante el periodo normal de funcionamiento de una estructura, las deformaciones excesivas podrían causar el mal funcionamiento de maquinarias, el quiebre de tabiques, de vidrios y ventanas y podrían ser visualmente perceptibles e inaceptables arquitectónicamente. (Wight & Macgregor, 2012).

- Excesivo agrietamiento: el agrietamiento excesivo podría traducirse en corrosión del acero de refuerzo y el posterior del concreto. También puede traducirse como en filtraciones indeseables en estructuras que almacenen líquidos, tales como reservorios, piscinas o cisternas de agua. (Ottazzi Pasino, 2004).

- Vibraciones indeseables: la vibración constante de un piso podría causar miedos e inseguridades en las personas que circulen en él, aunque este no es mayor problema en estructuras de concreto armado. (Wight & Macgregor, 2012).

- **Estados límites especiales:** Estos estados límites se dan en condiciones excepcionales, tales como:

- Daño o colapso provocado por un sismo extremo.
- Daño provocado por incendios, explosiones o choques de vehículos contra la estructura.
- Daño provocado por corrosión o deterioro de la estructura, etc.

(Wight & Macgregor, 2012)

2.2.1.9. Análisis estático (dimensión 1 de la variable dependiente).

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación. Debe emplearse solo para edificios sin irregularidades y de baja altura, según se establece en el artículo 14. (NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016)

En este análisis se destacan tres ecuaciones fundamentales, la primera de estas es la ley constitutiva, que aproxima las propiedades elásticas de los materiales como una variación lineal de esfuerzos y deformaciones. La evaluación de estas propiedades se realiza a través de ensayos de laboratorio. La segunda ecuación fundamental es del equilibrio estático que determina que los esfuerzos y deformaciones internos de un sistema estructural, así como de cada componente de este (miembros estructurales) e incluso de cada elemento diferencial, todos deben relacionarse directamente con las cargas aplicadas y los desplazamientos generados sobre el sistema, respectivamente. La tercera ecuación fundamental es la compatibilidad de deformaciones. (Carrasco Angulo, 2011)

2.2.1.10. Análisis dinámico (Dimensión 2 del análisis dinámico).

Mientras que el análisis estático, se limita a los tipos de cargas de constantes en el tiempo, el dinámico abarca muchas más cargas entre las cuales se puede citar la sísmica, las cargas de impacto, las dinámicas alternantes o pulsantes (en tracción o compresión) y otras como las cargas producto de la presión hidrodinámica de algún fluido. (Carrasco Angulo, 2011)

2.2.1.10.1. Desplazamientos reales o inelásticos.

Son los desplazamientos que se dan cuando el edificio ha incurrido en el régimen inelástico. Teóricamente, estos desplazamientos deberían calcularse mediante un análisis estructural inelástico, considerando rótulas plásticas y pérdida de rigidez por agrietamiento de vigas y columnas. Sin embargo, las normas establecen su cálculo a partir del análisis estructural elástico realizado, multiplicando los desplazamientos obtenidos del análisis sísmico por un factor de $0.75R$ para estructuras regulares y por un factor de R para estructuras irregulares (Flores Palomino, 2018).

2.2.1.10.2. Desplazamientos laterales permisibles.

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 16 (16.4), no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en la tabla siguiente (NORMA TÉCNICA E.030/DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2018).

2.2.1.10.3. Distorsiones de entrepiso.

La distorsión de entrepiso, deriva de entrepiso o drift, es la relación entre desplazamiento relativo de dos entrepisos y la altura del entrepiso. La norma E-030 limita estas distorsiones dependiendo del material del edificio (concreto, acero, albañilería o madera). Para estructuras de concreto armado, la distorsión está limitada a 0.007 (Flores Palomino, 2018).

2.2.2. Actividad minera (variable independiente)

Es una actividad económica del sector primario cuando nos referimos a la extracción de minerales y del sector energético, si hacemos referencia a la extracción de combustibles fósiles. Es representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. Dependiendo del tipo de mineral a extraer la actividad, se divide en minería metalúrgica que son empleados como materias primas básicas para la fabricación de una variedad de productos industriales. Mientras que la minería no metalúrgica o también denominada de cantera y construcción, son usados como materiales de construcción y materia prima de joyería, ornamentación, entre otros usos. Otro tipo de minería es la extracción de los minerales energéticos o combustibles, empleados principalmente para generar energía como, por ejemplo: el petróleo, gas natural y carbón.

(Wikipedia, 2021)

La minería es una actividad extractiva cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria manufacturera y es una importante fuente de crecimiento económico para los países en vías de desarrollo. La actividad minera consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre, lo cual, en muchos casos, implica la extracción física de grandes cantidades de materiales de la misma, para recuperar solo pequeños volúmenes del producto deseado. El objetivo de la minería es obtener minerales o combustibles. (Dammert Lira & Molinelli Aristondo, 2007)

2.2.2.1. Nivel de degradación del suelo asociado a la actividad minera (dimensión 1 de la variable independiente).

Oldeman y Van Lyden (1998), establecieron en la metodología GLASOD una serie de características descriptivas usadas para evaluar el estado de la degradación de los suelos y clasificarla en uno de los cuatro niveles: ligero, moderado, severo y extremo. Sin embargo, se realizaron modificaciones en estos criterios teniendo en cuenta las particularidades de la zona de estudio y el enfoque de este trabajo, todo esto se presenta en la Tabla 1.

El proceso de determinación del nivel de degradación se realizó de acuerdo a un método cualitativo basado en las observaciones hechas en cada sitio durante el trabajo de campo y una relación de factores tales como estado antes de la minería, duración y tipo de explotación, tiempo desde que cesó la actividad, ocupación, cobertura y pedregosidad del sustrato con lo que se infirió información que se utilizó para calificar el nivel de degradación para las funciones del suelo evaluadas.

Para definir, en general, el nivel de degradación para cada sitio, se tomó en cuenta el resultado de la calificación de las funciones analizadas, la que prevaleciera sería la calificación general. (Cantero & Argemiro, 2015)

Tabla 2

Funciones usadas para evaluar el estado de la degradación de los suelos.

Funciones	Niveles de degradación del suelo			
	Ligero	Moderado	Severo	Extremo
Cobertura vegetal	Áreas descubiertas entre el 10% al 25%.	Áreas descubiertas entre el 25% y 50%.	Áreas descubiertas entre el 50% y 75%.	Áreas descubiertas que superan el 75%.
Función biótica	Anidamiento, refugio y reparación de macroorganismos	Anidamiento, refugio y reparación de micro y mesoorganismos.	Actividad de la biota pionera y oportunista	Solo presencia de la biota pionera más simple.
Rehabilitación potencial	Acciones de aislamiento y favorecimiento	Acciones de aislamiento y favorecimiento de coberturas nativas	Aislamiento y requerimiento ingenieril	Impactos causados y son de

	de coberturas nativas a corto plazo.	con resultados a mediano plazo.	a bioingenieril, con resultados a largo plazo.	carácter lentamente reversible
Capacida d de uso	Agricultura tradicional con restricciones y pastos.	Agricultura de subsistencia con prácticas ligeras de manejo (conservación + nutrición)	Bosque protector y si se presenta las condiciones bosque protector productor	Uso de conservación.

Fuente: elaboración propia

La degradación de un suelo es un término muy amplio frente a la erosión del suelo, ya que el primero afecta a todo el ecosistema. Se podría decir, que la erosión causa la degradación del suelo y se rebela como un problema medioambiental relevante que afecta a todo el ecosistema. (ALMOROX ALONSO, LOPEZ BERMUDEZ, & RAFAELLI, 2010)

2.2.2.2. Perfiles del suelo.

Para los efectos de esta norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte \bar{V}_s , alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT) o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada \bar{c}_{su} para suelos

cohesivos. Estas propiedades se determinan para los 30m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel de fondo de cimentación. (NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016).

Los tipos de perfiles son 5:

- Perfil tipo S0: Roca dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte mayor que 1500 m/seg. Las mediciones corresponden al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s . (NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016)

- Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/seg y 1500 m/seg, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5kg/cm²).
- Arena muy densa grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20m), con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²)

y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

- Perfil tipo S2: Suelos intermedios.

A este tipo, corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte entre 180 m/seg y 500 m/seg, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada entre 50 kPa y 100 kPa y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

- Perfil tipo S3: Suelos blandos.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte menor o igual a 180 m/seg, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada entre 35 kPa y 50 kPa y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no corresponda al tipo S4 y que tenga más de 3m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad mayor que 20, contenido de humedad mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada menor que 25 kPa.

- Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales.

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Solo es necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el estudio de mecánica de suelos así lo determine. (NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016)

2.2.2.3. Minería en Apurímac.

El ciclo del minado de las labores consiste en perforación, voladura, ventilación, limpieza, sostenimiento, carguío y transporte. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

Todo el ciclo de minado se completa en una guardia de 8 horas, se trabaja una hora por día. El titular minero, dentro de sus instalaciones de actividad minera, ha organizado el laboreo minero en sus diferentes actividades cíclicas, a fin de darle secuencia adecuada de trabajo, con el objetivo de obtener un aporte sostenido y constante de mineral. Durante la fase de explotación, se realizan las siguientes actividades:

- **Perforación:** Dentro del proceso de explotación, la perforación es la operación unitaria de mayor importancia, ya que determina el ritmo de la operación minera e influye directamente en la eficiencia del método de explotación.

La perforación se realiza en forma ascendente a partir de los subniveles con una inclinación promedio de 70° (tajeos), manteniendo siempre el paralelismo en todos los casos, con barrenos de 3 y 4 pies de

longitud, con perforadoras neumáticas. Es fundamental que los operadores de las perforadoras conozcan a fondo el manejo de este equipo, sus posibilidades y limitaciones, su mantenimiento básico y capten claramente los diseños del trazo o plan de perforación, entendiendo claramente el propósito o finalidad de la perforación a realizar. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

- **Voladura:** Esta operación unitaria es también de suma importancia y es ejecutado después de la etapa de perforación. Consiste en romper o triturar el macizo rocoso mediante el empleo de explosivos. La cantidad de carga depende de la tenacidad de la roca y de la dimensión del frente de voladura e influyen: el número, diámetro y profundidad de taladros y el tipo de explosivo e iniciadores a emplear. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

La voladura en las labores es totalmente convencional; para ello, se utiliza explosivo. Los accesorios de voladura a utilizar son: mecha lenta y fulminante N° 8. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

- **Ventilación:** Consiste en tener un ambiente laboral agradable con buenos estándares en ventilación, es de suma importancia para llevar a cabo trabajos en este tipo de minería. El diseño del sistema de ventilación estará calculado de acuerdo a la cantidad de trabajadores que desarrollan las actividades para permitir un flujo adecuado de aire al interior de la mina de acuerdo con la siguiente escala:

Hasta los 1500msnm, la cantidad mínima de aire necesaria por hombre será de 3m³/min.

