



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor
Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Otiniano Vásquez, Santiago Alejandro (ORCID: 0000-0002-7033-0718)

Villanueva Ríos, Freddy Williams (ORCID: 0000-0001-7086-6561)

ASESOR:

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, mi familia, a mis hijas. A DIOS dador de la vida sin él no somos nada; mi familia, quienes me apoyan en mi carrera profesional, dándome su entera confianza; A mis hijas Cesia y Yassumi quienes son mi mayor motivo de vida.

Freddy Villanueva

A Dios, mi familia, a mi adorada madre, mi esposa. A DIOS dador de la vida sin él no somos nada; mi familia, quienes me apoyan en mi carrera profesional, dándome su entera confianza; A mis hijos, quienes son mi mayor motivo de vida. Es por ello que doy mi gran esfuerzo para ser un buen profesional.

Santiago Otiniano

Agradecimiento

Agradecer primeramente a nuestro Dios por su bendición, al brindarnos la vida la salud y la sabiduría.

A la Universidad Cesar Vallejo, y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quien nos abrió sus puertas y contribuyo de forma inconmensurable en nuestra formación profesional marcando nuestro futuro y destino.

A mis docentes de la Carrera Profesional de Ingeniera civil, por tanta paciencia durante tantas horas de estudio, por ensañar lo que un Ingeniero Civil debe de conocer y ser.

A mis Amigos y compañeros agradecer por tantos momentos compartidos, por el apoyo y motivación directa e indirecta.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MARCO TEÓRICO	19
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2. Variable y Operacionalización	25
3.3. Población, Muestra y muestreo	27
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	28
3.5. Procedimientos.....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS.....	42

Índice de Tablas

Tabla 1: Propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación obtenidas de campo	31
Tabla 2: Resultados de ensayo de Esclerometría en la I.E. 80127 Mayor Santiago Zavala	32
Tabla 3: Resumen de resultados de la aplicación del Método de Índice de Vulnerabilidad en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	33
Tabla 4: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón A en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	34
Tabla 5: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón B en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	34
Tabla 6: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón C en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	35
Tabla 7: Detalle de profundidad de Calicatas en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	60
Tabla 8: Resultados del pabellón A	87
Tabla 9: Resultados del pabellón B	88
Tabla 10: Resultados del pabellón C	88
Tabla 11: Parámetros y escala de Índice de Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones	100
Tabla 12: Rango y valores de grado de vulnerabilidad	101
Tabla 13: Comparación del Reglamento Nacional de Edificaciones, en sus 11 parámetros del método de índice de vulnerabilidad.	102
Tabla 14: Resultados del parámetro tipo y organización del sistema	108
Tabla 15: Resultados del parámetro tipología estructural	110
Tabla 16: Muros del eje Y pabellón "A"	111
Tabla 17: Coeficiente para determinar q del pabellón "A"	111
Tabla 18: Coeficiente para determinar C del pabellón "A"	111
Tabla 19: Coeficiente para determinar "a" del pabellón "A"	112
Tabla 20: Muros del eje Y pabellón "B"	112
Tabla 21: Coeficiente para determinar q del pabellón "B"	112
Tabla 22: Coeficiente para determinar C del pabellón "B"	113
Tabla 23: Coeficiente para determinar "a" del pabellón "B"	113
Tabla 24: Muros del eje Y pabellón "C"	113
Tabla 25: Coeficiente para determinar q del pabellón "C"	114
Tabla 26: Coeficiente para determinar C del pabellón "C"	114
Tabla 27: Coeficiente para determinar "a" del pabellón "C"	114
Tabla 28: Resultados de la resistencia convencional	115
Tabla 29: Resultados del parámetro posición del edificio y cimentación	117
Tabla 30: Resultados del parámetro diafragma horizontal	120
Tabla 31: Determinación del β_1 del Pabellón "A"	121
Tabla 32: Determinación del β_1 del Pabellón "B"	121
Tabla 33: Determinación del β_1 del Pabellón "C"	122
Tabla 34: Resultados del parámetro configuración en planta	122
Tabla 35: Altura entre los pisos del Pabellón "A"	123
Tabla 36: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón "A"	123

Tabla 37: Altura entre los pisos del Pabellón “B”	124
Tabla 38: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón “B”	124
Tabla 39: Altura entre los pisos del Pabellón “C”	125
Tabla 40: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón “C”	125
Tabla 41: Resultados del parámetro configuración en planta.	126
Tabla 42: Determinando del L/S Pabellón “A”	126
Tabla 43: Determinando del L/S Pabellón “B”	126
Tabla 44: Determinando del L/S Pabellón “C”	127
Tabla 45: Resultados del parámetro espaciamiento máximo entre muros	127
Tabla 46: Resultados del parámetro tipo de cubierta	128
Tabla 47: Resultados del parámetro elementos no estructurales.....	130
Tabla 48: Resultados de estado de conservación.....	132
Tabla 49: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón “A”	133
Tabla 50: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón “B”	134
Tabla 51: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón “C”	135
Tabla 52: Resumen de resultados del Método Índice de Vulnerabilidad en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.	135
Tabla 53: Cargas aplicadas en la edificación del pabellón A.	157
Tabla 54: Parámetros de diseño sismoresistente de la edificación con la norma E030 .	161
Tabla 55: Desplazamientos del pabellón “A” del sismo estático en X de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”	172
Tabla 56: Derivas o Distorsiones del Pabellón A del sismo estático X de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”	172
Tabla 57: Desplazamientos del Pabellón A del sismo estático en Y de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”	172
Tabla 58: Tabla de distorsiones del sismo estático X del módulo A	173
Tabla 59: Tabla de distorsiones del sismo estático Y del Pabellón A	173
Tabla 60: Tabla de comprobación de irregularidad en altura.	174
Tabla 61: Tabla de desplazamiento de centro de masas en el sentido X del Pabellón A.	175
Tabla 62: Tabla de desplazamiento de centro de masas en el sentido Y del Pabellón A.	175
Tabla 63: Factor de reducción del sistema aporticado en “X”	176
Tabla 64: Factor de reducción del sistema albañilería en “Y”	176
Tabla 65: Tablas de periodos.	178
Tabla 66: Factor fundamental de vibración de ambas direcciones.	178
Tabla 67: Exponentes relacionados con el periodo elemental de vibración de la estructura.....	179
Tabla 68: Tabla de verificación de porcentaje mínimo de cortante.	179
Tabla 69: Desplazamientos del pabellón A de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.	181
Tabla 70: Derivas o Distorsiones del PABELLÓN A de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”	181
Tabla 71: Tabla de distorsiones del sismo estático X del Pabellón A.....	181
Tabla 72: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN A DERECHA.	182

Tabla 73: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN A DERECHA.	182
Tabla 74: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN A IZQUIERDA.	183
Tabla 75: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN A IZQUIERDA.	183
Tabla 76: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN "B".	184
Tabla 77: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN "B".	184
Tabla 78: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN C DERECHA.	185
Tabla 79: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN C DERECHA.	185
Tabla 80: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del módulo C IZQUIERDA.	186
Tabla 81: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del módulo C IZQUIERDA.	186
Tabla 82: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del PABELLÓN "A" DERECHA.	187
Tabla 83: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón A DERECHA.	187
Tabla 84: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón A IZQUIERDA.	187
Tabla 85: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del Pabellón A IZQUIERDA.	187
Tabla 86: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del PABELLÓN "B".	187
Tabla 87: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del PABELLÓN "B".	188
Tabla 88: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón C DERECHA.	188
Tabla 89: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón C DERECHA.	188
Tabla 90: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón C IZQUIERDA.	188
Tabla 91: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón C IZQUIERDA.	189

Índice de Figuras

Figura N° 1: Ejes direccionales de las distorsiones en planta en el pabellón A de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.....	33
Figura N° 2: Ejes direccionales de las distorsiones en planta en el pabellón B de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.....	34
Figura N° 3: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón C en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.....	35
Figura N° 4: Hoja 01 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala	46
Figura N° 5: Hoja 02 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala	47
Figura N° 6: Hoja 03 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala	48
Figura N° 7: Instrumento de mecánica de suelos – tamizado.....	49
Figura N° 8: Instrumento de mecánica de suelos – contenido de humedad.	50
Figura N° 9: Instrumento de mecánica de suelos – límites de consistencia.....	51
Figura N° 10: Instrumento de resistencia a la compresión – ensayo de esclerómetro	52
Figura N° 11: Mapa de zonas sísmicas del Perú	59
Figura N° 12: Plano de Ubicación de calicatas la I.E. N° 80127	60
Figura N° 13: Fachada principal de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.....	63
Figura N° 14: Calicata N°01 se excavo a una profundidad de 2.00 m. del nivel del terreno natural	64
Figura N° 15: Calicata N°02 se excavo a una profundidad de 1.50 m. del nivel del terreno natural	64
Figura N° 16: Calicata N°03 se excavo a una profundidad de 2.00 m. del nivel del terreno natural.	65
Figura N° 17: Resultado de tamizado C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	66
Figura N° 18: Resultado de Limites de consistencia C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	67
Figura N° 19: Resultado de contenido de humedad C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	68
Figura N° 20: Resultado de tamizado C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	69
Figura N° 21: Resultado de Limites de consistencia C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	70
Figura N° 22: Resultado de contenido de humedad C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	71
Figura N° 23: Resultado de tamizado C1 – E3 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	72
Figura N° 24: Resultado de Limites de consistencia C1 – E3 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	73
Figura N° 25: Resultado de contenido de humedad C1 – E3 en la I.E. Mayor Santiago Zavala. Fuente: Elaborado por los investigadores	74
Figura N° 26: Resultado de tamizado C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	75
Figura N° 27: Resultado de Limites de consistencia C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	76
Figura N° 28: Resultado de contenido de humedad C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	77
Figura N° 29: Resultado de tamizado C3 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	78

Figura N° 30: Resultado de Límites de consistencia C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	79
Figura N° 31: Resultado de contenido de humedad C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	80
Figura N° 32: Resultado de tamizado C3 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	81
Figura N° 33: Resultado de Límites de consistencia C2 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	82
Figura N° 34: Resultado de contenido de humedad C2 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	83
Figura N° 35: El ensayo en el pabellón “A” en columna del primer nivel	89
Figura N° 36: El ensayo en el pabellón “B” en columna del segundo nivel	89
Figura N° 37: El ensayo en el pabellón “C” en viga del primer nivel.....	90
Figura N° 38: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón “B” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	91
Figura N° 39: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón “C” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	92
Figura N° 40: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón “A” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	93
Figura N° 41: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “B” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	94
Figura N° 42: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “C” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	95
Figura N° 43: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “A” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.....	96
Figura N° 44: Plano de Ubicación de la I.E. N° 80127. Mayor Santiago Zavala.....	104
Figura N° 45: Mapa Localización del distrito de Huamachuco, Imagen satelital.	105
Figura N° 46: Distribución en planta de los Pabellones de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.....	105
Figura N° 47: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	106
Figura N° 48: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	107
Figura N° 49: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.....	107
Figura N° 50: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	109
Figura N° 51: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.....	109
Figura N° 52: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	110
Figura N° 53: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	116
Figura N° 54: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	116
Figura N° 55: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	117
Figura N° 56: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	118
Figura N° 57: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	119
Figura N° 58: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	119
Figura N° 59: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	120
Figura N° 60: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	121
Figura N° 61: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	122
Figura N° 62: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	123
Figura N° 63: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	124
Figura N° 64: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	125
Figura N° 65: Pabellones “A”, “B” y “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.....	128
Figura N° 66: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	129

Figura N° 67: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	129
Figura N° 68: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	130
Figura N° 69: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 8012.....	131
Figura N° 70: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	131
Figura N° 71: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127	132
Figura N° 72: Empezando un nuevo modelo de análisis en el programa Etabs 2015....	142
Figura N° 73: Unidades a trabajar en el programa Etabs 2015	143
Figura N° 74: Estableciendo el modelo de tarea en el programa Etabs 2015.....	143
Figura N° 75: Edición de los Ejes del modelo en dirección “X” y “Y”	144
Figura N° 76: Edición de los niveles de la edificación	144
Figura N° 77: Vista posterior de la designación de los datos.....	144
Figura N° 78: Definición de las Unidades en longitud, unidad de fuerza y temperatura.	145
Figura N° 79: Definición del material de concreto armado y albañilería.....	145
Figura N° 80: Modificación y/o agregar un nuevo material.....	145
Figura N° 81: Definir la resistencia de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$	146
Figura N° 82: Definir la albañilería $f_m=65\text{kg/cm}^2$	147
Figura N° 83: Definición de los elementos estructurales.	147
Figura N° 84: Agregar unas nuevas propiedades de los elementos estructurales	148
Figura N° 85: Elemento estructural de la columna de 25 x 25 cm	148
Figura N° 86: Elemento estructural de la columna en L de 50cmx83.5cmx25cm	149
Figura N° 87: Elemento estructural de la columna de T de 45cmx141.5cmx25cm	149
Figura N° 88: Elemento estructural de la viga de 25cmx50cm en el techo	149
Figura N° 89: Elemento estructural de la viga de 25cmx50cm en el primer piso.....	150
Figura N° 90: Elemento estructural de la viga chata de 25 x 20 cm.	150
Figura N° 91: Definición de las losas de entrepiso.	150
Figura N° 92: Modificación y/o creación de las propiedades de la sección por defecto.	151
Figura N° 93: Elemento estructural de la aligerada de 20 cm.....	151
Figura N° 94: Definición de muro de albañilería.....	152
Figura N° 95: Modificación y/o creación de las propiedades de la sección por defecto .	152
Figura N° 96: Muro de albañilería de 25 cm de espesor.	152
Figura N° 97: Configuración de opciones de dibujo.	153
Figura N° 98: Selección de opciones para mejora al dibujar la estructural	153
Figura N° 99: dibujo de columnas en vista en planta y vista 3d.	154
Figura N° 100: Dibujo de vigas en vista en planta y vista 3d	154
Figura N° 101: Dibujo de Losa aligerada en planta y vista 3d.	154
Figura N° 102: Dibujo de Muros de Albañilería en planta y vista 3d.....	155
Figura N° 103: Definición de patrones de carga para el análisis lineal estático.	155
Figura N° 104: Definimos las cargas gravitacionales de peso muerto, peso vivo	155
Figura N° 105: Definición de carga de sismo en la dirección X.	156
Figura N° 106: Definición de carga de sismo en la dirección Y.....	156
Figura N° 107: Asignación de cargas en la losa aligerada.	157
Figura N° 108: Asignación de carga correspondiente según el tipo de carga.	158
Figura N° 109: Asignación de cargas vivas en el aula del módulo A.....	158
Figura N° 110: Asignación de cargas vivas en el pasadizo del módulo A.	158
Figura N° 111: Asignación de restricciones de movimiento en la base.....	159
Figura N° 112: Asignación de Restricciones en columnas.....	159
Figura N° 113: Peso sísmico según categoría de la edificación.....	160

Figura N° 114: Modificar y/o agregar el peso sísmico.....	160
Figura N° 115: Asignación de cargas de peso sísmico.....	160
Figura N° 116: Asignación de espectro de respuesta al programa Etabs 2015.	162
Figura N° 117: Creación de espectro de respuesta para el sistema aporticado.....	162
Figura N° 118: Espectro de Respuesta de la dirección X.....	163
Figura N° 119: Espectro de Respuesta de la dirección Y.....	163
Figura N° 120: Definición y asignación de diafragmas rígidos.....	163
Figura N° 121: Creación de diafragmas rígidos por cada piso.	164
Figura N° 122: Asignación de diafragmas rígidos a todos los niveles de los pisos.....	164
Figura N° 123: Definición de caso modal.	165
Figura N° 124: Modificar el caso modal por defecto.....	165
Figura N° 125: Asignación de números de casos modales.....	165
Figura N° 126: Definición de casos de carga para el análisis sísmico dinámico.	166
Figura N° 127: Modificar y/o Agregar casos de carga para el análisis sísmico dinámico	166
Figura N° 128: Casos de carga en la dirección X para el análisis sísmico dinámico.....	167
Figura N° 129: Casos de carga en la dirección Y para el análisis sísmico dinámico.....	167
Figura N° 130: Definición de combinación de cargas para el análisis sísmico	168
Figura N° 131: Modificar y/o Agregar combinaciones de cargas sísmicas.....	168
Figura N° 132: Combinación de carga de análisis sísmico en la dirección X.....	169
Figura N° 133: Verificación del modelo estructural.....	169
Figura N° 134: Selección de todos los chequeos del modelo estructural	170
Figura N° 135: Modelo verificado de fallas en el modelo estructural.....	170
Figura N° 136: Estableciendo grados de libertad de la estructura	170
Figura N° 137: Activación de grados de libertad en modelo "Full 3D"	171
Figura N° 138: Muestra de gráficos de respuesta del análisis estructural.....	171
Figura N° 139: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico de la estructura por pisos del pabellón A.....	171
Figura N° 140: Tablas de resultados del análisis estructural.....	173
Figura N° 141: Tablas de resultados del análisis estructural.....	174
Figura N° 142: Elección de datos de desplazamientos referentes del centro de masas.....	175
Figura N° 143: Tablas de resultados del análisis.....	177
Figura N° 144: Selección de datos de periodo fundamental de vibración.....	177
Figura N° 145: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico dinámico en X analizando las anomalías de la estructura por niveles del pabellón A.....	180
Figura N° 146: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico dinámico en Y analizando las anomalías de la estructura por niveles del pabellón A.....	180
Figura N° 147: Pabellón "A" derecha	182
Figura N° 148: Pabellón "A" izquierda.....	183
Figura N° 149: Pabellón "B".....	184
Figura N° 150: Pabellón "C" derecha.....	185
Figura N° 151: Pabellón "C" izquierda	186

Índice de Cuadros

Cuadro N° 1: Matriz de operacionalización de variable.....	44
Cuadro N° 2: Matriz de consistencia	45

RESUMEN

El propósito de la presente investigación es **Evaluar** la vulnerabilidad estructural empleando el método de índice de vulnerabilidad en I.E. N ° 80127 “Mayor Santiago Zavala”, Distrito Huamachuco, Provincia Sánchez Carrión, Departamento de la Libertad, se concretó el propósito de **proyectar** el estudio de mecánica de suelos y resistencia a la compresión (estudio de esclerometría), asimismo, **analizar** el grado de vulnerabilidad estructural mediante análisis lineal estático y dinámico. Para ello, se efectuó un tipo de estudio con un diseño descriptivo no experimental. De igual modo, se empleó un software que permite el modelamiento y análisis estructural y por consiguiente el diseño de planos estructurales y memoria de cálculo.

Teniendo como resultado 51.666 que se traduce en grado de vulnerabilidad baja aplicando el método de índice de vulnerabilidad, un suelo de clasificación SC – SM arena arcillosa de baja plasticidad y SM arena arcillosa de baja plasticidad y una resistencia a la compresión en la evaluación con esclerómetro de 190 kg/cm² como valor mínimo y 465 kg/cm² como valor máximo en las estructuras.

Así mismo, se llegó a la conclusión que aplicando el método de índice de vulnerabilidad tenemos que las estructuras e los pabellones en la Institución educativa es vulnerabilidad baja, en el análisis lineal estático - dinámico se llegó a la conclusión que el Pabellón C de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala presenta una distorsión considerable en la dirección X por falta de una rigidez estructural sobrepasando el límite que reglamento la norma E-030 del RNE; se recomienda un reforzamiento estructural.

Palabras clave: investigación, vulnerabilidad, análisis.

ABSTRACT

The purpose of this research is to evaluate structural vulnerability using the vulnerability index method in I.E. N ° 80127 "Mayor Santiago Zavala", Huamachuco District, Sánchez Carrión Province, Department of La Libertad, the purpose of projecting the study of soil mechanics and compression resistance (sclerometry study) was specified, as well as analyzing the degree of structural vulnerability through linear static and dynamic analysis. For this, a type of study was carried out with a descriptive non-experimental design. Similarly, software was used that allows structural modeling and analysis and consequently the design of structural plans and calculation memory.

Resulting in 51,666, which translates into a low degree of vulnerability applying the vulnerability index method, a soil classified SC - SM clay sand with low plasticity and SM clay sand with low plasticity and a resistance to compression in the evaluation with a sclerometer. 190 kg / cm² as a minimum value and 465 kg / cm² as a maximum value in structures.

Likewise, it was concluded that by applying the vulnerability index method we have that the structures and the pavilions in the educational institution is low vulnerability, in the static-dynamic linear analysis it was concluded that Pavilion C of the EI N ° 80127 Mayor Santiago Zavala presents a considerable distortion in the X direction due to lack of structural rigidity, exceeding the limit regulated by the RNE E-030 standard; structural reinforcement is recommended.

Keywords: research, vulnerability, analysis.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los movimientos sísmicos son constante, impredecibles que ocasionan muchas muertes y deja daños materiales considerables tal es el caso del terremoto ocurrido a principios del siglo XXI en Haití:

A principios de 2010, Haití presenció un terremoto de 7,0 Mw (USGS) con una magnitud de X-VIII MMI y una distancia de 25 km. 2,5 millones de personas se vieron afectadas y los 200.000 restantes se vieron afectadas. La fragilidad de su estructura, principalmente estructuras de mampostería (bloques de hormigón ilimitados), y las edificaciones de hormigón armado sin diseño sísmico, son muy frágiles en cuanto a sismos (Nueva sociedad, 2010 pág. 13).

Nuestro Continente Sudamericano está ubicado en el Océano Pacífico conocido como el Anillo de Fuego del Pacífico y este arco de falla rodea la cuenca del Pacífico vulnerable a terremotos. Como resultado, nuestro país tiene una posición similar. Desde este punto de vista, las zonas sísmicas deben considerarse al diseñar una estructura que pueda soportar un movimiento sísmico continuo.

El Centro Alemán de Investigación y Geociencias (GFZ), sostiene al respecto: un sismo de magnitud 6,8 y 5,5 a 6,2 cerca de la costa norte de Chile el 1 de septiembre de 2020, su epicentro se dio cerca de Huasco, la Serena y Copiapó, las ciudades afectadas sufrieron algunos daños menores y deslizamientos de tierra. (IO, 2020).

En nuestro continente se han presentado terremotos que han superado los 7.8 grados de magnitud en la escala de Richter tal es el caso de nuestro vecino país Ecuador:

El terremoto de magnitud 7,8 del 16 de abril de 2016 colapsó en 40 edificaciones de concreto armado dentro del centro de Portoviejo, provocando víctimas y enormes pérdidas económicas. Son muchas las razones del colapso de estos edificios. Este artículo las analiza, destacando los siguientes puntos: 1) La intensidad sísmica de la ciudad de Portoviejo, en un plazo de aproximadamente 0,5 segundos, supera ampliamente el Código de Edificación Ecuatoriano en 2000, la Norma de Edificación Ecuatoriana en 2011 y 2015; 2) Construir sobre los pisos existentes sin fortalecer la estructura. Pisos nuevos; 3) Estructura flexible con gran desplazamiento; 4) Tipo de estructura, que requiere un edificio con una altura del suelo de 5 m, una estructura sándwich, y 5) Amplificación de ondas sísmicas causadas por efectos de sitio (2016 pág. 1).

Los constantes movimientos sísmicos producidos a lo largo de la historia han dejado muchas muertes y millonarias pérdidas económicas así lo sostiene Hernando Távora:

El miércoles 15 de agosto de 2007 y aproximadamente a las 18 horas y 40 minutos, un sismo de magnitud 7.0 arrasó Pisco, Ica, Chíncha y otras ciudades vecinas en un radio de unos 250 kilómetros. Su epicentro se ubicó a 74 kilómetros al oeste de Pisco, es decir, el sismo se originó por la convergencia y subducción de la Placa de Nazca en Sudamérica. Este terremoto es uno de los más grandes que se han dado a lo largo de los últimos 290 años en la región, tiene características importantes en su desarrollo, como larga duración, proceso de ruptura aparentemente complejo, modo de propagación de energía y energía generada. Tsunami local. De acuerdo con los cálculos y evaluaciones preliminares del Negociado Sismológico del Instituto de Geofísica del Perú, los parámetros del epicentro, su posible influencia e influencia estructural (Tavara, 2007 pág. 15).

La probabilidad de que un sismo pueda producirse en la zona de sismicidad es elevada y los daños materiales pueden ser considerables en edificios que no se han ejecutado siguiendo la normativa vigente y edificios que culminaron su tiempo de vida como estadios, coliseos, colegios, hospitales, así se evidencio en el desastre ocurrido en el año de 1970 según Víctor Alvares:

El daño material sufrido fue impresionante: se registraron 70 mil edificaciones que necesitaban reconstruirse desde sus bases; 2 de 38 poblaciones fueron afectadas, 15 quedaron con su infraestructura destruida en más de un 80%, y los demás en mal estado; en 18 ciudades con un total de 309 mil habitantes y en 81 pueblos con una población de 60 mil personas, los servicios básicos quedaron suspendidos por los daños sufridos; la capacidad de energía eléctrica de los departamentos de Áncash y La Libertad quedó reducida a un 10%, debido a los serios daños causados a la Central Hidroeléctrica de Huallanca; Las vías de comunicación entre Áncash, Lima y La Libertad se vio afectada e interrumpida en un 77%; entre daños considerables (Alvarez Ponce, 2015 pág. 2)

Nuestro país, está situado en una zona sísmica al encontrarse bajo la placa Continental Sudamericana, eso nos vuelve vulnerables y pone en riesgo a la población pues un alto porcentaje de la población que autoconstruye sus viviendas sin un criterio técnico:

El Perú se ubica en la zona de fuego del Océano Pacífico, donde se dan el 80% de los sismos y se generan desastres en todo el mundo según la magnitud del terremoto. El

movimiento sísmico en Perú es causado por el hundimiento de la Placa Oceánica de Nazca, la cual debe introducirse bajo la placa continental sudamericana a una razón de 9 cm anuales (INDECI, 2017 pág. 3).