De 1500 a 3000 msnm aumentará en 40% que será igual a 5m³/min.

Sobre los 4000msnm aumentará en 100% que será igual a 6 m³/min.

En el caso de emplearse equipo Diesel, la cantidad de aire circulante no será menor de tres (3) m³/min por cada HP que desarrollen los equipos.

Para inyectar aire fresco a los frentes de trabajo subterráneo, se emplean ventiladores eléctricos; con los cuales, se ventila el tiempo requerido para diluir el polvo y los gases generados por la voladura.

Limpieza de los frentes de trabajo: el material fragmentado, producto de la voladura (mineral y desmonte), la limpieza del frente de trabajo se realiza a pulso empleando herramientas manuales como picos, lampas y carretillas. El material es evacuado a superficie.

Acarreo: El acarreo de mineral se realiza con carros mineros sobre neumáticos que evacuan el mineral y desmonte de interior mina a superficie.

Transporte: El transporte del mineral de mina a las diferentes plantas de procesamiento se realiza en camiones de 10Tn. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

- **Sostenimiento:** El sostenimiento en las labores mineras se realiza cuando el terreno presente inestabilidad en la caja techo y hastiales. Esta actividad se ejecutará antes de la perforación de los frentes.

En general la masa rocosa en su interior, soporta grandes presiones en todas las direcciones y es estable debido al equilibrio de estas fuerzas a la insistencia de vacíos; pero esto, cambia al momento de perforar y extraer el material derrumbado producto de la voladura y explosión, por el cual queda una cavidad, entonces, el macizo rocoso sufre un reacomodo de fuerzas, dentro de

dicha cavidad (socavón) existe material suelto que al reacomodo del macizo provoca la caída de rocas, planchones de rocas, entre otros, que puede ocasionar daños al personal, a los equipos, etc.

Para prevenir este tipo de accidentes debemos tener siempre en cuenta:

- ❖ Adecuado diseño de las labores mineras y de los trazos de disparo.

- ❖ Correcta cantidad de explosivos para evitar un sobredimensionamiento de las labores y como consecuencia un debilitamiento y agrietamiento de la roca encajonante y una alta dilución y se requiere más sostenimiento.

- ❖ Un adecuado programa de desatado y desquinchado antes, durante y después de la perforación.

Para compensar el esfuerzo de la masa rocosa que está conteniendo al socavón, se ha visto por conveniente desarrollar el sostenimiento mediante marcos de madera, el cual tiene por objeto mantener abiertas las labores mineras durante la explotación, compensando el equilibrio inestable de las masas de roca que soporta. (GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC, 2021)

2.2.2.4. Efectos en el suelo por la minería.

Efectos en el terreno:

- Desertización: deforestación, erosión, pérdida de suelo fértil (Lillo).
- Modificación del relieve, impacto visual, alteración de la dinámica de los procesos de ladera (Lillo).

- Peligros geotécnicos: como por ejemplo la desestabilización de laderas por sobrecargas y/o excavaciones y alteraciones en el nivel freático, así como también subsidencia por huecos (subsidencia por depresión en el nivel freático). (Lillo)

Efectos en el suelo

- Pérdida de propiedades físicas, es decir, existirá variaciones en la textura (porosidad y permeabilidad) por procesos de esponjamiento, compactación, deposición de partículas y formación de costras. (Lillo)
- Pérdida de la estructura edáfica por compactación, mezcla de horizontes, deposiciones de partículas, etc. (Lillo)
- Pérdida de propiedades físicas como, por ejemplo, variaciones en el régimen hídrico del suelo por alteraciones en el nivel freático y variaciones texturales y estructurales, también existirá pérdida física de suelo por extracción y arranque, acumulación de vertidos (escombreras y balsas) o construcción de infraestructuras. Por erosión inducida. (Lillo)
- Pérdida de propiedades físicas: como alteraciones en los horizontes por arranque y/o mezcla de horizontes, deposición de vertidos y polvo. Pérdida de los horizontes superficiales por erosión inducida (Lillo).

2.2.2.5. Tipos de minería.

Existen diversas clasificaciones para la actividad minera, de las cuales podemos mencionar las siguientes: por su tipo de actividad (exploración y explotación, beneficio, de labor general y transporte minero), por la naturaleza de las sustancias, por la forma de los yacimientos, por su método de explotación, por el valor económico de las sustancias, por la ubicación de los minerales, según su

denunciabilidad, por su tamaño, por el tipo de producción y por su legalidad. En este caso, solo tocaremos el tipo de minería teniendo en cuenta el método de explotación. (Dammert Lira & Molinelli Aristondo, 2007)

2.2.2.5.1. Por su método de explotación.

Podemos mencionar dos tipos, los cuales son:

- De superficie, denominado también a cielo abierto.
- Subterráneo o de socavón. (Dammert Lira & Molinelli Aristondo, 2007)

Seguidamente, mostraremos un resumen de cada uno de los tipos mencionados:

- ❖ De superficie, denominado también a cielo abierto:

Se conoce como minería a cielo abierto; minería a tajo abierto o cantera, a aquellos aprovechamientos mineros o explotaciones mineras, que se desarrollan en la superficie del terreno, a diferencia de la mina subterránea o de perforación. La minería a cielo abierto se aplica cuando los depósitos comercialmente útiles se encuentran cerca de la superficie. Se emplean medios mecánicos o explosivos para remover los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma al yacimiento o banco de materiales. Estos materiales se denominan, genéricamente, estéril, mientras que a la formación a explotar se le llama mineral (WIKIPEDIA, s.f.)

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril/mineral con que se debe extraer este último. Este parámetro, comúnmente denominado "ratio", puede ser muy variable de unos depósitos a otros, pero en todos condiciona la viabilidad

económica de las explotaciones y, consecuentemente, la profundidad que es posible alcanzar por minería de superficie. (Herrera Herbert, 2006)

La minería a cielo abierto exige la realización de una excavación superficial que contendrá la infraestructura de servicio, las labores de preparación y las operaciones de arranque propiamente dichas. En este tipo de minería, el objetivo primordial de la mecánica de rocas será asegurar la estabilidad de los diversos taludes e infraestructuras de la mina. En este método de explotación, se reconocen dos grandes tipos de canteras y rajos. (GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD FÍSICA DE INSTALACIONES MINERAS Y REMANTES, 2018).

❖ Subterráneo o de socavón

Es la explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para la sección de este método, se deben considerar varios factores como resistencia del mineral y de la roca encajonante: tamaño, forma, profundidad, ángulo de buzamiento y posición del depósito; continuidad de la mineralización; etc. (SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO-SGM, s.f.)

El método de explotación subterránea es utilizado cuando las zonas mineralizadas (vetas o cuerpos de mineral económico) son angostas y profundas, por lo que según las evaluaciones técnicas y económicas justifica las perforaciones de túneles y socavones para posibilitar su extracción. Las actividades o procesos que comprende este método de explotación son: exploración; desarrollo: preparación y explotación; extracción: transporte y manipuleo de minerales. (INACAP)

2.2.2.6. Impactos al ambiente físico.

- Actividades que generan impacto al relieve.

Las actividades de construcción, exploración, cierre y poscierre que generaren impactos sobre el relieve se mencionan a continuación: construcción, preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo, construcción del depósito de desmonte de construcción disposición del mismo, construcción de campamentos y servicios auxiliares, construcción de los depósitos de desmonte de mina, extracción de muestras de mineral, tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal), operación (extracción de muestras de las labores subterráneas de exploración, disposición del desmonte de mina en los depósitos), tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal), cierre y poscierre (tránsito de vehículos para transporte de material y personas para actividades de cierre). (Salazar Calletano & Espinoza Ancalle, 2012).

- Actividades que generan impacto al suelo.

Las actividades de construcción, operación, cierre y poscierre que generarán impactos o riesgos sobre el suelo, se mencionan a continuación: construcción, preparación de áreas de acumulación de suelo orgánico y disposición del mismo, construcción de campamentos y servicios auxiliares, construcción de los depósitos de desmonte de mina, extracción de muestras de mineral subterráneo, tránsito de vehículos (insumos, equipos y personal), extracción de muestras de mineral, cierre y poscierre. (Salazar Calletano & Espinoza Ancalle, 2012).

2.3. Marco conceptual

- **Actividad minera:** La actividad minera consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales, a partir de la corteza terrestre, lo cual, en muchos casos, implica la extracción física de grandes cantidades de materiales de la misma, para recuperar solo pequeños volúmenes del producto deseado. El objetivo de la minería es obtener minerales o combustibles. (Dammert Lira & Molinelli Aristondo, 2007).

- **Grietas verticales/diagonales/horizontales:** Se producen cuando las cargas son mayores de lo que cualquier elemento (muro, viga, columna) pueda resistir, por causa de errores en el dimensionamiento, durante la ejecución o de la aparición de cargas no previstas.

- **Análisis estructural:** Se refiere al uso de las ecuaciones de la resistencia de materiales para encontrar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que actúan sobre una estructura, como edificaciones o esqueletos resistentes de maquinaria. (Hibbeler, 2010)

- **Edificaciones:** Nombre genérico con que se designa cualquier construcción de grandes dimensiones fabricada con piedra o materiales resistentes y que está destinada a servir de espacio para el desarrollo de una actividad humana. (Cárdenas Figuerdo & Monroy)

- **Degradación del suelo:** Es un proceso degenerativo que reduce la capacidad actual o futura de los suelos para seguir

desempeñando sus funciones características, esto puede obedecer tanto a causas naturales como a causas antrópicas.

- **Análisis estático:** Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

(NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016).

- **Análisis dinámico:** Comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones que aparecen en la estructura o mecanismo. Tiene por objeto determinar el movimiento de un mecanismo, las fuerzas y los esfuerzos internos que aparecen sobre cada uno de sus elementos en cada posición de funcionamiento.

- **Desestabilización del terreno:** Es aquel terreno que presenta características como por ejemplo hundimientos y agrietamientos en la parte media o alta de la ladera. También es conocido como remoción de masa, es la pérdida de capacidad del terreno natural para autosustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos.

- **Deforestación:** Es el producto de muchas fuerzas que interactúan en un determinado momento tales como las ecológicas, económicas, sociales, culturales y principalmente las políticas, las mismas que apuntan en un momento dado a

soluciones temporales y facilitan el sacrificio del bosque tropical. (BURGA RIOS, 2016).