Por tal motivo, en su mayoría las obras de infraestructura educativa a nivel nacional presentan deficiencias muy altas, las cuales siete de cada diez colegios públicos a nivel nacional necesitan ser mejorados significativamente e incluso demolidos y para poder tener las condiciones mínimas en infraestructura en educación del Ministerio de Educación (MINEDU). Los resultados del censo ejecutado por INEI, tan solo el 9% de colegios públicos están en buenas condiciones en infraestructura (INTEGRACION, 2015 pág. 1).

Las Instituciones Educativas son estructuras que tienen una probabilidad alta de resistir un sísmico, lo que provocaría un movimiento sísmico es inevitable e impredecible por que la estructura depende de la calidad y tiempo de vida útil por tal motivo ocurrirían deterioros considerables.

La Institución Educativa “Mayor Santiago Zavala” no es indiferente a esta problemática, por lo que se encuentra en la ciudad de Huamachuco, con alta posibilidad de movimiento sísmico, porque su ubicación es de alta vulnerabilidad sísmica.

Al tener en cuenta todos los eventos sísmicos ocurridos a nivel nacional e internacional nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es la vulnerabilidad estructural de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zabala, Huamachuco, La Libertad?

La **justificación técnica** es evaluar el estado actual en la Institución Educativa siguiendo los requerimientos de la norma E.020, E.030, E.050 y E.060, verificando si se encuentra en óptimas condiciones de seguridad. Teniendo en cuenta la justificación social el estudio será una base para dar algunas recomendaciones en temas de mejoramiento estructural de la Institución Educativa.

Justificando el problema, en la ciudad de Huamachuco según el mapa de zonificación sísmica nacional del (RNE 2020) está situado en la zona 3, donde se produce actividad sísmica considerable, siendo principalmente producida por el proceso de subducción de la placa oceánica (Nazca) por debajo de la placa continental (Sudamericana). **La justificación técnica** es la realización del estudio

siguiendo los parámetros de método índice de vulnerabilidad en la estructura de la Institución Educativa. **Socialmente** serán beneficiaria a los alumnos en general y personal administrativo que trabaja en dicha Institución y, científicamente buscamos dar una alternativa de solución al problema de vulnerabilidad estructural ante un eventual sismo.

Teniendo en cuenta, hipotéticamente al desarrollar el método índice de vulnerabilidad podremos determinar la evaluación estructural de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala. Planteándonos como **Objetivo General**; “Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método del índice de vulnerabilidad en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad”.

Así mismo para lograr el objetivo general tendremos en cuenta los siguientes **objetivos específicos**: **Proyectar** las propiedades físico mecánicas del suelo, **estimar** la resistencia a la compresión en las estructuras, **analizar** el grado de vulnerabilidad estructural mediante el método índice de vulnerabilidad y **evaluar** estructuralmente la Institución Educativa por medio del análisis lineal estático y dinámico siguiendo los parámetros dados por la norma de diseño sismoresistente E.030 del RNE.

II. MARCO TEÓRICO

Internacionalmente se han realizado estudios exhaustivos Sobre la conducta estructural y constructivo de las inmuebles considerando a la edificación como un elemento individual de la ciudad, aunque, algunas iniciativas internacionales como el índice de vulnerabilidad siempre asido tomado en cuenta en todos los países.

Con respecto al grado de Vulnerabilidad Estructural El Ingeniero, Caballero Guerrero, Álvaro en su tesis para obtener el grado de Magister titulada: “Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica” Concluye lo siguiente:

La importancia del método del índice de vulnerabilidad se aplica en estructuras de hormigón armado y mampostería cerrada, este tipo de estructuras tienen una alta proporción en América Latina. En estos sistemas estructurales se aplican once factores y sus coeficientes se multiplican por sus factores de importancia, la suma de los resultados da el índice de vulnerabilidad estructural, si el valor aumenta el edificio es más susceptible al movimiento sísmico. Influencias. (2007 pág. 51).

La bachillera Martínez, Sandra en su tesis titulada: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, región de Murcia:

Es imposible realizar una investigación de microzonificación sísmica en suelo urbano. Sin ellos, sería imposible incorporar el fenómeno de amplificación local de la acción de los simios de forma adecuada, sin este fenómeno su significación estadística sería menos evidente (2014 pág. 190).

Mediante la evaluación de índices de vulnerabilidad, realizado a un colegio de planta tipo L que se encuentra en la ciudad de Illapel, Chile realizado después del sismo de Illapel del 2015 obteniendo uno de los siguientes resultados:

Se considera que el daño observado después del terremoto toma en cuenta la alta vulnerabilidad de plantas en forma de L, por lo que se recomienda utilizar este método para evaluar la vulnerabilidad sísmica, y se recomienda utilizar datos de campo para calibrar el modelo para tener una mayor precisión y más cercano a las observaciones reales y acercamiento al comportamiento real. Entre los principales daños se observó

la disposición de columnas cortas en casi todo el edificio. Por lo tanto, considerando su forma y estructura, se puede esperar el daño observado. Cuando la mampostería falló por primera vez, cuando el pórtico de hormigón armado no alcanzó su capacidad de destrucción durante la obra, es decir, se mantuvo casi intacto, salvo en la zona donde había columnas cortas (2017 pág. 35).

El Bachiller en Ingeniería Civil en Obras Civiles, Alvyay Barrientos en su Tesis de pregrado titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad” ha tenido como conclusión:

se propuso una metodología para determinar la vulnerabilidad sísmica a escala urbana. Por un lado, se evaluó la vulnerabilidad sísmica con base en una modificación de los métodos actualmente aplicables, adaptados al contexto nacional, y se agregaron dos propuestas, métodos de evaluación del Índice de Vulnerabilidad Sísmica Económica y el Índice de Vulnerabilidad Sísmica Social, con lo cual se da una imagen algo más completa del estado de vulnerabilidad sísmica (2013 pág. 129)

En el Perú, la investigación de vulnerabilidad que se realiza en las instituciones educativas ante la ocurrencia de un terremoto sería desastroso lo a firma Víctor Salvatierra, en su tesis de pre grado titulada: “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica en la Institución Educativa Particular San Agustín”

La gran mayoría de las edificaciones son altamente vulnerables porque no cumplen con los parámetros establecidos por el terremoto RNE (E.30). El estudio de vulnerabilidad sísmica en la I.E. privada San Agustín en San Juan de Lurigancho reveló el estado de vulnerabilidad sísmica. Cuando se recibió los resultados del proyecto ETABS, se encontró que los elementos estructurales no tienen la resistencia requerida y por tal motivo fallarían ante un terremoto, así mismo se muestra en el tabique algunas anomalías a simple vista en el diagnóstico situacional (2018 pág. 75).

Los autores María Astroga y Rafael Aguilar, en su tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil titulada: “Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas” en sus conclusiones afirma que: Hay muchos edificios educativos vulnerables a terremotos cuya intervención no debe estar restringida por el plan nacional de protección. Para estas edificaciones, es necesario desarrollar planes específicos de reducción de vulnerabilidad de bajo costo (2006 pág. 72).

En la tesis de pregrado presentada por el bachiller Quispe, Daniel titulada: “Evaluación de la Resistencia a compresión del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de Puno 2018”, tuvo como objetivo general “Evaluar la resistencia a compresión alcanzada por el concreto en viviendas de la ciudad de Puno. La cual tuvo como conclusión específica lo siguiente:

Al realizar el ensayo con el esclerómetro en diferentes puntos de la ciudad presenta una resistencia a compresión de 150.37 kg/cm², por lo que está expuesto a padecer daños ante sismos de gran envergadura, ya que está por debajo de lo recomendado del Reglamento Nacional de Edificaciones. La verificación por parte de las comunas es muy importante para poder ver la calidad de las edificaciones (2018 págs. 133-134).

Cruz y Barreto, en su proyecto de investigación que tiene como título: “Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sísmoresistente en la urbanización Soliluz”, concluyen lo siguiente:

El criterio más utilizado por los ingenieros civiles en la actualidad es incluir muros de cortante en ambos sentidos, ya que tiene una gran rigidez lateral del edificio. Aportando: Diseñar y estructurar un edificio en sí mismo es una habilidad, ningún texto te adiestra a estructurar, este razonamiento no adiestra que las tecnologías no pueden reemplazar al diseñador ya que necesitas tener tu propio criterio para estructurar. (2015 pág. 111).

Marcial Blondet En su Libro: “Construcción Antisísmica de viviendas de Ladrillo” concluye que:

El sistema estructural de un edificio se define como: mampostería confinada es un edificio construido y diseñado. Por lo tanto, los muros son muros sísmoresistente. Deben ser simétricos y simples para que estos muros puedan resistir sismos, por lo que deben de ser bien construidos y confinados (columnas y vigas) en concreto armado (Blondet, 2017).

Los Bachilleres Flor Reyes y Liliana Mercedes en su tesis de pregrado titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa de Coyllur, Ciudad de Huaraz – Región Ancash” nos dan a conocer que:

En la realización de la vulnerabilidad sísmica del Centro Educativo Coyllur, está seccionado en dos pabellones, la primera estructura está conformada por aulas que tienen un grado de desempeño (garantía de vida), el sistema se mantiene práctico, pero requiere refuerzo. En la estructura de los talleres, el grado de performance es

funcional, pero debe fortalecerse. En el pabellón del aula, las bisagras plásticas con mayor daño a los pilares se encuentran frente a las vigas, dañando el sistema estructural. En el pabellón del taller es al revés, las bisagras plásticas más llamativas comenzaron en los tramos críticos de las vigas frente a las columnas, que la estructura puede seguir operando sin dañar la vida humana (2018 pág. 33)

(Kuroiwa Horiuchi, 2016), definen el “riesgo de terremoto” en función de la vulnerabilidad sísmica y la amenaza sísmica, que se puede expresar de la siguiente manera: $\text{riesgo} = \text{amenaza} \times \text{vulnerabilidad}$.

La UNDRO (United Nations Disaster Relief Organization) y la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) lanzaron un significado a partir de los siguientes conceptos:

Amenaza, peligro o peligrosidad (H): Esta es la posibilidad de que ocurra un evento potencialmente catastrófico dentro de una cierta época de tiempo en una ubicación determinada. **Vulnerabilidad (V):** Es el nivel de daño de un componente o conjunto de elementos en riesgo por un posible evento catastrófico, expresado en una escala de 0 (sin daño) a 1 (carencia total). **Riesgo específico (RS):** Es el nivel de pérdida esperada debido al acontecimiento de un suceso específico y expresado como una función de intimidación y vulnerabilidad. **Elementos en riesgo €:** Son una colectividad, edificios y obras civiles, actividades económicas, servicios públicos, servicios públicos e infraestructura que se encuentran amenazados en un área determinada (2002 pág. 1).

Con respecto al Análisis Lineal Estático y Dinámico: Cruz y Barreto en su proyecto de investigación; “Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismoresistente en la urbanización Soliluz”, llegan a la siguiente conclusión: De acuerdo con los datos del análisis estructural horizontal y vertical, se verificó que las fuerzas sísmicas determinan el diseño. Por lo tanto, es importante aplicar correctamente el estándar de diseño a prueba de terremotos. (2015 pág. 111).

Vilema J.C. En su Libro titulado: “Contribuciones a la evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de edificios” nos da a conocer que: La vulnerabilidad estructural surge cuando los edificios se construyen utilizando materiales que son insuficientes para soportar cargas extremas (vientos fuertes, presión hidrostática y choques sísmicos) en el campo de ingeniería sísmica, incluidos cambios en los estándares del proyecto sísmico persistente (Vilema, 2014 pág. 3).

El análisis sísmico para Choque y Luque (2019) el “diseño antisísmico que se realiza a las estructuras, mediante un análisis elástico, es decir de análisis estático y dinámico” (pág. 73).

El análisis estático es cuándo se requiere conocer las solicitaciones sísmicas frente al centro de masa de cada parte o estructura del edificio. Pueden analizar estructuras regulares e irregulares, los movimientos modales deben ser traslacionales (Norma Técnica E-030, 2018 pág. 21).

Con respecto a Estudio de mecánica de suelos: Para determinar su clasificación y que tipo de suelo están situadas las estructuras será necesario realizar el análisis granulométrico, así mismos el ensayo de los límites de consistencia.

Cruz y Barreto (2015 pág. 111) En su tesis concluye: El EMS ha resuelto la capacidad de carga aceptable de la base y se recomienda utilizar una base poco profunda.

La resistencia a la compresión: será determinada por un instrumento llamado esclerómetro, que determina los factores que causan la resistencia a la rigidez del componente estructural al golpear. Se usa para decidir la homogeneidad del hormigón en componentes estructurales y para entender si el hormigón está en mal estado o deteriorado. En un análisis del EMS y rigidez a la compresión.

A continuación, presentamos el procedimiento a proseguir para efectuar el Método del Índice de Vulnerabilidad:

En este proyecto de investigación se ha desarrollado un método para la vulnerabilidad estructural, que incluirá evaluar 11 parámetros y asignarles importancia, según lo definido por los investigadores.

Este método permite calcular de forma ligera y básica la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de mampostería. Este método se ha utilizado desde 1982 y durante este período se ha modificado varias veces para facilitar la recopilación de datos y describir mejor los daños causados por un terremoto

Se ha descrito la descripción de cada parámetro y sus correspondientes requisitos de calificación para que personas con conocimientos básicos puedan completar el formulario de manera objetiva.