La deforestación es uno de los problemas ambientales más serios de los últimos tiempos. Esta afecta las actividades económicas y amenaza el sustento de la vida y la integridad cultural de las personas que dependen de los bosques, además, de los problemas de degradación de los suelos, inundaciones y asolve de los cuerpos de agua e infraestructura hidráulica. (MIRANDA ARAGÓN, 2013)

- **Remoción del suelo:** Conocido como movimiento de inclinación, desplazamiento de masa, es el proceso geomorfológico por el cual el suelo y la roca se mueven cuesta abajo por la fuerza de la gravedad. (wasting, 2012)

- **Interacción suelo-estructura:** Considera la respuesta de la edificación a través de su comportamiento cinemático e inercial ante sollicitaciones dinámicas en el terreno, en relación con las condiciones geológicas y geotécnicas del sitio, como elemento importante en la seguridad de las estructuras. (CALDERIN MESTRE, 2020)

- **Junta sísmica:** Es el espacio creado a propósito para separar unidades de un mismo edificio para permitir la total independencia de los movimientos de uno con respecto al otro. (MINS/ECHO/OPS-OMS)

- **Suelo flexible:** Los suelos colapsables, corresponden a algunos tipos de suelos limo-yesíferos o limo-arenosos de

naturaleza metaestable. A consecuencia de sus estructuras metaestable y en determinadas circunstancias, normalmente relacionadas con la presencia de agua, esos suelos pueden colapsar. (seguros, 2011)

CAPÍTULO III

Metodología

La siguiente investigación se llevará a cabo de la siguiente manera: primero se recolectará información antigua sobre el tipo de suelo, es decir, antes de que se practique la minería en dichos lugares, así como también se recolectará información sobre el tipo de suelo después de la actividad minera. Seguidamente, se procederá a describir el estado de las edificaciones donde se ubican los puntos de estudio, se llegará a describir el estado actual de estas, si presentan algunos problemas en sus diferentes elementos (vigas, columnas, muros, etc.), problemas estructurales como, por ejemplo, grietas verticales, grietas horizontales, grietas diagonales, desprendimientos de los recubrimientos, aplastamiento del concreto, pandeo de las barras, etc. Luego se determinarán los siguientes parámetros que comprenden tanto el análisis estático como el análisis dinámico, es en este punto donde se podrá comprobar los resultados antes y después de la actividad minera, para ello, se adjuntará un cuadro comparativo donde se describirán cada uno de los parámetros de los dos tipos de análisis (*Elaboración propia*).

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general.

- El efecto de la actividad minera, en el comportamiento estructural de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, 2021, es negativo.

3.1.2. Hipótesis específicas.

- La relación entre el tipo de suelo y el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional.
- La relación entre el tipo de suelo y el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional.
- La degradación del suelo en el análisis estático afecta de manera negativa.
- La degradación del suelo en el análisis dinámico afecta de manera negativa.

3.2. Método

Los métodos de investigación son herramienta que permiten recabar información para un proyecto. El método cualitativo permite obtener datos no cuantificables de calidad o la opinión de los participantes para llegar a la conclusión del proceso. Los resultados de la investigación cualitativa son más descriptivos que predictivos. Se utilizan los métodos de investigación cualitativa para obtener una conclusión que respalde la teoría o hipótesis que se está estudiando (QuestionPro, s.f.).

El enfoque cuantitativo está muy relacionado con el método científico, por tanto, es muy riguroso y lineal en su proceso, ya que parte de la identificación de un problema, se plantea hipótesis, se somete al análisis estadístico y se generaliza sus resultados con niveles de significancia, es un proceso deductivo. (SILVESTRE MIRAYA & HUAMAN NAHULA, 2019)

El enfoque mixto nace en las últimas décadas del siglo XX, surge una nueva propuesta abordar o investigar, integrando ambos enfoques. De tal manera, en las primeras décadas del siglo XXI, ha recibido varias denominaciones por su aceptable aplicación, tales como: investigación integrativa, investigación multimodos e investigación mixta (SILVESTRE MIRAYA & HUAMAN NAHULA, 2019).

Para el presente informe de investigación se vio por conveniente seleccionar el método mixto (Fuente propia).

Las técnicas de la investigación vienen a ser un conjunto de procedimientos que el investigador utiliza para lograr determinadas metas o resolver un problema específico. En otras palabras, la técnica es algo subjetivo que el investigador tiene como concepto dentro de él. (SILVESTRE MIRAYA & HUAMAN NAHULA, 2019)

Los instrumentos son recursos materiales que utiliza el investigador como medio para registrar la información o datos sobre las variables del estudio, con lo cual podrá responder a la pregunta de investigación. Estos instrumentos deben ser confiables y válidos que garanticen la calidad de los datos. La calidad de datos recabados dará valor e importancia al análisis de los datos y las conclusiones. (SILVESTRE MIRAYA & HUAMAN NAHULA, 2019)

Tabla 3*Métodos, técnicas e instrumentos.*

MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
*Síntesis Bibliográfica.	*Sistematización bibliográfica (investigación documental)	*Fichas de trabajo.
*Síntesis de observación (reunir información partir de ciertos criterios fijados previamente)	*Observación ordinaria participante (investigación de campo. Nos permitirá estructurar el marco teórico, hipótesis y variables de estudio.)	*Guía de observación (lista de puntos observados)

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Tipo de investigación

La investigación a presentar es de tipo básica, pura o fundamental, ya que busca el progreso científico, acrecentar los conocimientos teóricos, sin interesarse directamente en sus posibles aplicaciones o consecuencias prácticas; es más formal y persigue las generalizaciones con vistas al desarrollo de una nueva teoría basada en principios y leyes. (TESIS DE INVESTIGACION, 2011)

3.4. Nivel o alcance de la investigación

El nivel de investigación es el explicativo, ya que este es un estudio que plantea relaciones de causalidad, donde la estadística es insuficiente para completar sus objetivos, de manera que se tendrá que completar otros criterios de causalidad, donde el experimento es el más conocido, pero no indispensable para llegar a concluir el estudio. (Rodríguez Vera, 2015)

3.5. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental cuantitativa. Se define como aquella investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. En este tipo de investigación, lo que hacemos es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos. En un estudio no experimental, no se genera ninguna situación; sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado , & Baptista , 2014)

En ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien de las relaciones entre estas. (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado , & Baptista , 2014)

3.6. Operacionalización de variables

Variable independiente: Actividad minera.

Variable dependiente: Comportamiento estructural.

Tabla 4

Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	VALORES FINALES	TIPO DE VARIABLE
variable (variable independiente) actividad minera	1.	1. Nivel de degradación del suelo asociado a la actividad minera.	1. ligero, moderado, severo, extremo.	1. Ordinal.
		a) Periodo fundamental. b) Fuerza cortante. c) Fuerza sísmica en altura.		a) discreto. b) continuo. c) continuo.
variable (variable dependiente) comportamiento estructural	2.	d) Efectos de Torsión.	a) segundos. b) Tn/Kg. c) Tn/Kg.	d) continuo.
		1. Análisis estático.	e) Fuerza Sísmica vertical.	d) Tn/Kg. e) Tn/Kg.	e) continuo.
		a) Modos de vibración.	b) a) Hz(Hertz). b) m/seg. c) Tn/Kg. d) adimensional/m	a) continuo. b) continuo. c) continuo.
		2. Análisis dinámico.	e) Fuerza espectral.	c) continuo.
			c) Fuerza	c)

cortante mínima	continuo.
en la base.	d)
d)Derivas y desplazamientos	Continuo.

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Población, muestra y muestreo

3.7.1. Población de la investigación.

Es el conjunto de elementos llamado unidades de análisis (personas, objetos, sucesos comunidades, situaciones eventos, etc.), recibe el nombre de universo o población y se representa con la letra mayúscula (N) (TESIS DE INVESTIGACION, 2011).

Para la presente investigación, se determinó que sean 59 minas la población a estudiar, estos datos fueron sacados de REINFO, vale mencionar que no se tuvo acceso a toda la información para cada una de las minas y también que dentro de ellas se encontraban minas suspendidas, vigentes, etc.

3.7.2. Muestra de la investigación.

La muestra representativa es el subconjunto de la población o universo, seleccionado por métodos diversos, a fin de que el grupo seleccionado represente de manera apropiada a toda la población (muestra representativa), y al procedimiento donde se realiza la selección del subgrupo se llama muestreo (TESIS DE INVESTIGACION, 2011).

3.7.2.1. Técnica de muestreo.

Se usó la muestra no probabilística o dirigida, a diferencia de las muestras probabilísticas, no están sujetas ni a principios ni a reglas estadísticas y solo dependen de la voluntad y decisión del investigador. (TESIS DE INVESTIGACION, 2011)

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. (Hernandez Sampieri , FernandezCollado , & Baptista , 2014).

Para seleccionar el tamaño de la muestra, se usará el tipo de muestreo no probabilístico “muestreo por conveniencia”.

3.7.2.1.1. Tamaño de muestra.

Para seleccionar el tamaño de la muestra, se usó el tipo de muestreo no probabilístico “muestreo intencional”.

En el muestreo intencional, el investigador procede a seleccionar la muestra en forma intencional, eligiendo aquellos elementos que considera convenientes y cree que son los más representativos (TESIS DE INVESTIGACION, 2011)

En esta técnica de muestreo no probabilístico, las muestras se seleccionan basándose únicamente en el conocimiento y la credibilidad del investigador. En otras palabras, los investigadores eligen solo a aquellos que estos creen que son los adecuados (con respecto a los atributos y la representación de una población) para participar en un estudio de investigación. (QuestionPro, 2022)

En la siguiente investigación, se seleccionaron tres minas, las cuales son: mina La Esperanza, mina Kavasulu y mina María O. Estas minas se eligieron como las muestras representativas de toda la población, debido a que estas se encontraban más cerca de la ciudad de Abancay, de esta manera, se estaría escogiendo estos puntos ya que en esta investigación se analizó la relación entre los efectos de la actividad minera en el comportamiento estructural de una vivienda.

3.8. Técnicas e instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

- o Análisis documental, en esta se obtienen datos de fuentes secundarias como, por ejemplo: libros, boletines, revistas, folletos y periódicos se utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés. (Tamayo & Silva Siesquen)
- o Observación no experimental, con frecuencia se usa esta técnica para profundizar en el conocimiento del comportamiento de exploración. (Tamayo & Silva Siesquen)

3.8.1. Descripción de instrumentos.

Se usó el programa del ETABS, para poder determinar parámetros que nos indiquen cambios importantes en el análisis estructural antes y después de la práctica de la minería. (Fuente propia)

El ETABS es un software innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento de edificios. Es un software potente enfocado al análisis de estructuras, que nos va a permitir realizar dimensionamiento, modelado,

cálculo y análisis de estructuras como, por ejemplo, de edificios. (De ingenierías, 2019)

Otro instrumento que se usó fue las fórmulas para determinar parámetros importantes del análisis estructural estático y dinámico establecidas en la norma sismorresistente la E-030. (NORMA TÉCNICA E.030/DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2018)

Para poder clasificar el suelo después de haberse explotado, se usó el ensayo de DPL, para ello, se usó el equipo de DPL, además, se clasificó el suelo usando los ensayos de límites de consistencia. (Fuente propia)

El ensayo de DPL describe el procedimiento generalmente conocido como ensayo de penetración ligera, consiste en introducir al suelo una varilla de acero, en una punta se encuentra un cono metálico de penetración con 90° de punta, mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10Kg que se deja caer desde una altura de 0.50m. Como medida de la resistencia a la penetración, se registra el número N, ha sido correlacionado con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, etc. (Library , s.f.)