La función de vulnerabilidad que utiliza vincula el daño esperado del edificio con la propia vulnerabilidad sísmica, que es muy fundamental para el valor inicial cuantificado de las pérdidas económicas directas. Llevar a cabo dicha investigación puede mostrar cuántas pérdidas económicas se pueden lograr antes del terremoto, a fin de proporcionar a los líderes de la ciudad las decisiones correspondientes.

Cruz y Barreto, en su proyecto de investigación concluyen lo siguiente: “El criterio más utilizado por los ingenieros civiles en la actualidad es incluir muros de cortante en ambos sentidos, ya que tiene una gran rigidez lateral del edificio.” Aportando: “Diseñar y estructurar un edificio en sí mismo es una habilidad, ningún texto te adiestra a estructurar, este razonamiento no adiestra que las tecnologías no pueden reemplazar al diseñador ya que necesitas tener tu propio criterio para estructurar.” (2015 pág. 111).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Se recolecta datos, estudiamos y analizamos para obtener resultados significativos por ello es Aplicada.

3.1.2. Diseño de Investigación:

El trabajo realizado podemos decir que “Es descriptivo ya que selecciona el área en la que realizar el estudio. Luego, se describen todas las propiedades que se manifiestan en la variable en estudio (vulnerabilidad estructural) como se muestra en la vida real con el fin de evaluar su comportamiento.” (Rojas Salcedo, 2017 pág. 20).

Por las características del proyecto es No Experimental Descriptiva.

Esquema de diseño:



Dónde:

M : Muestra de estudio.

Ox : Datos recopilados para la utilización del método Índice de vulnerabilidad.

Pd : Evaluación Estructural de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.

3.2. Variable y Operacionalización

Para Medina Martínez (2016) “Para llevar a cabo una correcta Operacionalización, las variables deben estar definidas conceptual y operacionalmente. Porque sin definir las variables, no hay investigación” (pág. 18).

Ver anexo: Cuadro N° 3 Matriz de Operacionalización de las variables.

3.2.1. Variable

Vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala.

Definición conceptual: De acuerdo a la escala establecida por Beneditti Petrini, mediante la suma ponderada de valores numéricos que refleja la “calidad sísmica” en cada uno de los 11 parámetros establecidos por el método, se evalúa los elementos estructurales y no estructurales, que son de vital importancia en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería; A cada parámetro se asigna una de las cuatro clases (A, B, C, D). Donde A es óptimo y D es pésimo, el cual a través del cálculo se verá si la vulnerabilidad de las estructuras es baja, mediana o alta. (Gómez Prado, y otros, 2014 pág. 62).

Definición operacional: La evaluación estructural utilizando el método de índice de vulnerabilidad, nos permite estimar el grado de vulnerabilidad estructural teniendo en cuenta el Estudio de mecánica de suelos, la resistencia a la compresión de los elementos estructurales, el análisis lineal estático y dinámico teniendo basándonos en la norma de diseño sismoresistente E.030 del RNE. Como origen se considera determinar el grado de vulnerabilidad estructural de las estructuras de la I.E. Mayor Santiago Zavala.

Indicadores: A través de ellos podemos medir las características del análisis de vulnerabilidad estructural en función a sus dimensiones.

- **Método de índice de vulnerabilidad (11 parámetros)**

Tipo y organización del sistema.

Tipología estructural.

Resistencia convencional.

Posición de edificio y cimentación

Diafragma horizontal.

Configuración en planta

Configuración en elevación.

Espaciamiento máximo entre muros.

Tipo de cubierta.

Elementos no estructurales.

Estado de conservación.

- **Estudio de mecánica de suelos:**

Análisis granulométrico

Límites de ATTERBERG

Humedad natural

Clasificación de suelos (SUCS)

- **Resistencia a la compresión:**

Ensayo de esclerometría

- **Análisis estático – dinámico de las estructuras.**

Escala de medición: La escala de medición es nominal.

3.3. Población, Muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población es un conjunto de gente de la misma clase, limitada por el estudio, según Tamayo y Tamayo, (1997 pág. 114), “se precisa como un total del estudio de un fenómeno o unidades de población que poseen rasgos comunes”.

Está dado por todas las Instituciones Educativas Estatales de población mayor a los 1000 alumnos del distrito de Huamachuco, este distrito cuenta con 6 Instrucciones Educativas Estatales de características similares en población estudiantil e infraestructura.

3.3.2. Muestra

La muestra se determina como la problemática ya que es capaz de producir los datos con los cuales se reconocen las fallas dentro del proceso. Según Tamayo y Tamayo, (1997), afirma que: “ la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (pág. 38).

Se realizará el análisis estructural de los 3 pabellones existentes en la Institución Educativa. N° 80127 Mayor Santiago Zabala, Huamachuco, teniendo en cuenta que esta institución tiene una población estudiantil mayor a 1000 alumno entre nivel inicial y nivel primario.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

En las técnicas encontramos respuestas a la realización de nuestra investigación que nos permiten aplicar el método donde la estructura de la investigación y entre sus principales características tenemos: el diseño de la investigación, herramientas de adquisición de datos, sistemas de clasificación, así como procesamiento de datos. (Borja Suárez, 2012 pág. 33).

Teniendo en cuenta la investigación realizada, la recolección de datos se hizo mediante la observación.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Estos instrumentos, son los soportes para el cumplimiento del propósito de las técnicas (Baena Paz, 2017 pág. 68)

Se realizó utilizando fichas y guías de observación en campo.

Método de índice de vulnerabilidad: Fichas de toma de datos in situ basados en los 11 parámetros del método.

Estudio de mecánica de suelos: Toma de datos in situ para posterior análisis.

Resistencia a la compresión: Toma de datos in situ para posterior análisis.

Análisis lineal estático – dinámico: Toma de datos in situ para posterior análisis.

3.4.3. Validez y confiabilidad

Se realizó bajo la aprobación de tres profesionales con amplia experiencia y conocimientos en estructuras, con experiencia mayor a 5 años.

3.5. Procedimientos

Método de índice de vulnerabilidad (11 parámetros):

- Realizamos una visita de campo para observar el estado actual de las estructuras de los 3 pabellones de la Institución Educativa.
- Recolectamos la información con fichas realizadas en función a los 11 parámetros que nos indica el método de índice de vulnerabilidad. Como material de apoyo se realizamos toma de fotografías dentro y fuera de la institución educativa.

Estudio de mecánica de suelos:

- Realizamos el recorrido en la Institución educativa y ubicamos los 3 puntos donde se realizaron las 3 calicatas, el criterio de ubicación se basó en tener una ubicación más cercana en donde están cimentadas las estructuras de cada pabellón analizado, para obtener datos más certeros.
- Realizamos a la excavación de las 3 calicatas y tomamos nota de las profundidades de los estratos.
- Recolectamos muestras de suelo de cada estrato para su posterior análisis en el laboratorio. Como material de apoyo se realizamos toma de fotografías de las 3 calicatas.

Resistencia a la compresión:

- Realizamos el recorrido en la Institución educativa y ubicamos las estructuras en el primero y segundo nivel de cada pabellón en donde se realizó el ensayo de esclerometría.
- Recolectamos la información con fichas en cada punto de las estructuras donde se realizó el ensayo; Para sus posteriores cálculos. Como material de apoyo se realizamos toma de fotografías en cada punto en donde se realizó el ensayo.

Análisis estático – dinámico de las estructuras:

- Recolectamos la información necesaria para sus posteriores cálculos.

3.6. Método de análisis de datos

Para el modelamiento y análisis estructura se ha utilizado el software Etabs 2015, para estimar la resistencia a la compresión de las estructuras se utilizó el método del esclerómetro, para la realización de planos se realizó con Auto CAD 2020 y por último se usó los programas de Microsoft Office 2016 para la realización ficha de toma de datos en campo, tablas, gráficos y la interpretación de los datos.

3.7. Aspectos éticos

Se realiza esta presente tesis siguiendo las normas de la Universidad Cesar Vallejo, satisfaciendo sus exigencias de ética, objetividad y originalidad.

Se reconoce la autoridad de las ideas de los autores los cuales se extrajeron para la información de la presente investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

En la presente investigación se realizaron 1 calicata para cada pabellón de la institución educativa, los cuales las muestras de suelos obtenidas fueron analizadas en cada estrato. Según la norma E.050 suelos y cimentaciones del RNE, nos recomienda los realizar los ensayos granulométricos, contenido de humedad, plasticidad del suelo de fundación y clasificación unificada del suelo. El resultado de los ensayos de manera general se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1: Propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación obtenidas de campo

Propiedades físicas de las muestras en las calicatas C-1, C-2 y C-3						
CALICATA	C-1	C-1	C-1	C-2	C-3	C-3
Profundidad de estratos	0.40 m	0.85 m	1.5 m	2.00 m	0.5 m	1.5 m
Grava (Malla N° 4)	14.14%	22.94%	27.40%	27.94%	16.27%	23.46%
Arena (Malla N° 4 - N° 200)	52.14%	44.86%	44.86%	50.88%	58.82%	46.84%
fino (> Malla N° 200)	33.72%	32.20%	29.83%	21.18%	30.91%	29.70%
Limite Liquido (LL)	25.00%	27.00%	26.00%	22.00%	26.00%	27.00%
Limite Plástico (LP)	20.47%	21.17%	20.56%	19.26%	21.86%	21.49%
Índice Plástico (IP)	4.53%	5.83%	5.44%	2.72%	4.14%	5.51%
Humedad Natural (%W)	13.50%	11.82%	10.77%	7.78%	14.10%	10.64%
Peso Volumétrico Seco (gr/cc)	1.162	1.196	1.210	1.265	1.169	1.218

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Las 2 calicatas (Calicata N° 1 y Calicata N° 3), excavadas y los resultados correspondientes a los ensayos podemos concluir, que el suelo continuo al lugar en donde esta cimentada el Pabellón "A" y el Pabellón "C", está constituido por arena arcillas y limos inorgánicas de baja plasticidad "SC-SM". También en la (Calicata N° 2) continuo al Pabellón "C" tenemos arena arcillosa de baja plasticidad "SM".

4.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El ensayo de esclerómetro nos refleja el estado de dureza de los elementos estructurales que se ha ensayado en la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala, el cual cuenta con 3 Pabellones (Pabellón A, B y C) en donde se realizaron los ensayos en elementos estructurales obteniendo los siguientes resultados que a continuación se detallan:

Tabla 2: Resultados de ensayo de Esclerometría en la I.E. 80127 Mayor Santiago Zavala

Consolidado de ensayos de Esclerómetro en los pabellones A,B y C.														
PABELLÓN	A				B				C					
Elemento Estructural	Columna	Columna	Viga	Viga	Columna	Columna	Viga	Viga	Columna	Columna	Columna	Viga	Viga	Viga
Índice de rebote	44	43	31	32	32	33	29	32	47	46	45	42	43	44
Resistencia (kg/cm ²)	420	415	220	225	238	240	190	238	465	460	455	380	343	345

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Los resultados de los ensayos nos arrojan como resultado un índice de rebote mínimo de 29 y un máximo de 47, que transformándolo tendremos 190 kg/cm² como mínimo y como máximo 464 kg/cm².

El ensayo de esclerómetro nos sirve para estimar la resistencia a la compresión o más cercano a lo real.

4.3. ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Al utilizar el método de índice de vulnerabilidad podemos estimación el grado de **vulnerabilidad estructural** que sufriría ante un sismo, teniendo en cuenta los 11 parámetros que componen este método. Así mismo, al aplicar este método en la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala llegamos a determinar el valor promedio del índice de vulnerabilidad de

51.666, teniendo en cuenta los rangos del método, la Institución Educativa se encuentra en grado de vulnerabilidad baja (Tabla N° 10).

Tabla 3: Resumen de resultados de la aplicación del Método de Índice de Vulnerabilidad en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala

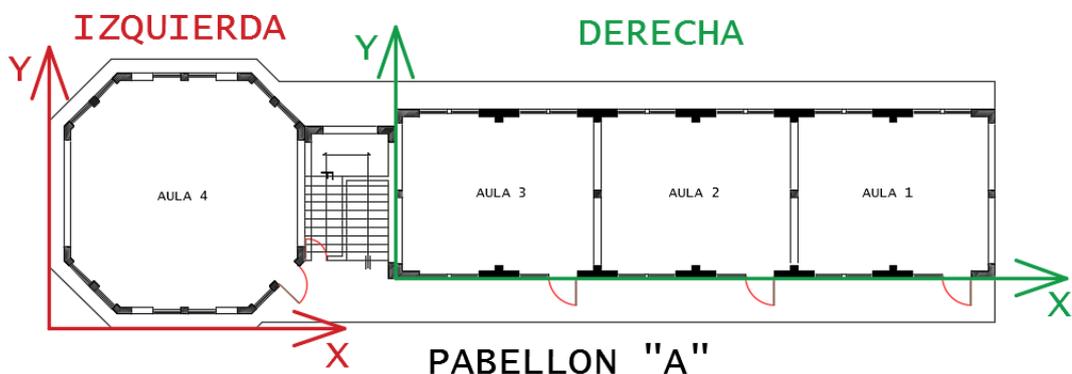
Resultado del método de índice de vulnerabilidad en los pabellones A, B y C			
Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	PABELLONES DE EDUCACIÓN	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
	A	50.00	Baja
	B	50.00	Baja
	C	55.00	Baja

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

4.4. ANÁLISIS LINEAL ESTÁTICO - DINÁMICO

Con respecto al análisis dinámicos lineales o no lineales que calcula reacción estructural, causada por cargas dinámicas. Entre las cargas dinámicas se agregan cargas de vibración, golpes, colisiones y cargas aleatorias, en la I.E. “Mayor Santiago Zavala” que tiene tres (03) pabellones A, B y C, donde se realizó el modelado obtuvimos los siguientes resultados:

Figura N° 1: Ejes direccionales de las distorsiones en planta en el pabellón A de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala



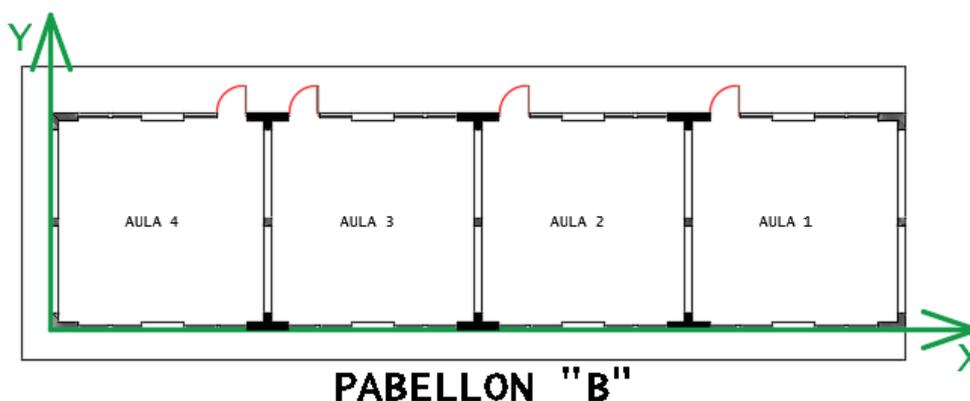
Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Tabla 4: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón A en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala

Resultado de distorsión máxima en los pabellones A									
PABELLÓN	PISO	DERECHA X		DERECHA Y		IZQUIERDA X		IZQUIERDA Y	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
A	1	0.001088	0.000075	0.000002	0.001982	0.00432	0.000212	0.000158	0.004106
	2	0.000354	0.0000109	0.000039	0.002814	0.004513	0.000228	0.000225	0.004376

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 2: Ejes direccionales de las distorsiones en planta en el pabellón B de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala



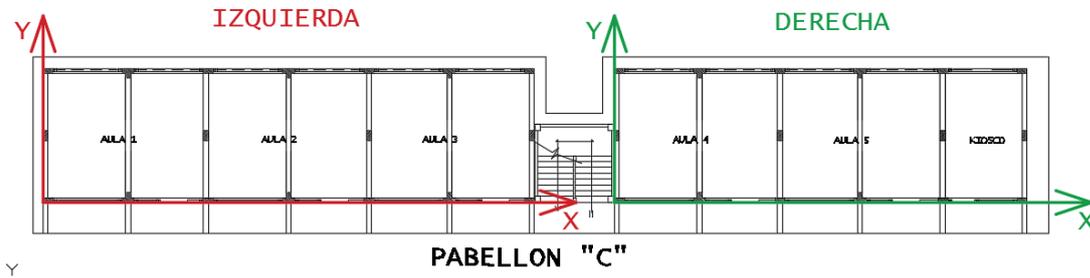
Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Tabla 5: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón B en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala

Resultado de distorsión máxima en los pabellones B					
PABELLÓN	PISO	X		Y	
B	1	0.002997	0.000217	0.000005	0.002067
	2	0.002302	0.000286	0.000052	0.002975

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 3: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón C en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Tabla 6: Resultados de Distorsión Máxima en el pabellón C en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala

Resultado de distorsión máxima en los pabellones C									
PABELLON	PISO	DERECHA X		DERECHA Y		IZQUIERDA X		IZQUIERDA Y	
		C	1	0.007474	0.000127	0.000011	0.00221	0.005791	0.000004
2	0.024752		0.000111	0.000067	0.00460	0.007556	0.000122	0.000076	0.00355

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Las distorsiones analizadas en los tres (03) pabellones en ambas direcciones, verificamos que hay irregularidades en planta como en altura, en el pabellón C en la derecha dirección X encontrando incumplimiento de derivas o distorsiones, por la falta de rigidez en la estructura. Teniendo en cuenta que la distorsión máxima según la norma de diseño sismoresistente E.030 del RNE para un **sistema aporticado (Dirección "X")** es de **0.007 por mil** y para un **sistema de albañilería (Dirección "Y")** es de **0.005 por mil**.

V. DISCUSIÓN

El Estudio de mecánica de suelo nos arroja como resultados un IP máximo en los estratos de 5.83%, al estar en el rango de valores $IP < 15$, podemos deducir que es un suelo de baja plasticidad, al poseer bajo este valor (en términos de agua adicional) cambiaría rápidamente de un comportamiento semi sólido a uno líquido. Así mismo para actividades de cimentación de edificaciones la condición ideal es tener un IP elevado y LL bajo. Esto se valida con lo indicado por (Aulestia Valencia, 2014) que indica que La cimentación transfiere la carga de la estructura al piso. Está en contacto directo con el suelo.

De los planos proporcionados se verifico que la cimentación está compuesta por zapatas conectadas siguiendo los parámetros de la norma de diseño sismoresistente E.030, por sus características del suelo es considerado suelo tipo S3, suelo flexible con baja resistencia a la compresión, alto índice a producirse deformaciones y asentamientos. Por lo tanto, se corroboró lo recomendado en el estudio de mecánica de suelos que nos sugiere tener una cimentación con zapatas cuadradas.

De las 14 pruebas de esclerometría, realizadas en los pabellones A, B y C solo 13 se obtuvieron los valores de diseño mayor o igual a 210 kg/cm². Se recalca que los rangos se dan entre 190 kg/cm² como mínimo y 465 kg/cm² como máximo. Este cambio brusco de resistencia y el mínimo valor obtenido se podría haber dado por temas constructivos cambiantes y/o diseño de mezclas inadecuado. En función a lo indicado, el trabajos realizado por Navarro, Alberto y Balbuena, Manuel, Puig (2019 pág. 6), validan la importancia del uso de esta herramienta en la obtener resultados estimados a lo real. Podemos precisar que la resistencia a la compresión estimada se puede dar utilizando la combinación de estos dos métodos ensayos destructivos y no destructivos, lográndose veracidad y eficiencia en la estimación de resultados.

De acuerdo a la aplicación del método índice de vulnerabilidad en la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala, se obtuvo un valor promedio de 51.666 que nos indica un resultado de vulnerabilidad baja lo que permite inferir que la institución tendría un razonable comportamiento en un eventual sismo.

Cabe mencionar que el trabajo realizado por Aguilar y Mudarra (2018 pág. 107) con parecidas características geométricas y de estructuración se tuvo una calificación de 132.50 en promedio denominada vulnerabilidad media, este resultado podría haberse dado por la antigüedad de las edificaciones estudiadas.

Así mismo, Alvayay Barrientos en su Tesis de pregrado titulada: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, empleando índices de vulnerabilidad” el autor utilizó un método utilizado por G.N.D.T. (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti-Italia), que es similar al método italiano de Benedetti Petri adaptándolo a su entorno nacional concluyendo que de acuerdo a lo analizado y a la contrastación del método que se propone, puede decir que se está encuadrado dentro de las consideraciones a tener en cuenta en el análisis de la Vulnerabilidad comparándolo con lo que proponen otros autores entre ellos Benedetti Petri, (2013 pág. 129)

En la aplicación del análisis lineal estático y dinámico, en los pabellones A y B si cumplen las derivas, sin embargo, en el pabellón C en la derecha dirección X encontrando incumplimiento de derivas o distorsiones, por la falta de rigidez en la estructura. Teniendo en cuenta que la distorsión máxima según la norma de diseño sismoresistente E.030 del RNE para un sistema aporticado (Dirección “X”) es de 0.007 por mil y para un sistema de albañilería (Dirección “Y”) es de 0.005 por mil. Haciendo el análisis en comparación con la Norma la distorsión en el eje X es 0.007474. y la siguiente distorsión también en el eje X es 0.024752 donde hay una diferencia considerable.

De los 3 pabellones analizados se evidencia que en los pabellones A y B en el análisis en el eje x tiene el mayor valor de distorsión con 0.00045 que no sobrepasa la distorsión admisible en la Norma E.030, mientras tanto en el pabellón C.

Los resultados del trabajo realizado tienen semejanza con el trabajo de investigación “Evaluación del Diseño estructural del centro Educativo – nivel primario en el Caserío de Chagavara, Santiago de Chuco en el 2018”, realizado por Campos (2019 pág. 110), donde se presentó que en uno de sus

pabellones no cumplió con las exigencias de la deriva según la norma E.030. Con esto se entiende que muchas edificaciones de instituciones educativas tienen este inconveniente de un inadecuado calculo estructural.

VI. CONCLUSIONES

1. Se indica que las características físicas del suelo en las calicatas N° 1 y 3 corresponden a la clasificación del suelo "SC-SM", y la calicata N° 3 corresponde a "SM", recalándose que las 3 calicatas tienen una buena capacidad portante, IP y LL; lo cual nos garantiza que no haya problemas de asentamiento.
2. De los resultados obtenidos del ensayo de esclerometría podemos asumir que la resistencia a la compresión de los elementos estructurales en los tres pabellones en la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala es de 210 kg/cm².
3. Los 11 parámetros dados por el método de índice de vulnerabilidad aplicados en la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala nos da como resultado promedio 55.666 denominado Vulnerabilidad Baja, el cual puede resistir moderadamente un eventual sismo.
4. De los trabajos de análisis sísmico con el programa Etabs 2015 de los pabellones "A" y "B", de acuerdo a los resultados se puede interpretar que a estructura es más rígida en las direcciones X y Y debido a la cantidad de muros de corte colocados en las direcciones mencionadas. Sin embargo, en el pabellón "C" dirección X de la derecha es menos rígida debido a la ausencia de muros de corte, por ello se recomienda un reforzamiento estructural, el concepto para Belizario (2017) es "el refuerzo estructural es la capacidad de ampliar la estructura, agregar nuevos elementos, mejorar el edificio. Es el refuerzo de una estructura que está por encima de su rendimiento original " (pág. 108).

VII. RECOMENDACIONES

La recomendación con respecto a las propiedades físicas y mecánica, y su clasificación del suelo, para poder obtener un análisis más detallado y llegar a más profundidad del suelo y recolectar más muestras de estratos podemos utilizar el ensayo de penetración estándar.

Con referencia de la resistencia a la compresión de los elementos estructurales la recomendación es trabajar con 210 kg/cm², en circunstancia que se presente alguna modificación y se intervenga algún elemento estructural.

Al aplicar, el método índice de vulnerabilidad en la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala, los resultados obtenidos del análisis nos arrojan que las estructuras tienen grado de Vulnerabilidad baja, para lo cual podemos recomendar en la medida que se requiera por el paso del tiempo u otros factores que afecten a las estructuras, reforzar con muros de concreto armado en los ejes que presenten fallas por falta de rigidez.

Al realizar un análisis lineal estático y dinámico es recomendable y fundamental, tener en cuenta los parámetros de diseño de estructuras sismo resistentes dadas en la Norma E.030 del reglamento Nacional de Edificaciones, para tener un criterio más efectivo del análisis de estructuras. Teniendo en cuenta la necesidad de contar con estudios previos como el Estudio de Mecánica de Suelos y Resistencia a la Compresión y obtener resultados más cercanos a lo real y existente.