3.8.2. Validación de instrumentos.

CSI es el líder pionero de programas asistidos por ordenadores en el ámbito de la ingeniería estructural y sísmica, dentro de ellos mencionamos el ETABS, programa que se usará en esta investigación. (CSI Computers and Structures, Inc, s.f.)

Respecto a las fórmulas para determinar parámetros al momento de realizar el análisis estructural estático y dinámico, estuvo regidas por el R.N.E E-030. (NORMA TÉCNICA E.030-DISEÑO SISMO RESISTENTE, 2016)

3.8.2.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

En esta parte, se describen las distintas operaciones a las que fue sometidos los datos obtenidos del muestreo (clasificación, registro, tabulación y codificación, si fuera el caso). En cuanto al análisis, se definirán las técnicas lógicas o estadísticas que se emplearán para descifrar lo que revelan los datos recolectados. (Fuente propia)

Para el procesamiento de datos, se utilizó el programa del Excel, programas online para trabajar con matrices, etc. (Fuente propia)

3.9. Consideraciones éticas.

- En el presente proyecto se da reconocimiento a trabajos de investigaciones realizados por diversos autores, de manera que fueron usados como sustento para poder continuar con esta investigación.
- Los datos con los que se están trabajando proceden tanto de fuentes directas como indirectas, ya que tuvimos que ver la manera de recolectar información pasada, así como también fue necesario tomar muestras de manera directa para la evaluación de los suelos.
- A continuación, se presenta un cuadro donde se indica cada uno de los puntos relevantes para elaborar las consideraciones éticas de un proyecto de investigación.

Tabla 5*Consideraciones éticas para el proyecto.*

Equipo de investigación:	Paola S. Gómez Córdova (estudiante de la UTEA)
Categoría de la Investigación:	Investigación sin riesgo
Población sujeta de investigación:	La población que se estudiará es la del distrito de Abancay, en esta ocasión considero yo que sí es una población vulnerable, ya que los lugares donde se están practicando dichas actividades (minería), está ocasionando que las viviendas sufran daños estructurales que se mostrarán a detalle más adelante.
Proceso de consentimiento informado:	El consentimiento para la investigación fue verbal, en esta ocasión se logró conversar con algunos dueños de las viviendas que quedan cerca de las zonas explotadas.
Uso de datos personales:	En esta ocasión, no se mencionan nombre de personas

entrevistadas, ya que nuestro objeto de estudio son las viviendas.

Riesgos y beneficios:

Uno de los riesgos que pude identificar en esta investigación es que las minas que están registradas en REINFO, sean dadas de baja debido al impacto negativo que están generando en la zona, e indirectamente en las viviendas de alrededor. Sin embargo, el beneficio que trae esta investigación es que si se empiezan a intervenir estas minas, se empezará a notar un cambio en el mismo ambiente, a parte las autoridades empezarán a limitar la explotación de muchas zonas, y finalmente se podrá observar viviendas con menos daños estructurales.

Fuente: Elaboración propia.

3.10. Procesamiento de estadísticas

A continuación, se muestran resultados que fueron trabajados a detalle (ver Anexos-procesamiento de estadística)

3.10.1. Evaluación, caracterización y estudio de suelos de las minas.

Se ve por conveniente caracterizar todas las minas existentes en el distrito de Abancay; sin embargo, es importante mencionar que no se puede acceder a la información de todas las minas. En esta etapa, se usan las siguientes técnicas para analizar los datos: análisis documental y observación no experimental, para ello, adjuntamos un cuadro con las características más importantes, las cuales fueron: ubicación exacta de la mina, estado actual de contaminación, tipos de peligros a los que se enfrenta, tipo de explotación, propietario, tipo de suelo antes de la explotación, tipo de suelo después de la explotación, tipo de mina, etc.

Es importante mencionar que el análisis estadístico, es un conjunto de técnicas estadísticas que permiten detectar causales, efectos, etc. Existen diversos métodos de análisis de datos, a continuación, se menciona el que usaremos para poder determinar las causas y efectos de mencionada actividad, la técnica que usaremos será la descriptiva.

A continuación, se muestra un cuadro donde mencionaremos las características más importantes de las minas; sin embargo, es importante mencionar que solo mencionaremos unas cuantas minas debido a que fue imposible acceder a todas las minas en REINFO.

Tabla 6*Características de las minas.*

NOMBRE MINA	UBICACIÓN	ESTADO ACTUAL	PELIGROS A LOS QUE ENFRENTA	TIPO DE EXPLOTACION	TIPO DE SUELO ANTES DE LA EXPLOTACION	TIPO DE SUELO DESPUES DE LA EXPLOTACION
Mina Nuestra Señora de Fátima	8492000-N 723 000 E	suspendida	Movimiento en masa, sismo, bajas temperaturas, mínimas, lluvias intensas	no mineral	.....	.....
Mina María O	8491000-N 725000-E	suspendida	Inundación, caída de rocas, sismo, bajas temperaturas, lluvias intensas, erosión fluvial	no mineral	Roca (80%)- Limo y arcilla(20%)	Perfil tipo S2
Mina Juanita	8492000-N 725 000-E	suspendida	Caída de rocas, movimientos de masa, sismo, bajas temperaturas, lluvias intensas.	no mineral	.....	.....
Mina La Sorpresa	8491000-N 726000-E	suspendida	Inundación, movimiento en masa, áreas de exposición, intensidades sísmicas máximas, bajas temperaturas, lluvias intensas,	no mineral	Roca	Perfil tipo S1 o suelo muy rígido.

Mina Monchi	8489000-N 726 000-E	vigente	Movimiento de masa, sismo, bajas temperaturas, lluvias intensas	no mineral	.....	.....
Mina Oliver I	8464000-N 712000E	vigente	Movimiento de masa, sismo, bajas temperaturas, lluvias intensas.	no mineral	.....	.....
Mina Leonidas	8490000-N 724 000-E	vigente	movimiento de masa, lluvias intensas, bajas temperaturas, temperaturas mínimas, lluvias intensas	no mineral	Roca(70%) Limo y arcilla (30%)	-

Mina Arena N1	.....	vigente	.....	no mineral	.....	.....
Mina Coronata E	8488000-N 726 000E	vigente	Movimiento en masa, intensidades sísmicas máximas.	no mineral	.....	.....
Mina Kavasulu	8487000-N 726 000E	vigente	Movimiento en masa, sismo, bajas temperaturas, lluvias intensas,	no mineral	Grava Bolonería	y Perfil tipo S1 o suelo muy rígido.

Fuente: Elaboración propia.

3.10.2. Determinando el perfil de suelo según la e030 usando correlaciones.

3.10.2.1. Comparando los resultados para antes y después de la explotación.

Tabla 7

Comparando el perfil de suelo para antes y después de la explotación.

Nombre Mina	ANTES DE LA EXPLOTACIÓN	DESPUÉS DE LA EXPLOTACIÓN
	Usando el parámetro Vs	Usando el ensayo DPL y correlación
	1. Mina La Sorpresa	$V_s > 750-(S0)$	S1
2. Mina María O	$V_s > 750-(S0)$	S2
3. Mina Kavasulu	$400 < V_s < 750-(S1)$	S1

Fuente: Elaboración propia.

3.10.3. Hallando los parámetros establecidos por la norma e-030.

Tabla 8

Cuadro resumen de los parámetros obtenidos del análisis estático.

Tipo de perfil del suelo	Niveles de piso	hi	ai	V	Fi (Kgf)
S0	1	2.65	7	0.06	21935.0077
	2	5.3	3	0.13	43870.0153
	3	7.95	0	0.20	329025.115
	4	10.6	7	0.26	87740.0307
	5	13.2	3	0.33	109675.038
S1	1	2.65	7	0.06	4613.31511
	2	5.3	3	0.13	9226.63023
	3	7.95	0	0.20	69199.7267
	4	10.6	7	0.26	18453.2605
	5	13.2	3	0.33	23066.5756
S2	1	2.65	7	0.06	8303.9672
	2	5.3	3	0.13	124559.508
	3	7.95	0	0.20	24911.9016

				0.26		
	4		10.6	7		33215.8688
			13.2		0.33	
	5	5		3		41519.836
					0.06	
	1		2.65	7		16146.6029
					0.13	
S3	2		5.3	3		32293.2057
					0.20	242199.043
	3		7.95	0		48439.8086
					0.26	
	4		10.6	7		64586.4115

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9

FV obtenido del análisis estático.

Perfil				
Suelo	Z	U	S	FV(Kgf)
S0			0.8	0.200
S1			1	0.250
S2	0.25	1	1.2	0.300
S3			1.4	0.350

Fuente: Elaboración propia.

3.10.4. Clasificación del suelo, según el nivel de degradación.

Tabla 10

Nivel de degradación de los suelos después de actividad minera y tipo de suelo antes y después de la explotación.

NOMBRE DE LA MINA		NIVEL DE DEGRADACIÓN	TIPO DE SUELO
1.	MINA MARÍA O	SEVERO	S1
2.	MINA LA SORPRESA.	SEVERO	S2
3.	MINA KAVASULU.	SEVERO	S1

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

Resultados y discusión

4.1. Resultados

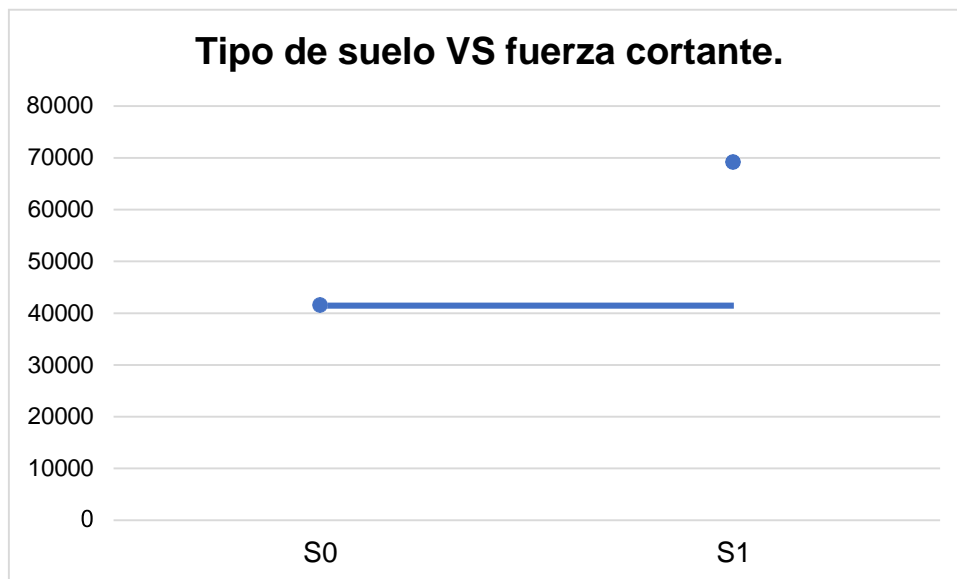
En el capítulo 1.4, se mostraron los objetivos trazados para la presente investigación, como: determinar la relación del tipo/perfil del suelo con el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, determinar la relación del tipo/perfil del suelo con el análisis dinámico de un modelo ideal en la ciudad de Abancay, determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis estático y, finalmente, determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis dinámico. Para ello, se adjuntarán tablas donde indicaremos su análisis y su respectiva interpretación.