REFERENCIAS

- Aguilar Marin, Gracilda Angelica Erika y Mudarra Abanto , Carlos Manuel. 2018.** *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE EL MÉTODO.* La Libertad, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2018. pág. 107, Tesis.
- Alvarez Ponce, Víctor Emilio. 2015.** *Terremoto del 31 de mayo de 1970: Mitigación de riesgos y el plan de reconstrucción urbana para.* Segovia : Sociedad Española de Historia de la Construcción, 2015.
- Alvayay Barrientos, Daniel Alejandro. 2013.** *Evalaución de la vilnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia , empleando indices de vulnerabilidad.* Valdivia : s.n., 2013. pág. 140.
- Ángel, Ortiz Ríos Nelson Miguel. 2017.** *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Post Sismo 8,4 (MW), Illapel, Chile. Aplicación al Colegio San Rafael de Rozas, Illapel,Chile.* Valdivia : s.n., 2017.
- Astroga Mendizábal, Maria Angela y Aguilar Velez, Rfael. 2006.** *Evaluación del riesgo sísmico de edificaciones educativas peruanas.* Lima : s.n., 2006. pág. 90.
- Aulestia Valencia, Diego. 2014.** *Geotécnia y cimentaciones.* Ecuador : s.n., 2014.
- Baena Paz, Guillermina. 2017.** *Metodologáa de la Investigación.* Mexixo : Patria, 2017.
- Belizario Pacompia, Christian Florencio. 2017.** *Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación.* 2017.
- Blondet, Marcial. 2017.** *Construcción antisísmica de viviendas de ladrillo.* Lima : s.n., 2017. pág. 92.
- Borja Suárez, Manuel. 2012.** *Metodología de la investigación científica.* Chiclayo : s.n., 2012.
- Caballero Guerrero, Álvaro Rafael. 2007.** *Determinación de la vulnerabilidad sísmica por medio del método del índice de vulnerabilidad en las estructuras ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Sincelejo, utilizando la tecnología del sistema de información geográfica.* Colombia : s.n., 2007.
- Campos Córdova, Miller Jack. 2019.** *“Diseño del reforzamiento de columnas y vigas, con la técnica del encamisado y el comportamiento estructural de una vivienda, Distrito de Puente de Piedra, Lima.* Lima : s.n., 2019. pág. 113.
- Casos de estimación de la resistencia a compresión del hormigón armado validando ecuaciones de regresión que combinan el empleo de ensayos no destructivos (NDT) con ensayos destructivos (DT) en Cuba.* **Porras, Navarro, y otros. 2019.** 1, 2019, Cuba : s.n., 2019. 13.
- Choque Sucasaca, Johanny Fernando y Luque Solis, Eduardo Deyviz. 2019.** *Análisis Estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030.* Arequipa : s.n., 2019.
- CRUZ Fernadez, Jorge y BARRETO Chapoñan, Carlos. 2015.** *Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño simo resistente en la urbanizacion Soliluz.* Trujillo : s.n., 2015.
- . **2015.** *Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismoresistente en la urbanización Soliluz.* Trujillo : s.n., 2015.

Evaluación de la fragilidad basada en distorsión lateral para muros de mampostería confinada.
Ruiz García, Jorge. 2009. México : s.n., 2009.

Gómez Prado, Walter y Loayza Yañez, Antonio. 2014. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de Salud del Distrito de Ayacucho. *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Centros de Salud del Distrito de Ayacucho.* Ayacucho : s.n., 2014.

INDECI. 2017. *Ecenario Sísmico.* Lima : s.n., 2017. pág. 54.

INTEGRACION, INSTITUTO DE ANALISIS Y COMUNICACION. 2015. www2.congreso.gob.pe.
www2.congreso.gob.pe. [En línea] Marzo de 2015. [Citado el: 20 de Setiembre de 2020.]
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BF5E6580B1250A8505257FBC0069A554/\\$FILE/281214390-Inversion-necesaria-en-infraestructura-educativa-1.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BF5E6580B1250A8505257FBC0069A554/$FILE/281214390-Inversion-necesaria-en-infraestructura-educativa-1.pdf).

IO, FUNDACION. 2020. FUNDACION IO. *FUNDACION IO.* [En línea] 1 de Setiembre de 2020.
[Citado el: 18 de Setiembre de 2020.] <https://fundacionio.com/2020/09/01/1-septiembre-2020-terremoto-de-6-8-grados-en-chile/>.

Kuroiwa Horiuchi, Julio. 2016. *Manual del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú.* Lima : Industria Gráfica Ausangate, 2016. pág. 112.

Martínez Cuevas, Sandra. 2014. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Ampliación en la ciudad de Lorca, Región de Murcia.* Lorca : s.n., 2014. pág. 287.

Medina Martínez, Norma. 2015. *Las variables complejas en investigaciones pedagógicas.* Cuba : s.n., 2015.

Muniz Rodríguez, José Guadalupe. 2006. *caracterización de concretos de baja resistencia en viviendas de interes socila.* Mexixo : s.n., 2006. pág. 136.

Norma Técnica E-030. 2018. *Análisis estático.* Perú : s.n., 2018.

Norma Técnica Peruana. 2013. *Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría) 2° Edición.* Lima : s.n., 2013.

Nueva sociedad. **Duran, Luis. 2010.** 226, 2010.

Quispe Fuentes, Daniel Christian . 2018. *Evaluación de la Resistencia a Compresión del Concreto en Edificaciones Comunes de la Ciudad de Puno.* Puno : s.n., 2018. pág. 136.

Revista Internacional de Ingeniería Estructural. **Roberto Aguiar, Yordy Mieles. 2016.** 3, Ecuador : s.n., 2016, Vol. 21.

Reyes Roque, Flor Haydee y Mercedes Soberanis, Liliana Isela. 2018. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura educativa de Coyllur, Ciudad de Huaraz - Región Ancash.* Huaraz : s.n., 2018. pág. 165.

Rojas Salcedo, Edwin. 2017. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de albañilería confinada del asentamiento humano san marcos de ate, santa anita.* Lima : s.n., 2017.

Saavedra Yslado, Irmer. 2018. *Evaluación del diseño estructural del Centro Educativo - Nivel Primario en el caserío de Chagavara, Santiago de Chuco en el 2018.* Trujillo : s.n., 2018.

Sismica, instituto Nacional de Prevencion. 2008. *PREVENCION SÍSMICA. Manual de Adiestramiento para docentes de Nivel Primario.* 9° Edición. San Juan (2008). San Juan : s.n., 2008.

Structural diagnosis of a RC building based on its bio-seismic profile and an incremental dynamic analysis. **Olivera Lopez, Juan y Oyarzo Vera, Claudio. 2020.** Chile : s.n., 2020. 0718-2813.

Tamayo y Tamayo, Mario. 1997. *El proceso de Investigación Científica.* México : Limusa, 1997.

—. **1997.** *El Proceso de la Investigación Científica.* Mexico : s.n., 1997.

Tavara, Hernado. 2007. *Terremoto en Pisco.* 2007.

UNDRO y UNESCO. 2002. *Natural Disastres and vulnerability Analysis.* 2002. pág. 53.

Universidad Andres bello. 2017. *Método de prueba estándar para determinar la dureza de la roca por el método del martillo rebote.* 2017.

Victoria Salvatierra, Pablo. 2018. *Evaluacion de la Vulnerabilidad Sismica en la Institucion Educativa Particular San Agustin.* Lima : s.n., 2018.

Vilema, J. C. 2014. *Contribuciones a la evaluación de la Vulnerabilidad sísmica de edificios.* [ed.] A.H. Barbat. Barcelona - España : s.n., 2014. pág. 201.

ANEXOS

Cuadro N° 1: Matriz de operacionalización de variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICIÓN
Vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala.	De acuerdo a la escala establecida por Beneditti Petrini, mediante la suma ponderada de valores numéricos que refleja la “calidad sísmica” en cada uno de los 11 parámetros establecidos por el método, se evalúa los elementos estructurales y no estructurales, que son de vital importancia en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería; A cada parámetro se asigna una de las cuatro clases (A, B, C, D). Donde A es óptimo y D es pésimo, el cual a través del cálculo se verá si la vulnerabilidad de las estructuras es baja, mediana o alta. (Gómez Prado, y otros, 2014 pág. 62).	La evaluación estructural utilizando el método de índice de vulnerabilidad, nos permite estimar el grado de vulnerabilidad estructural teniendo en cuenta el Estudio de mecánica de suelos, la resistencia a la compresión de los elementos estructurales, el análisis lineal estático y dinámico teniendo basándonos en la norma de diseño sismoresistente E.030 del RNE. Como origen se considera determinar el grado de vulnerabilidad estructural de las estructuras de la I.E. Mayor Santiago Zavala.	Estudio de mecánica de suelos	Análisis Granulométrico Límite de Consistencia Humedad Natural Clasificación de Suelos	m % % -	Nominal
			Resistencia a la compresión	Ensayo de Esclerómetro	Kg/cm2	Nominal
			Método de índice de vulnerabilidad	Tipo y Organización del Sistema Tipología Estructural Resistencia convencional Posición de Edificio y Cimentación Diafragma Horizontal Configuración en Planta Configuración en Elevación Espaciamiento Máximo entre Muros Tipo de Cubierta Elementos no Estructurales Estado de Conservación	- - - - - - - - - - -	Nominal
			Análisis estático - dinámico de las estructuras.	Zonificación (Z) Categoría de Edificación (U) Factor de Ampliación Sísmica (C) Perfil del Suelo (S) Coeficiente Básico de Reducción (R0) Irregularidad en planta (Ip) Irregularidad en Altura (Ia) Reducción de Fuerzas Sísmicas (R) Estimación de Peso (P) Fuerza Cortante en la Base Periodo Fundamental de Vibración (T) Aceleración espacial (Sa) Desplazamientos máximos. Distorsión	- - - - - - - - - - - - - -	Nominal

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Cuadro N° 2: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIALE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS
¿Cuál es la vulnerabilidad estructural de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zabala, Huamachuco, La Libertad?	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método del índice de vulnerabilidad en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Proyectar las propiedades físico mecánicas del suelo.</p> <p>Estimar la resistencia a la compresión de las estructuras en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.</p> <p>Analizar el grado de vulnerabilidad estructural mediante el método índice de vulnerabilidad en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.</p> <p>Evaluar estructuralmente la Institución Educativa mediante el análisis lineal estático y dinámico en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.</p>	El desarrollar el método índice de vulnerabilidad nos permitirá determina la evaluación estructural de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala	Vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala.	Aplicada	Está dado por todas las Instituciones Educativas Estatales de población mayor a los 1000 alumnos del distrito de Huamachuco, este distrito cuenta con 6 Instrucciones Educativas Estatales de características similares en población estudiantil e infraestructura.	Teniendo en cuenta la investigación realizada, la recolección de datos se hizo mediante la observación.	Para el modelamiento y análisis estructura se ha utilizado el software Etaps 2016, para estimar la resistencia a la compresión de las estructuras se utilizó el método del esclerómetro, para la realización de planos se realizó con Auto CAD 2020 y por último se usó los programas de Microsoft Office 2016 para la realización ficha de toma de datos en campo, tablas, gráficos y la interpretación de los datos.
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				No Experimental Descriptiva	Se realizará el análisis estructural de los 3 pabellones existentes en la Institución Educativa. N° 80127 Mayor Santiago Zabala, Huamachuco, teniendo en cuenta que esta institución tiene una población estudiantil mayor a 1000 alumno entre nivel inicial y nivel primario.	<p>Método de índice de vulnerabilidad: Fichas de toma de datos in situ basados en los 11 parámetros del método.</p> <p>Estudio de mecánica de suelos: Toma de datos in situ para posterior análisis.</p> <p>Resistencia a la compresión: Toma de datos in situ para posterior análisis.</p> <p>Análisis lineal estático – dinámico: Toma de datos in situ para posterior análisis.</p>	

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Instrumentos

Figura N° 4: Hoja 01 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS DE EVALUACION ESTRUCTURAL PABLELLON "A"			
NOMBRE DE EVALUADORES	: Villanueva Ríos Freddy Williams : Otiniano Vásquez Santiago Alejandro	Código del Alumno	:
		Código del Alumno	:
1. INFORMACION GENERAL			
Nombre de la I.E.	:	Responsable de la I.E.	:
Dirección	:	cargo	:
Departamento	:	Teléfono de responsable I.E.	:
Provincia	:	Fecha	:
Distrito	:	Hora	:
Referencia	:	Duración de visita	:
2. USO			
	Vivienda	Hospital	Institución Educativa
			Comisaria
3. TERRENO Y CIMENTACION			
Zona sísmica	Z1	Z2	Z3
			Z4
Topografía	Plana	Ondulada	Ladera de cerro
			Rivera rio/lago
Tipo de suelo	Roca	Granular compacta	Granular seca
			Limosa/ arcillosa
Tipo de cimentación	Zapata aislada	Zapata corrida	Cimentación corrida
			Losa
4. CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA			
ESTRUCTURA		MEDIDA Y AREAS	
Número de niveles	:	Frente	:
Número de sótanos	:	Fondo	:
Número de escaleras	:	Área techada	:
Altura de piso a techo 1° piso	:	Área de terreno	:
Altura entre pisos	:		
INSTALACIONES			
AGUA POTABLE	:		
ELECTRICIDAD	:		
ALCANTARILLANO	:		
Gas	:		

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 5: Hoja 02 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala

5. SISTEMA ESTRUCTURAL						
MATERIAL EN MUROS			REFUERZO EN MAMPOSTERIA			
Concreto reforzado			Sin refuerzo			
Concreto prefabricado			Mampostería confinada			
Tabicón de Concreto (macizo)			Mampostería mal confinada			
Bloques de concreto (20x40cm)			Con refuerzo interior			
Ladrillo de barro macizo						
Tabiquería de arcilla hueco						
Paneles con capa de mortero						
ESTRUCTURAS VERTICAL PRINCIPAL			ESTRUCTURA HORIZONTAL PRINCIPAL			
ESTRUCTURA	SECCION	MATERIAL	ESTRUCTURA	SECCION	MATERIAL	PISO
Columnas			Vigas			
Tabiques			Losas horizontal			
Placas			losas Inclinadas			
Losas						
6. EVALUACION DE DAÑOS						
PROBLEMA GEOTECNICOS						
Grietas en el terreno circundante	:					
Hundimiento diferenciales	:					
Deslizamiento de ladera	:					
Socavación o eroción	:					
Licuación de arenas	:					
Inclinación del edificio	:					
DAÑOS MAXIMOS OBSERVABLES						
Tipo de daño y características	Columna	Trabes	Mampostería	(mm.)		
Colapso/daño generalizado						
Grietas inclinadas (por cortante)						
Grietas normales al eje (por flexion)						
Aplastamiento concreto y barra expuesta						
Fractura refuerzo longitudinal						
Fractura refuerzo transversal o estrivo						
Pandeo de barras a compresión						
Pandeo de placas						
Pandeo global o inestabilidad						
Corrosión del acero						
6. CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA						

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

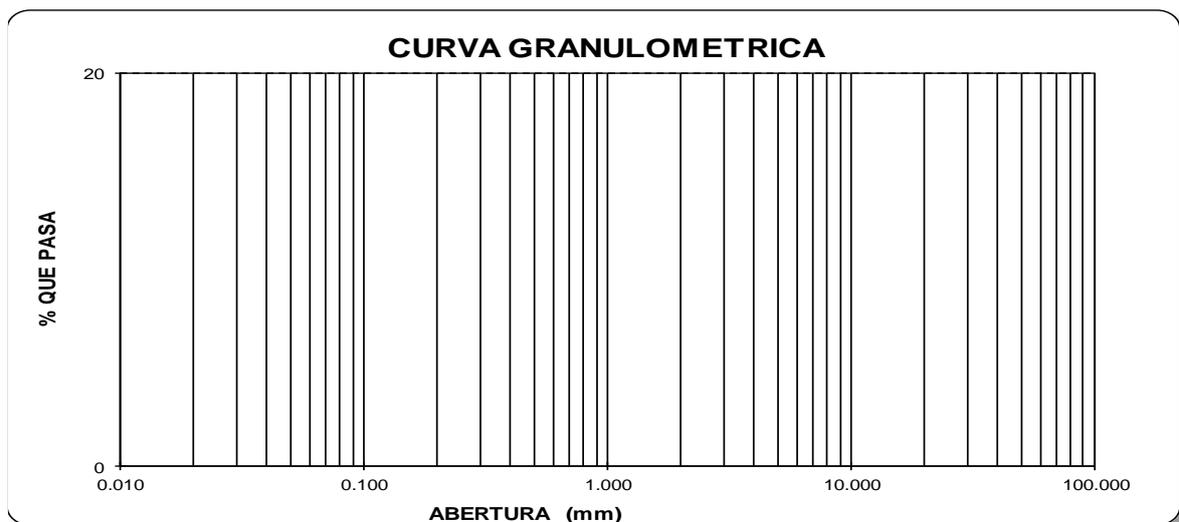
Figura N° 6: Hoja 03 de ficha de recolección de datos del método índice de vulnerabilidad en la I.E. Mayor Santiago Zavala

6. CROQUIS DE UBICACIÓN DE LA INSTITUCION EDUCATIVA

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 7: Instrumento de mecánica de suelos – tamizado.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS						
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO ASTM D-422						
PROYECTO:						
SOLICITANTES:						
RESPONSABLE:						
CALICATA:		MUESTRA:			ESTRATO:	
UBICACIÓN:		DEP.		PROV.		
FECHA:				DIST.		
DATOS DEL ENSAYO						
PESO SECO INICIAL (gr.)						
PESO SECO LAVADO (gr.)						
PESO PERDIDO POR LAVADO (gr.)						
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00				
2 1/2"	63.500	0.00				L. Líquido :
2"	50.600	0.00				L. Plástico :
1 1/2"	38.100	0.00				Ind. Plástico :
1"	25.400	15.85				Clas. SUCS :
3/4"	19.050	25.77				Clas. AASHTO :
1/2"	12.700	18.87				
3/8"	9.525	22.43				
1/4"	6.350	24.37				PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO
N° 4	4.178	45.19				
8	2.360	54.57				P. Unitario :
10	2.000	53.17				
16	1.180	23.51				CONTENIDO DE HUMEDAD
20	0.850	48.85				
30	0.600	25.88				
40	0.420	42.27				W(%) :
50	0.300	38.61				
60	0.250	57.37				OBSERVACIONES
80	0.180	65.14				
100	0.150	47.13				
200	0.074	105.79				Arena con aglomerante arcillo limoso; 33.72% de finos que pasa la malla N°200, 14.14% de gravas y 52.14% de arenas, material de color marrón claro.
< 200		0.00				
Total		0.00				



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 8: Instrumento de mecánica de suelos – contenido de humedad.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS					
PROYECTO:	0				
SOLICITANTES:	0				
RESPONSABLE:	0				
CALICATA:	0	MUESTRA:	0	ESTRATO:	0.00
UBICACIÓN:	<i>DEP.</i>	0	<i>PROV.</i>	0	
FECHA:	ene-00	0	<i>DIST.</i>	ene-00	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTMD - 2216			
DESCRIPCIÓN			
PESO DE TARRO	(gr.)		
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)		
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)		
PESO DE SUELO SECO	(gr.)		
PESO DE AGUA	(gr.)		
% DE HUMEDAD			
% DE HUMEDAD PROMEDIO			0.00

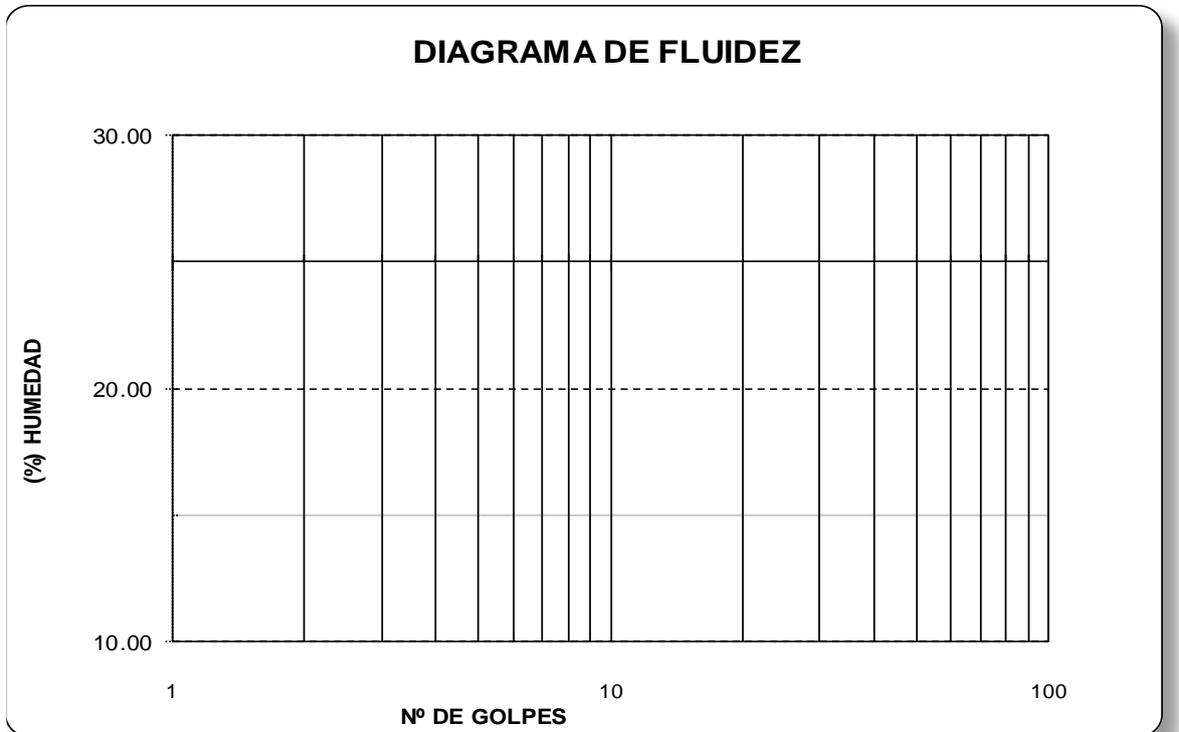
PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	(cm3)	
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	
PESO DEL PICNÓMETRO	(gr.)	
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA	(gr.)	
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm3)	
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm3)	

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 9: Instrumento de mecánica de suelos – límites de consistencia.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS					
LIMITES DE CONSISTENCIA					
ASTM D-423/D-424					
PROYECTO:					
SOLICITANTES:					
RESPONSABLE:					
CALICATA:		MUESTRA:		ESTRATO:	0.00
UBICACIÓN:	<i>DEP.</i>	0	<i>PROV.</i>	0	
FECHA:		ene-00	0	<i>DIST.</i>	ene-00

DATOS DEL ENSAYO						
Descripción	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° de golpes	14	23	37	-	-	-
Peso tara (gr.)						
Peso tara + suelo húmedo (gr.)						
Peso tara + suelo seco (gr.)						
Humedad %						
Límites						



Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Figura N° 10: Instrumento de resistencia a la compresión – ensayo de esclerómetro

ENSAYO DE ESCLEROMETRO			
	FORMATO		Código
			Versión
			Fecha
			Página

PROYECTO	:				
SOLICITANTE	:				
			REALIZADO POR	:	
CODIGO DE PROYECTO	:		REVISADO POR	:	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	:		FECHA DE ENSAYO	:	
FECHA DE EMISIÓN	:		TURNO	:	
DESCRIPCION	:				
ENSAYO	:				
ESCLEROMETRO	:				

ELEMENTO	ANGULO DE DISPARO	LECTURA				PROMEDIO
						F'c (kg/cm ²)

ELEMENTO	ANGULO DE DISPARO	LECTURA				PROMEDIO
						F'c (kg/cm ²)

Fuente: Elaborado por los Investigadores.

Validación de Instrumentos

VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

Por la presente se deja constancia, haber revisado los instrumentos para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **"Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, distrito de Huamachuco, La Libertad"**.

Sus autores, Santiago Alejandro Otiniano Vásquez y Freddy Williams Villanueva Ríos, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo - Sede Trujillo.

Los instrumentos que se aplicarán en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, son:

- Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método del índice de vulnerabilidad.
- Proyectar un estudio de mecánica de suelos
- Resistencia a la compresión.
- Y analizar el grado de vulnerabilidad estructural mediante un análisis estático y dinámico, siendo esta una Investigación Descriptiva No Experimental.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que considere pertinentes

Trujillo, 08 de diciembre del 2020



Roger A. Alayo Miranda
INGENIERO CIVIL
CIP 82950

ROGER ANIBAL ALAYO MIRANDA
INGENIERO CIVIL
DNI: 40853228
CIP N° 82950

VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

Por la presente se deja constancia, haber revisado los instrumentos para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **"Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, distrito de Huamachuco, La Libertad"**.

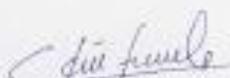
Sus autores, Santiago Alejandro Otiniano Vásquez y Freddy Williams Villanueva Ríos, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo - Sede Trujillo.

Los instrumentos que se aplicarán en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, son:

- Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método del índice de vulnerabilidad.
- Proyectar un estudio de mecánica de suelos.
- Resistencia a la compresión.
- Y analizar el grado de vulnerabilidad estructural mediante un análisis estático y dinámico, siendo esta una Investigación Descriptiva No Experimental.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que considere pertinentes.

Trujillo, 08 de diciembre del 2020



José Alberto Moya Chunga
ING. CIVIL
R. CIP N° 167538

JOSE ALBERTO MOYA CHUNGA
INGENIERO CIVIL
DNI: 42043178
CIP N° 167538

VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS

Por la presente se deja constancia, haber revisado los instrumentos para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **"Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, distrito de Huamachuco, La Libertad"**.

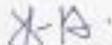
Sus autores, Santiago Alejandro Otiniano Vásquez y Freddy Williams Villanueva Ríos, estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo - Sede Trujillo.

Los instrumentos que se aplicarán en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, son:

- Evaluar la vulnerabilidad estructural aplicando el método del índice de vulnerabilidad.
- Proyectar un estudio de mecánica de suelos.
- Resistencia a la compresión.
- Y analizar el grado de vulnerabilidad estructural mediante un análisis estático y dinámico, siendo esta una Investigación Descriptiva No Experimental.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que considere pertinentes.

Trujillo, 08 de diciembre del 2020


José L. Ríos Vargas
ING. CIVIL
R. CIP. 96773

JOSE LUIS SANDINO RIOS VARGAS
INGENIERO CIVIL
DNI: 42689148
CIP N° 96773

**ANEXO N°1:
ESTUDIO DE MECÁNICA
DE SUELOS**

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivos:

El presente informe geotécnico tiene por objetivo establecer las características del subsuelo, para el Proyecto de Investigación “Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad”.

- Para ello, se ha ejecutado el siguiente trabajo geotécnico, con trabajos realizados in situ y ensayos en el laboratorio, que nos proporcionara la estratigrafía del suelo de fundación, propiedades mecánicas y físicas de los suelos predominantes, y estimar su asentamiento y su resistencia.

- El Estudio de Mecánica de Suelos para fines de cimentación, se realizado de acuerdo a los parámetros de la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.2. Área de Estudio

Ubicación:

El terreno materia de estudio y evaluación está situado en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad.

Características del Proyecto:

El proyecto comprende el estudio de las estructuras existentes de la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala, el cual consiste en la evaluación estructural de los Pabellones A, B y C estructurados por medio de albañilería y pórticos de concreto armado.