4.1.1. Del objetivo específico N° 01: Determinar la relación del tipo de suelo con el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay.

Aquí se mostrarán tablas donde se muestran los parámetros estudiados en el análisis estático (fuerza cortante, fuerza vertical y fuerza de entrepiso), se podrá observar, además, que estos parámetros se verán incrementados cuando el tipo de suelo cambia de características, es decir, cambia de un suelo bueno a un suelo malo.

Figura 5

Tipo de suelo VS fuerza cortante (Mina La Sorpresa)



Nota: Esta tabla muestra la relación entre el tipo de suelo (antes y después de la explotación) con el parámetro fuerza cortante hallado del análisis estático.

- ❖ Comparando los resultados de la fuerza cortante, según el tipo de suelo.

Tabla 11

Perfil de suelo y fuerza cortante para los diversos tipos de perfil de suelo.

PERFIL DE SUELO	V (Fuerza cortante)
S0	41 519.836 Kgf
S1	69 199.7267 Kgf
S2	124 559.508
S3	242 199.043 Kgf

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla, se puede observar que la fuerza cortante para un tipo de suelo S0 es menor frente a un tipo de suelo S3.

- ❖ Comparando la distribución de la fuerza sísmica en altura

Tabla 12

Comparando la distribución de la fuerza sísmica en altura.

Tipo de perfil	Niveles de				
del suelo	piso	hi	α_i	V	Fi (Kgf)
S0	1	2.65	0.067		21935.0077
	2	5.3	0.133		43870.0153
	3	7.95	0.200	329025.115	65805.023
	4	10.6	0.267		87740.0307
	5	13.25	0.333		109675.038
S1	1	2.65	0.067		4613.31511
	2	5.3	0.133		9226.63023
	3	7.95	0.200	69199.7267	13839.9453
	4	10.6	0.267		18453.2605
	5	13.25	0.333		23066.5756
S2	1	2.65	0.067		8303.9672
	2	5.3	0.133		16607.9344
	3	7.95	0.200	124559.508	24911.9016
	4	10.6	0.267		33215.8688
	5	13.25	0.333		41519.836
S3	1	2.65	0.067	242199.043	16146.6029

2	5.3	0.133	32293.2057
3	7.95	0.200	48439.8086
4	10.6	0.267	64586.4115
5	13.25	0.333	80733.0143

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla, se puede observar que la distribución de la fuerza sísmica en altura para cada uno de los niveles y para un tipo de suelo S0 es menor frente a un tipo de suelo S3.

- ❖ Comparando las fuerzas sísmicas verticales.

Tabla 13

Comparando las fuerzas verticales según el tipo de perfil de suelo.

Perfil				
Suelo	Z	U	S	FV(Kgf)
S0			0.8	0.200
S1	0.25	1	1	0.250
S2			1.2	0.300
S3			1.4	0.350

Fuente: Elaboración propia.

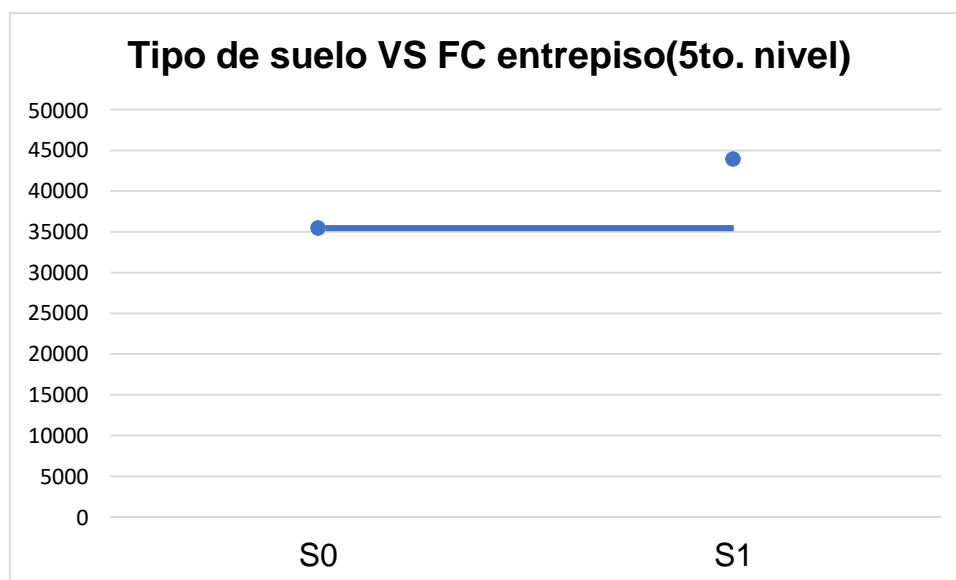
Análisis: En la presente tabla, se puede observar que la fuerza vertical para un tipo de suelo S0 es menor frente a un tipo de suelo S3.

4.1.2. Del objetivo específico N° 02: Determinar la relación del tipo de suelo con el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay.

Aquí se mostrarán tablas donde se podrán observar los parámetros estudiados en el análisis dinámico (aceleración espectral, derivas, desplazamientos y fuerzas cortantes de entrepiso), estos incrementarán sus valores a medida que el suelo cambie de un S0 a un S1, o S2; etc.

Figura 6

Tipo de suelo VS FC de entrepiso 5to. nivel (Mina La Sorpresa)



Nota: Esta tabla muestra la relación entre el tipo de suelo (antes y después de la explotación) con el parámetro fuerza cortante de entrepiso para el quinto nivel hallado del análisis dinámico.

- ❖ Comparando los resultados del espectro de respuesta: solo comparo los 3 primeros modos.

Tabla 14

Comparando las respuestas de aceleración, según el tipo de perfil de suelo.

ANALIZANDO LAS RPTAS DE LA AC.		
ESPECTRAL		
Tipo de perfil	T(periodo)	Sa (aceleración espectral)
	0	0.0625
S0	0.4	0.0469
	0.5	0.0375
	0	0.0781
S1	0.4	0.0781
	0.5	0.0625
	0	0.0938
S2	0.4	1.0938
	0.5	2.0938
	0	0.1094
S3	0.4	0.1094
	0.5	0.1094

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla se puede observar que la aceleración espectral para un tipo de suelo S0 es menor frente a un tipo de suelo S3.

- ❖ Comparando los desplazamientos obtenidos del análisis dinámico.

Tabla 15

Comparando los desplazamientos en X e Y dependiendo del tipo de perfil.

Tipo de Perfil	N° de piso	de Desplaz-X (m)	Desplaz-Y (m)
S0	5	0.027	0.011
	4	0.022	0.009
	3	0.017	0.007
	2	0.010	0.005
	1	0.003	0.002
S1	5	0.032	0.013
	4	0.027	0.011
	3	0.020	0.008
	2	0.012	0.006
	1	0.004	0.004
S2	5	0.037	0.011
	4	0.031	0.013
	3	0.024	0.010
	2	0.014	0.007
	1	0.005	0.003
S3	5	0.042	0.017
	4	0.036	0.014
	3	0.027	0.009

2	0.016	0.006
1	0.006	0.003

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla, se puede observar que los desplazamientos tanto en “x” y en “y” teniendo en cuenta cada nivel de entrepiso para un tipo de suelo S0 son menor frente a un tipo de suelo S3.

- ❖ Comparando las derivas obtenidas del análisis dinámico.

Tabla 16

Comparando las derivas obtenidas del análisis.

Tipo de Perfil	N° de piso	de Derivas-X (m)	Derivas-Y (m)
S0	5	0.0016100	0.0006030
	4	0.0021370	0.0007540
	3	0.0025120	0.0009060
	2	0.0025240	0.0009970
	1	0.0012790	0.0007770
S1	5	0.0018390	0.0006880
	4	0.0025000	0.0008850
	3	0.0029780	0.0010720
S2	2	0.0030200	0.0011830
	1	0.0015670	0.0009230
	5	0.0020830	0.0007780
	4	0.0028870	0.0010250

	3	0.0034750	0.0012500
	2	0.0035480	0.0013810
	1	0.0018750	0.0010790
	5	0.0023120	0.0008630
	4	0.0032510	0.0011570
S3	3	0.0039410	0.0014170
	2	0.0040440	0.0015670
	1	0.0021640	0.0012250

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla se puede observar que las derivas tanto para X e Y son menores para un perfil de suelo tipo S0, frente a un tipo de suelo S3.

- ❖ Verificamos las fuerzas en cada piso, según el tipo de suelo.

Tabla 17

Comparando las fuerzas obtenidas en cada piso según el tipo de perfil de suelo.

Perfil			
Suelo	Piso	Vx	Vy
S0	5	35478.87	35478.87
	4	64726.24	64726.24
	3	86661.77	86661.77
	2	101285.46	101285.46
	1	108597.3	108597.3
S1	5	43926.22	43926.22
	4	80137.25	80137.25
	3	107295.53	107295.53
	2	125401.04	12540.04

	1	134453.8	134453.8
	5	52936.73	52936.73
	4	96575.67	96575.67
S2	3	129304.87	129304.87
	2	151124.33	151124.33
	1	162034.07	162034.07
	5	61384.04	61384.04
	4	111986.68	111986.68
S3	3	149938.62	149938.62
	2	175239.92	175239.92
	1	187890.57	187890.57

Fuente: Elaboración propia.

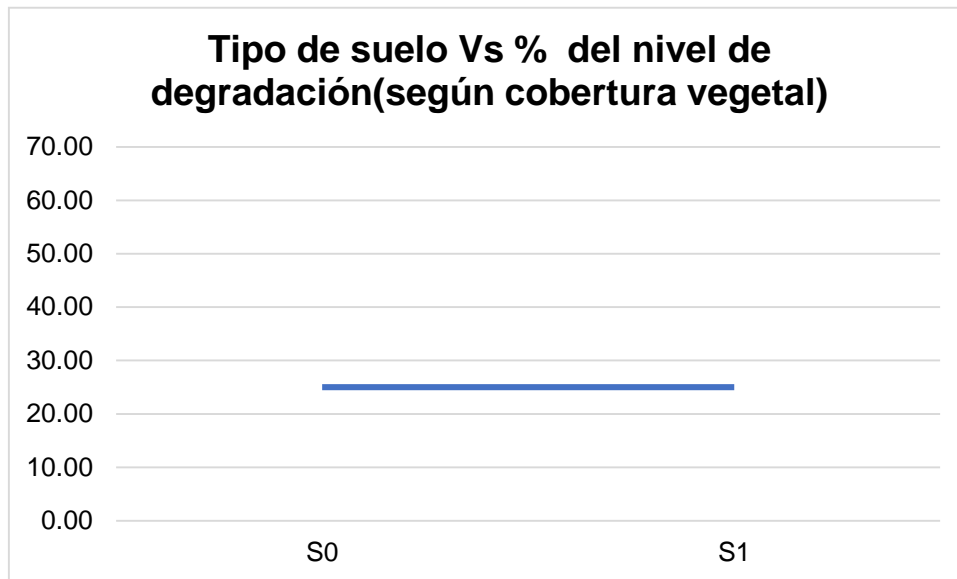
Análisis: En la presente tabla, se puede observar que las fuerzas obtenidas para cada entrepiso son menores para un perfil de suelo tipo S0, frente a un tipo de suelo S3.

4.1.3. De los objetivos específicos N° 03 y N° 04: Determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis estático/Determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis dinámico.

Aquí mostraremos una tabla donde indicaremos el nivel de degradación del suelo después de la explotación, por otro lado, mostraremos el tipo de suelo (según la E030) para antes y después de la explotación, aquí indirectamente estaríamos observando la manera en cómo afecta el nivel de degradación de un suelo para determinar el tipo de suelo.

Figura 7

Tipo de suelo (según E030) Vs nivel de degradación (Según cobertura vegetal)



Nota: Esta tabla muestra la manera en cómo afecta el nivel de degradación (tomando el parámetro de cobertura vegetal en %) con el tipo de suelo (según la E030). Esto, indirectamente, se estaría relacionando con los efectos obtenidos de los parámetros hallados tanto para el análisis estático y también para el dinámico.

Tabla 18

Comparando el tipo de perfil de suelo antes y después de la explotación.

NOMBRE DE LA MINA	NIVEL DEGRADACIÓN (Después de la explotación)	DE TIPO DE SUELO (Antes/después de la explotación)
1. MINA MARÍA O	SEVERO	S0/S2
2. MINA LA SORPRESA.	SEVERO	S0/S1
3. MINA KAVASULU.	SEVERO	S1/S1

Fuente: Elaboración propia.

Análisis: En la presente tabla, podemos observar que el nivel de degradación del suelo de los puntos en estudio para después de que se practique la actividad minera se clasificaron como severo; así como también, se puede observar que el tipo de suelo teniendo en cuenta la norma E030 para después de que se practique esta actividad, se clasificaron como S2, S1 y S1 para las minas María O, mina La Sorpresa y Mina Kavasulu, respectivamente. Es decir, mientras más incrementa el nivel de degradación de un suelo el tipo de suelo según la E030 variará a uno que tenga menos propiedades de resistencia (cambia de un S0 a un S1, o de un S0 a un S1;etc).

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. De los resultados alcanzados.

4.2.1.1. *Discusión de los resultados del objetivo específico 1.*

En el primer objetivo específico planteado en esta tesis, se indicó lo siguiente: determinar la relación del tipo de suelo con el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, como se ha podido mostrar anteriormente, los parámetros en el análisis estático (fuerza cortante, fuerza de entrepiso y fuerza vertical) se han incrementado después de practicarse la actividad minera, por lo cual asumimos que el tipo de relación entre el tipo de suelo y los parámetros obtenidos en el análisis estático son inversamente proporcionales.

Como se había indicado anteriormente tesis con el mismo tema a tratar no se ha podido encontrar; sin embargo, vale realizar lo comparación con los resultados de (Meza Salazar, 2020), donde indica que del total de viviendas evaluadas el 63% son casas altamente vulnerables, el 30% son casas con vulnerabilidad estructural media y el 7% son viviendas con baja vulnerabilidad, es decir, el 93 % de viviendas presenta problemas serios de vulnerabilidad, esto debido al mal diseño.

4.2.1.2. *Discusión de los resultados del objetivo específico 2.*

En el segundo objetivo específico planteado en esta tesis, se indicó lo siguiente: determinar la relación del tipo de suelo con el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay, como se ha podido mostrar anteriormente, los parámetros en el análisis dinámico (aceleraciones espectrales, derivas, desplazamientos y fuerzas de entrepiso) se han incrementado después de practicarse la actividad

minera, por lo cual asumimos que el tipo de relación entre el tipo de suelo y los parámetros obtenidos en el análisis dinámico son inversamente proporcionales.

Como se había indicado anteriormente tesis con el mismo tema a tratar, no se ha podido encontrar; sin embargo, vale realizar lo comparación con los resultados de (Meza Salazar, 2020), donde indica que de las viviendas evaluadas, un 40% de ellas presenta bajo riesgo de colapso, un 33% presenta riesgo de colapso medio y un 27% de viviendas presenta riesgo de colapso alto.

4.2.1.3. Discusión de los resultados de los objetivos específicos 3 y 4.

En el tercer y cuarto objetivo específico planteado en esta tesis, se indicó lo siguiente: determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis estático y determinar cómo afecta el estado de degradación de un suelo en el análisis dinámico. Como se ha podido observar en las tablas correspondientes a este ítem en la parte de resultados, se puede verificar que el nivel de degradación para cada uno de los puntos en estudio es severo, esto después de practicarse la actividad minera. Seguidamente, se mostraron los resultados del tipo de suelo para antes y después de practicarse esta actividad. Frente a ello, podemos afirmar que el nivel de degradación de un suelo interviene de manera directa en el tipo de suelo, es decir, indirectamente el nivel de degradación interviene en los resultados tanto del análisis estático y del análisis dinámico.

En esta sección, no se encontraron investigaciones que tengan cierta semejanza en cuanto a las conclusiones, de manera que se obvió comparar los resultados con otras tesis.

4.2.2. De los antecedentes.

Como bien se mencionó párrafos atrás, no se encontró información parecida al tema a tratar, por lo que se vio por conveniente buscar como antecedentes investigaciones que traten de los efectos de la minería en el suelo, así como también investigaciones que traten sobre los efectos en el análisis estructural de viviendas donde el suelo presente problemas. Sin embargo, se tuvo la suerte de poder encontrar 3 tesis semejantes al tema a tratar, pero se vio por conveniente hacer la comparación sólo con una de ellas, por cuestiones de similitud en los resultados obtenidos. A continuación, mostraremos un cuadro comparativo entre la tesis en estudio y la tesis que tiene conclusiones parecidas a la mencionada.

Tabla 19

Comparando las conclusiones entre dos investigaciones.

CUADRO COMPARATIVO DE TESIS	
TESIS: "ANÁLISIS DE RIESGO Y ESTUDIO DE IMPACTO ESTRUCTURAL PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD MINERA A TAJO ABIERTO EN EL AA.HH. SANTA ROSA DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA EN LA PROVINCIA Y REGIÓN DE PASCO.	TESIS: EFECTOS DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN MODELO IDEAL DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE ABANCAY 2021.

- 1) La vulnerabilidad estructural de los resultados obtenidos en el Asentamiento humano Santa Rosa del distrito de Chaupimarca de la provincia y región de Pasco; es alto debido a que el 93% de las viviendas presentan daños significativos estructuralmente.
- 2) Más del 50% de las viviendas presentan daños a nivel estructural.
- 3) El riesgo de medio a alto de colapso, contando que las viviendas de adobe serían las más vulnerables debido a su antigüedad y daños encontrados en las mismas.
- 4) En las viviendas de albañilería, los daños encontrados se deben a la baja calidad de materiales utilizados y a la baja calidad de materiales utilizados
- 1) A medida que se realice un análisis estructural de una edificación ideal, antes y después de una explotación minera se obtendrán parámetros distintos, de los cuales sacamos la conclusión de que efectivamente los efectos que causa mencionada actividad es perjudicial para las edificaciones, ya que estaría poniendo en riesgo la propia estructura así como también las vidas humanas.
- 2) La relación entre el tipo de suelo con el análisis estático de las edificaciones es inversamente proporcional, ya que a medida que disminuyen las propiedades del suelo los parámetros obtenidos como son por ejemplo la fuerza cortante, fuerza sísmica en altura y fuerzas verticales incrementan.
- 3) La relación entre el tipo de suelo con el análisis dinámico de las edificaciones es inversamente proporcional, ya que a medida que disminuyen las propiedades del suelo los parámetros obtenidos como son por ejemplo la aceleración espectral, las derivas, los desplazamientos y las fuerzas verticales.
- 4) La relación entre la actividad minera y el comportamiento estructural de un modelo ideal de vivienda es directa, ya que mientras más intensa sea esta actividad, más dañará el suelo y los parámetros obtenidos después de
-

y a la muy baja calidad de mano hacer un análisis estructural se verán de obra empleada, lo cual eleva afectados, es decir las derivas, las el peligro e incrementa el riesgo fuerzas de entresijos y las cortantes en las viviendas y en sus aumentarán.
habitantes.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Prueba de hipótesis

El problema al que se enfrenta el científico o el ingeniero no es tanto la estimación de un parámetro de la población, sino la formación de un procedimiento de decisión que se base en los datos y que pueda producir una conclusión acerca de algún sistema científico. El científico postula conjeturas sobre una investigación, donde se usan datos experimentales y se deben tomar decisiones en base a ellos; en cada caso la conjetura, se puede expresar en forma de hipótesis estadísticas, los procedimientos que conducen a la aceptación o al rechazo de hipótesis estadísticas como estas comprenden un área importante de la inferencia estadística (E. Walpole, H. Myers, L. Myers, & Ye, 2012).

A continuación, se adjuntará un cuadro resumen donde indicaremos la hipótesis nula (H_0), alternativa (H_1), resultados y conclusiones para cada uno de los parámetros y minas, se recomienda que en caso se desee ver a detalle el trabajo revise (Anexos-prueba de hipótesis-pág. 330).

Además, es importante mencionar que la técnica que se está aplicando para la prueba de hipótesis es la del t-student, pero a través de tablas.

Tabla 20*Resumen prueba de hipótesis.*

PRUEBA DE HIPÓTESIS				
Parámetro	Nombre mina	Hipótesis	Decisión	Conclusión
Derivas (D-eje X)	Mina Sorpresa	La $H_0:\mu=0.0020124$, $H_1:\mu>0.0020124$	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro D_x (deriva en el eje X), sí incrementa.
	Mina María O	$H_0:\mu=0.0020124$, $H_1:\mu>0.0020124$	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro D_x (deriva en el eje X), sí incrementa.
Desplazamientos(Eje-X)	Mina María O	$H_0:\mu=0.0158536$, $H_1:\mu>0.0158536$	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro Desplazamiento (en el eje X) sí incrementa.

	Mina La Sorpresa	$H_0: \mu = 0.0158536,$ $H_1: \mu > 0.0158536$	Se acepta H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro Desplazamiento (en el eje X) no incrementa.
Fuerza Cortante de Entrepiso	Mina María O	$H_0: \mu = 79349.928$ Kgf 4, $H_1: \mu > 79349.928$ Kgf	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro Fuerza Cortante (en el eje X) sí incrementa.
	La Sorpresa	$H_0: \mu = 79349.928$ Kgf 4, $H_1: \mu > 79349.928$ Kgf	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro Fuerza Cortante (en el eje X) sí incrementa.
Aceleración espectral	Mina María O.	$H_0: \mu = 0.04896667,$ $H_1: \mu > 0.04896667$	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro aceleración espectral (en el eje X) sí incrementa.

La Sorpresa	$H_0: \mu = 0.04896667$, $H_1: \mu > 0.04896667$	Se rechaza H_0	Se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro aceleración espectral (en el eje X) sí incrementa.
-------------	------------------------------------------------------	------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que la prueba de hipótesis se debe realizar para cada una de las hipótesis específicas planteadas, pero en este caso fue conveniente tomar como referencia parámetros (indicadores del cuadro de operacionalización de variables), tanto para el análisis estático y dinámico, de manera que se pueda analizar cada uno de ellos, a continuación, indicaremos las pruebas de hipótesis para cada uno de las hipótesis específicas planteadas:

4.3.1. Prueba estadística para la hipótesis específica N° 01.

La hipótesis específica 1 indica lo siguiente: la relación entre el tipo de suelo y el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional. Respecto a esta hipótesis podemos indicar que sí, ya que como podemos observar en la evaluación de cada uno de los parámetros del análisis estático (fuerza cortante, fuerza vertical y fuerza de entrepiso) estos incrementaron a medida que las características del suelo bajaron o sus propiedades se redujeron.

Tabla 21

Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 01.

Prueba de Hipótesis para: la relación entre el tipo de suelo y el análisis estático de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional	Estadístico de prueba apropiado: Zc=1.1488	Nivel de significancia S=5%	$t_a = 1.03$ Parámetro
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Como $Z_c > t_x$, diremos que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro fuerza cortante (en el eje X) sí incrementa.

4.3.2. Prueba estadística para la hipótesis específica N° 2.

La hipótesis específica 1, indica lo siguiente: la relación entre el tipo de suelo y el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional. Respecto a esta hipótesis podemos indicar que sí, ya que como podemos observar en la evaluación de cada uno de los parámetros del análisis dinámico (fuerza cortante, fuerza vertical y fuerza de entrepiso, derivas y desplazamientos) estos incrementaron a medida que las características del suelo bajaron o sus propiedades se redujeron.

Tabla 22

Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 02.

Prueba de Hipótesis para: la relación entre el tipo de suelo y el análisis dinámico de un modelo ideal de vivienda en la ciudad de Abancay es inversamente proporcional	Estadístico de prueba apropiado: Zc=0.91	Nivel de significancia S=5%	$t_{\alpha} = 1.03$ Parámetro
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Fuente: Elaboración propia.

Como $Z_c = t_x$, diremos que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro aceleración espectral (en el eje X) sí incrementa.

4.3.3. Prueba estadística para las hipótesis específicas N° 3 y N° 4.

La hipótesis específica 3 indica lo siguiente: la degradación del suelo en el análisis estático afecta de manera negativa y la hipótesis específica 4 indica lo siguiente: la degradación del suelo en el análisis dinámico afecta de manera negativa. Respecto a estas hipótesis, podemos indicar que sí, ya que como podemos observar en la evaluación de cada uno de los

parámetros tanto del análisis estático y del análisis dinámico estos incrementaron a medida que las características del suelo bajaron y como hemos podido observar en las tablas de los resultados los niveles de degradación de los suelos para cada uno de los puntos en estudio incrementaron después de la práctica de esta actividad, clasificándose como severos.

Tabla 23

Tabulación de prueba de hipótesis específica N° 3 y N° 4.

Prueba de Hipótesis para: la degradación del suelo en el análisis estático/dinámico afecta de manera negativa	Estadístico de prueba apropiado: Zc=1.25	Nivel de significancia S=5%	$t_{\alpha} = 1.03$ Parámetro
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------

Como $Z_c > t_x$, diremos que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que después de que se practique la actividad minera el parámetro deriva (en el eje X) sí incrementa.

CONCLUSIONES.

1. En vista de los resultados dados y, seguidamente, discutidos cada uno de ellos, se llegaron a las siguientes conclusiones:
2. A medida que se realice un análisis estructural de una edificación ideal, antes y después de una explotación minera, se obtendrán parámetros distintos, de los cuales sacamos la conclusión que efectivamente los efectos que causa mencionada actividad es perjudicial para las edificaciones, ya que estaría poniendo en riesgo la propia estructura, así como también las vidas humanas.
3. La relación entre el tipo de suelo con el análisis estático de las edificaciones es inversamente proporcional, ya que a medida que disminuyen las propiedades del suelo los parámetros obtenidos como son, por ejemplo, la fuerza cortante, fuerza sísmica en altura y fuerzas verticales incrementan.
4. Luego de haber realizado la clasificación del suelo teniendo en cuenta el nivel de degradación de este, se concluye que a medida que la actividad minera sea más intensa, los efectos en el suelo harán que esta tenga un nivel alto de degradación, indirectamente estaría afectando al análisis estructural (incrementando los parámetros del análisis estático y del análisis dinámico) de una vivienda ideal.

RECOMENDACIONES.

1. En vista de que efectivamente se provocarán daños a las edificaciones cuando estas se encuentren cerca a lugares donde se practiquen estas actividades, recomiendo que se prohíba la práctica de esta actividad en ciudades que están en pleno crecimiento, aparte de ello, la municipalidad no cuenta con proyectos de planificación urbana, esto de alguna manera detendrá esta actividad en la propia ciudad.
2. Otra recomendación que se puede dar sería la de reforzar la propia estructura de manera que esta no sufra mucho el impacto negativo.
3. Se recomienda también reforzar las cimentaciones para que estas puedan trabajar de mejor manera.
4. Se recomienda a todas aquellas personas que están involucradas en la actividad minera tanto metálica como no metálica que tomen en cuenta el impacto de esta actividad en mención sobre el suelo, ya que esta estaría afectando a nuestras viviendas, a aparte de ello, se recomienda que tomen en cuenta ciertas normas nacionales e internacionales donde indiquen el perímetro mínimo dentro de la ciudad a tener en cuenta para poder ubicar estos puntos de explotación de manera que no afecte en las viviendas colindantes o más cercanas a estas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMOROX ALONSO, J., LÓPEZ BERMÚDEZ, F., & RAFAELLI, S. (2010). La degradación de los suelos por erosión hídrica. *La degradación de los suelos por erosión hídrica*. España: Ediciones de la Universidad de Murcia.
- BAZZETI, ARAMAYO, & Armando Javier. (2009). Anàlisis del conflicto socio-ambiental en Cerro de Pasco mediante la eología política y los ciclos adaptativos. *Anàlisis del conflicto socio-ambiental en Cerro de Pasco mediante la eología política y los ciclos adaptativos*. Lima, Perú.
- BURGA RÍOS, M. (2016). Incremento de la deforestacion y sus consecuencias en la pérdida de biomasa en los bosques de la provincia Alto Amazonas del departamento de Loreto, 2000-2014". Iquitos, Perú.
- C., A. M. (2014). La minería en el Sur Andino-el caso de Apurímac. *La minería en el Sur Andino-el caso de Apurímac*, 44.
- CALDERÍN MESTRE, F. (18 de agosto de 2020). Consideracion del fenómeno de interacción suelo-estructura en edificio prefabricado. Cuba: Universidad del Oriente.
- CANTERO, M., & ARGEMIRO, R. (06 de Junio de 2015). Determinación de la degradación de suelos por minería aurífera aluvial en la ribera del río San Pedro, Puerto Libertador, Córdoba, Colombia. *Determinación de la degradación de suelos por minería aurífera aluvial en la ribera del Rio San Pedro, Puerto Libertador, Córdoba, Colombia*. Colombia, Colombia.

CARCASSÉS, DE OCA RISCO, A., & Mayda. (28 de mayo de 2013).

Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba. *Recuperación de áreas dañadas por la minería en la cantera Los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba*. Colombia: Universidad de Caldas.

CÁRDENAS FIGUERDO, J., & MONROY, M. (s.f.). *Las edificaciones*. Duitama-Colombia.

CARRASCO ANGULO, C. A. (Octubre de 2011). Metodología para el análisis estático y dinámico de estructuras metálicas aplicando el método de los elementos finitos. *Metodología para el análisis estático y dinámico de estructuras metálicas aplicando el método de los elementos finitos*. Lima, Perú: PUCP.

CENEPRED, Sigrid. (2021). Obtenido de <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/>

CONCHA CONTRERAS, T. (2013). Evaluación socioambiental desarrollada en la exploración minera región Apurímac, proyecto Los Chancas (Antilla y Molleverde). *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*.

CSI Computers and Structures, Inc. (s.f.). Obtenido de <https://www.csiamerica.com/>

DAMMERT LIRA, A., & MOLINELLI ARISTONDO, F. (Setiembre de 2007).

Panorama de la minería en el Perú. *Panorama de la minería en el Perú*. Lima, Perú: OSINERMIN.

DE INGENIERÍAS. (Diciembre de 2019). Obtenido de

<https://deingenierias.com/software/etabs-programa-de-ingenieria-para-el-modelado-y-analisis-de-estructuras/>

DE INGENIERÍAS. (2019). Obtenido de Ingenierías: /deingenierias.com/fisica/que-es-la-fuerza-en-fisica-y-cuales-son-sus-tipos/

Duarte, Acevedo Sarmiento, L., & Milena Carrillo, S. (20 de Octubre de 2016). La responsabilidad del estado colombiano ante el daño ambiental generado por la explotación legal del carbón. *La responsabilidad del estado colombiano ante el daño ambiental generado por la explotación legal del carbón*. Colombia: Universidad Libre de Colombia Seccional Cúcuta.

E. WALPOLE, R., H. MYERS, R., L. MYERS, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson.

E-020. (2018). NORMA E-020/CARGAS. *NORMA E-020/CARGAS*. Perú.

Economía), I. (. (19 de AGOSTO de 2019). *IPE*. Obtenido de IPE.

ESPINOZA HERRERA, N., ASTOCONDOR, M. M., PORLLES LOARTE, J., & ROMERO BAYLÓN, A. (Diciembre de 2016). Estrategias regionales de gestión ambiental. El caso del proyecto minero Las Bambas. *Estrategias regionales de gestión ambiental. El caso del proyecto minero Las Bambas*. Lima, Perú: Revista de Investigación de Ciencias Administrativas UNMSM.

FERNÁNDEZ COLLADO, C., & Pilar Baptista, L. (s.f.). *Metodología de la Investigación*. McGraw .

FLORES PALOMINO, F. (2018). Análisis y diseño estructural de un edificio, utilizando Normativa Peruana, Chilena y norteamericana. *Análisis y diseño*

estructural de un edificio, utilizando normativa peruana, chilena y norteamericana. Huancayo, Huancayo, Perú.

Google Earth . (2021).

GR-APURIMAC/GRDE/DREM/SDM/FVYC. (18 de Enero de 2021). OFICIO N°0019-2020 G.R.A-GRDE-D-DREM. *OFICIO N°0019-2020 G.R.A-GRDE-D-D REM.* Abancay, Abancay, Perú.

Guía metodológica para la evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras y remantes. (2018). *Guía metodológica para la evaluación de la estabilidad física de instalaciones mineras y remantes.* Santiago, Chile.

GUTIÉRREZ ROMÁN , D. C. (25 de Mayo de 2021). Analisis jurídico de la modificación del estudio de impacto ambiental en el proyecto minero Las Bambas. *Análisis jurídico de la modificación del estudio de impacto ambiental en el proyecto minero Las Bambas.* Tesis PUCP.

HERNÁNDEZ SAMPIERI , R., FERNÁNDEZ COLLADO , C., & BAPTISTA , L. (2014). *Metodología de la investigación -6ta Edición.* México: McGraw-Hill.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA, L. (2014). *Metodología de la investigación-6ªEd. .* México: McGraw-Hill.

HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA. (2015). *Metodología de la investigación.*

HERRERA HERBERT, J. (Octubre de 2006). Metodos de minería a cielo abierto. *Metodos de minería a cielo abierto.* Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

HIBBELER. (2010). *Ingeniería mecánica-estática.* México: Pearson Educación.

- HORNA, & CORCUERA, C. (2015). Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro El Toro-Huamachuco. *Impacto de la contaminación de la minería informal en el cerro El Toro-Huamachuco*. Trujillo, Huamachuco, Perú.
- INACAP. (s.f.). Características de la industria extractiva minera. *Características de la industria extractiva minera*.
- LIBRARY. (s.f.). Obtenido de Library: <https://1library.co/article/ensayo-penetraci%C3%B3n-d-p-l-antecedentes-te%C3%B3ricos-investigaci%C3%B3n.yd746njy>
- LILLO, J. (s.f.). Impactos de la minería en el medio natural. *Impactos de la minería en el medio natural*. Madrid, España.
- María Eugenia, G., & Vanesa, P. (29 de febrero de 2016). Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo conceptual. *Contaminación del suelo en la zona minera de Rasgatá Bajo (Tausa). Modelo conceptual*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- MAYNA FLORES, N. (Julio de 2017). Usos de la comunicación para el fortalecimiento de capacidades en contexto de prevención de conflictos socioambientales. Caso Tarpurisunchis, Apurímac. *Usos de la comunicación para el fortalecimiento de capacidades en contexto de prevención de conflictos socioambientales. Caso Tarpurisunchis, Apurímac*. Lima, Perú: Tesis de La Universidad de Lima.
- MBA, L. L. (s.f.). *Estadística y la probabilidad RAEEP*. Auladeeconomía.

McCormac. (2002).

Meza Salazar, B. Y. (2020). Análisis de riesgo y estudio de impacto estructural producto de la actividad minera a tajo abierto en el AA.HH. Santa Rosa del distrito de Chaupimarca en la Provincia y Región de Pasco. Cerro de Pasco, Cajamarca.

MILOSLAVICH, & MOSCHELLA, P. (Noviembre de 2011). Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios. *Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios*. Lima, Perú.

MINSA/ECHO/OPS-OMS. (s.f.). Análisis de la vulnerabilidad sísmica en hospitales del Perú. *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en hospitales del Perú*. Lima, Perú.

MIRANDA ARAGÓN, L. (Enero de 2013). Monitoreo de la deforestación mediante técnicas geomáticas en una porción de la región centro-norte de México. México.

MORÓN FERNANDEZ, M. Y., OBANDO MONTES, A. L., & CABALLERO CASTILLO, A. A. (Junio de 2012). Plan de desarrollo urbano de la ciudad de Abancay. Abancay, Perú.

Norma técnica e.030/diseño sismo resistente. (2018). *Norma técnica e.030/diseño sismo resistente*. Lima, Perú.

Norma técnica e.030-diseño sismo resistente. (enero de 2016). *Norma técnica e.030-diseño sismo resistente*. Lima, Perú.

- OEFA. (2013). *Fiscalización ambiental-índice de cumplimiento de los gobiernos REGIONALES*. OEFA.
- OTTAZZI PASINO, G. A. (2004). *Diseño de concreto armado*. Lima.
- PACCAYA, & HUAMANÍ, W. (2015). Gran minería y conflictos socioambientales: el caso del distrito de Espinar-Cusco. *Gran minería y conflictos socioambientales: el caso del distrito de Espinar-Cusco*. Lima, Perú.
- PALOMINO, F. A. (2018). Análisis y diseño estructural de un edificio, utilizando normativa peruana, chilena y norteamericana. *Análisis y diseño estructural de un edificio, utilizando normativa peruana, chilena y norteamericana*. Huancayo, Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- PUMA ÁLVAREZ, E. E. (2017). Efectos de la interacción suelo-estructura en la cimentación compartida por bloques independizados con junta sísmica, verificado mediante ensayos a escala con simulador sísmico y modelos de elementos finitos. *Efectos de la interacción suelo-estructura en la cimentación compartida por bloques independizados con junta sísmica, verificado mediante ensayos a escala con simulador sísmico y modelos de elementos finitos*. Lima , Perú.
- QUESTIONPRO. (s.f.). Obtenido de questionpro:
<https://www.questionpro.com/blog/es/metodos-de-investigacion-cualitativa-y-cuantitativa/>
- QUESTIONPRO. (2022). Obtenido de
<https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-no-probabilistico/>

- RAMÍREZ, & VELÁSQUEZ, M. (2017). Metales en suelos explotados por la pequeña minería aurífera aluvial en Madre de Dios-Perù. *Metales en suelos explotados por la pequeña minería aurífera aluvial en Madre de Dios-Perú*. Lima, Perú.
- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES SISMO-RESISTENTES. (Enero de 1998). *Normas colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98*. Colombia, Colombia: RAM.
- RODRÍGUEZ VERA, F. (2015). Tipos y niveles de investigación científica. *Tipos y niveles de investigación científica*.
- SALAZAR CALLETANO, J., & ESPINOZA ANCALLE, N. (2012). evaluación de impacto ambiental para la viabilidad y ejecución del proyecto minero kaswa de la sociedad minera de responsabilidad limitada lucuma dorada-ticrapo-castrovirreyna-huancavelica. *evaluacion de impacto ambiental para la viabilidad y ejecución del proyecto minero kaswa de la sociedad minera de responsabilidad limitada lucuma dorada-Ticrapo-Castrovirreyna-Huancavelica*. Huancavelica, Perú.
- SANEAMIENTO, M. D. (Febrero de 2019). E030.Diseño Sismorresistente. *E030. Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú.
- SEGUROS, A. (25 de Abril de 2011). Suelos colapsables: Conceptos y desarrollo de Patologías. Madrid, España.
- SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO-SGM. (s.f.). Obtenido de SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO-SGM:
https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geológicas/Explotacion-minera.html

SILVESTRE MIRAYA, I., & HUAMÁN NAHULA, C. (2019). *Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria*. Lima: San Marcos.

SN. (Jueves de setiembre de 2021). FAO. Obtenido de FAO:

fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm

SN. (2021). *Questión Pro*. Obtenido de cuestión pro:

questionpro.com/blog/es/disenio-de-investigación.

TAMAYO, C., & SILVA SIESQUEN, I. (s.f.). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Chimbote, Perú.

TESIS DE INVESTIGACIÓN. (31 de mayo de 2011). Obtenido de

<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>

TORRALBO CORREAS, J. (Octubre de 2019). Definición y cálculo de la estructura del edificio de la conexión con la estación de ferrocarril de un intercambiador modal de transporte en lineares basado en la metodología bim colaborativa. *Definición y cálculo de la estructura del edificio de la conexión con la estación de ferrocarril de un intercambiador modal de transporte en lineares basado en la metodología bim colaborativa*. Jaén, Andalucía, España.

TORRE SANDOVAL, C. (Diciembre de 2018). Expectativa laboral, territorialidad y conflicto socioambiental: proyecto minero Cerro Verde y proyecto minero Las Bambas. *Expectativa laboral, territorialidad y conflicto socioambiental: proyecto minero cerro verde y proyecto minero Las Bambas*. Perú: Tesis PUCP.

VENTURA EGOÁVIL, J. (2017). Las ciudades inviables en el Perú: el peligro de la minería informal. *Tiempo de opinión*, 12.

VILLACORTA CHAMBI, S., PEÑA LAUREANO, F., JAIMES SALCEDO, F., RODRÍGUEZ, C., LUZA HUILLCA, C., & PINTO, W. (2016). *Estudio integral dirigido a la evaluación de eventos geo-hidroclimáticos y cambio climático en la ciudad de Abancay (Perú)*. Lima: sociedad geológica del Perú.

wasting, M. (2012). *WIKIPEDIA*. Obtenido de WIKIPEDIA:

https://es.wikipedia.org/wiki/Remoci%C3%B3n_de_masa

Wight, J., & Macgregor, J. (2012). *REINFORCED CONCRETE*.

WIKIPEDIA. (s.f.). Obtenido de WIKIPEDIA:

https://es.wikipedia.org/wiki/Mina_a_cielo_abierto#Minas_a_cielo_abierto_d'estacadas

Wikipedia. (2021). Obtenido de Wikipedia.

Zerga Ocaña, A. (2007). Mapa de peligros de la ciudad de Abancay. Abancay, Perú.