II. CONDICIONES CLIMÁTICAS

El distrito de Huamachuco, tiene un clima templado; posee un clima parejo, que en estaciones extremas solo causa una variante de temperatura anual que oscila entre los 6.2° y 17.3°C. Presenta un clima favorable, que influye en los materiales de construcción para efecto de la durabilidad de elementos de concreto.

III. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

El sismo es la liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la tierra.

De acuerdo al mapa de zonificación sísmicas del Perú plasmada en la Normas Sismo Resistentes aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2016 - Vivienda del Reglamento Nacional de Edificaciones, el distrito de Huamachuco, se encuentra comprendido en la Zona 3, correspondiéndole una sismicidad media.

En el recuento en las investigaciones de los principales hechos sísmicos ocurridos en el Perú, presentado por Silgado (1978) en la página 03 del Mapa de Zonas Sísmicas de Máximas Intensidades dadas en el Perú, la cual está basada en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Alva Hurtado de 1984; se tiene que el Perú está considerado como una de las regiones de alta actividad sísmica y forma parte del CINTURÓN CIRCUMPACIFICO, que es una de las zonas más activas del mundo, que mantiene latente la posibilidad de sismos.

Para el estudio de la zona, las características sísmicas a usarse son:

Factor de Zona	3	Z = 0.35
Factor de ampliación de ondas sísmicas		Tipo S3 (blandos) , S = 1.10
Período de vibración predominante		Tp = 1.0 seg TL = 1.6
Factor U	1.5	

Figura N° 11: Mapa de zonas sísmicas del Perú



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

IV. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

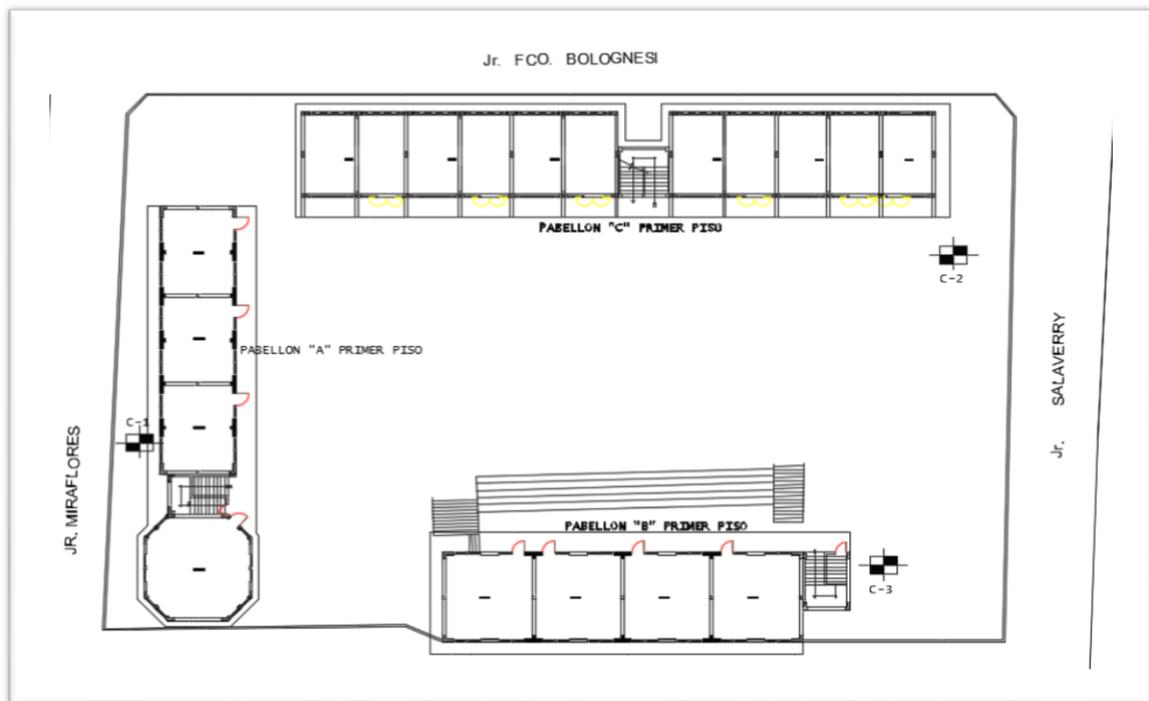
El objetivo es determinar las características físicas y mecánicas del subsuelo, se realizó su exploración mediante la realización de 03 calicatas en la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala, en la forma “a cielo abierto”, las mismas que fueron designadas su ubicadas convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a lo establecido en los términos de referencia. Esta forma de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos, así como sus principales propiedades físicas y mecánicas, teniendo en cuenta los estudios de: granulometría, límite líquido, límite plástico, contenido de humedad y base a ello la clasificación de suelos, detalle de excavación se detallan a continuación:

Tabla 7: Detalle de profundidad de Calicatas en la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala

Profundidades de las calicatas C-1, C-2 y C-3						
CALICATA	C-1	C-1	C-1	C-2	C-3	C-3
Profundidad	0.40 m	0.85 m	1.50 m	2.00 m	0.50 m	1.50 m
Excavación	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual	Manual

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 12: Plano de Ubicación de calicatas la I.E. N° 80127



Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de la superficie de la calicata están dados del terreno natural. En las 3 calicatas no se observó la presencia del nivel freático. Se recogieron muestras alteradas distribuidas de cada estrato excavado y en cada una de las excavaciones, de las cuales se ensayaron las más representativas en el laboratorio, ejecutándose los ensayos con fines de identificación y clasificación.

V. INVESTIGACIONES DE LABORATORIO

Con los resultados obtenidos en laboratorio se pudo formar el perfil estratigráfico del suelo y las propiedades geotécnicas del terreno de fundación. Los suelos fueron clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS", que es el más descriptivo que se basa el reconocimiento del tipo y predominio de sus componentes, como el diámetro de las partículas, gradación y plasticidad.

Con las muestras tomadas en la calicata del trabajo de campo, se obtuvieron en el laboratorio los parámetros que nos permite deducir las condiciones de cimentación bajo las especificaciones normadas en el R.N.E. - Norma E-050, como:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM - D422
LIMITES ATTERBERG	ASTM - D4318
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM - D2216
CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (ZUCS)	ASTM - D2487
MUESTREO CON TUBOS DE PAREDES DELGADAS	ASTM – D1587.

VI. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

La identificación y clasificación se hicieron de acuerdo a los parámetros dados en la norma ASTM - 2487-69, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos "SUCS". En todas las muestras, se hicieron los análisis granulométricos por tamizado y los límites de ATTERBERG (Límite líquido, límite plástico), para determinar su clasificación.

El subsuelo evaluado con fines de cimentación pertenece a un estrato compuesto por arena arcillosa limosa. Donde predomina las gravas o arenas en porcentajes mayores al 70.00 %, lo que significa que la cimentación de las estructuras será desplantada en la superficie de un depósito de material granular con finos. La cimentación puede resolverse con zapatas aisladas o el sistema a decisión del proyectista.

VII. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

CALICATA C -1:

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.40 m. Arena con aglomerante arcillo limoso; 33.72% de finos que pasa la malla N°200, 14.14% de gravas y 52.14% de arenas, material de color marrón claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SC-SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 13.50%, índice de plasticidad de 4.53%.

En la muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.162 gr/cc.

ESTRATO E-2 / profundidad 0.40 – 0.85 m. Arena con aglomerante arcillo limoso; 32.20% de finos que pasa la malla N°200, 22.94% de gravas y 44.86% de arenas, material de color marrón. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SC-SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 11.82%, índice de plasticidad de 5.83%.

En la muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.196 gr/cc.

ESTRATO E-3 / profundidad 0.85 – 1.50 m. Arena con aglomerante arcillo limoso; 29.83% de finos que pasa la malla N°200, 27.40% de gravas y 42.77% de arenas, material de color marrón. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SC-SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 10.77%, índice de plasticidad de 5.44%.

En la muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.210 gr/cc.

CALICATA C -2:

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 2.00 m. Arena con aglomerante limoso; 21.18% de finos que pasa la malla N°200, 27.94% de gravas y 50.88% de arenas, material de color marrón oscuro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 7.78%, índice de plasticidad de 2.74%.

En la muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.265 gr/cc.

CALICATA C -3:

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 0.50 m. Arena con aglomerante limoso; 30.91% de finos que pasa la malla N°200, 16.27% de gravas y 52.82% de arenas, material de color marrón claro. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 14.10%, índice de plasticidad de 4.14%.

En la muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.169 gr/cc.

ESTRATO E-2 / profundidad 0.50 – 1.50 m. Arena con aglomerante arcillo limoso; 29.70% de finos que pasa la malla N°200, 23.46% de gravas y 46.84% de arenas, material de color marrón. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “**SC-SM**”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 10.64%, índice de plasticidad de 5.51%.

En una muestra inalterada, el suelo tiene un peso volumétrico seco de 1.218 gr/cc.

VIII. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 13: Fachada principal de la I.E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 14: Calicata N°01 se excavo a una profundidad de 2.00 m. del nivel del terreno natural



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 15: Calicata N°02 se excavo a una profundidad de 1.50 m. del nivel del terreno natural



Fuente: Elaborado por los investigadores

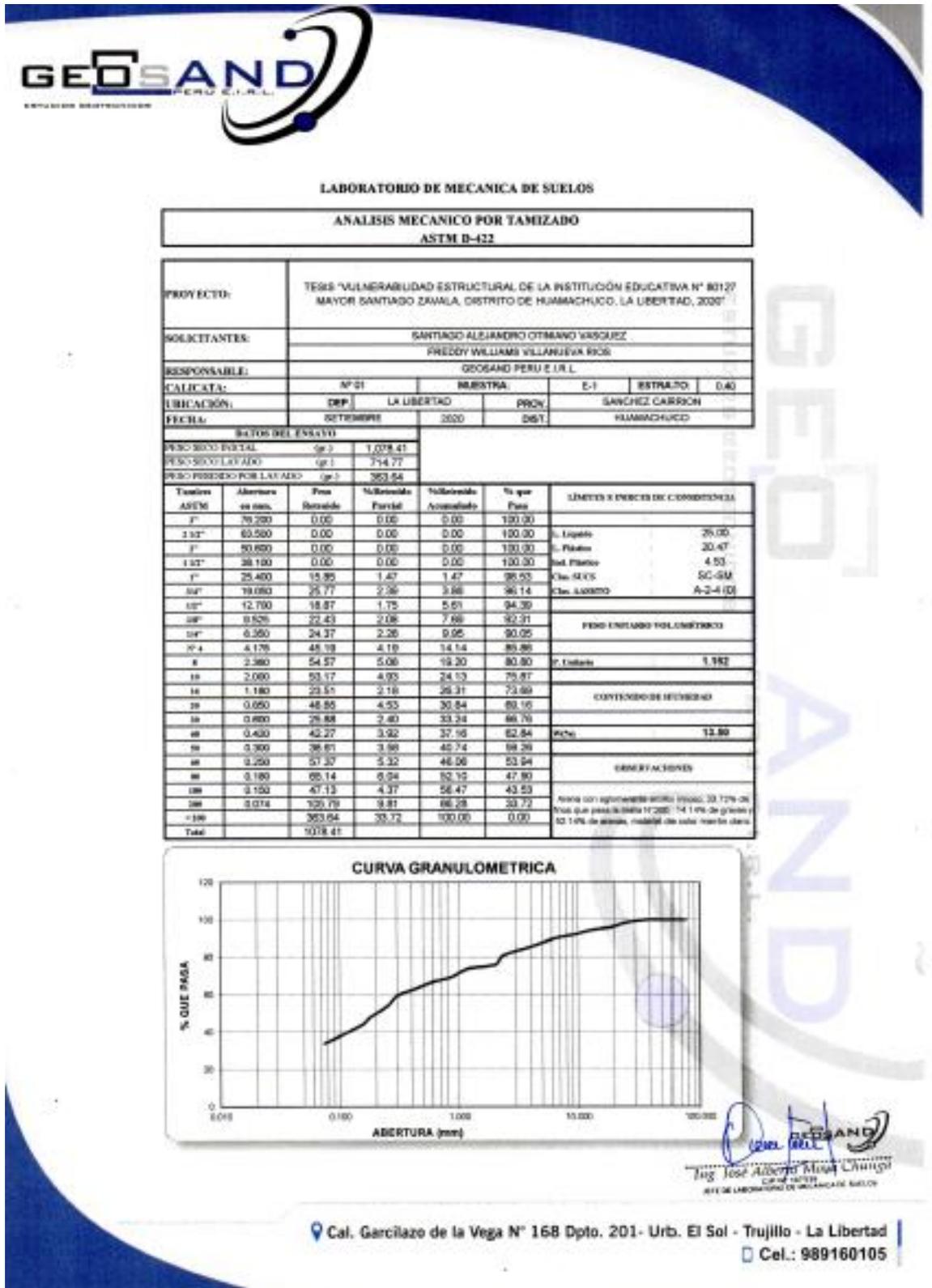
Figura N° 16: Calicata N°03 se excavo a una profundidad de 2.00 m. del nivel del terreno natural.



Fuente: Elaborado por los investigadores

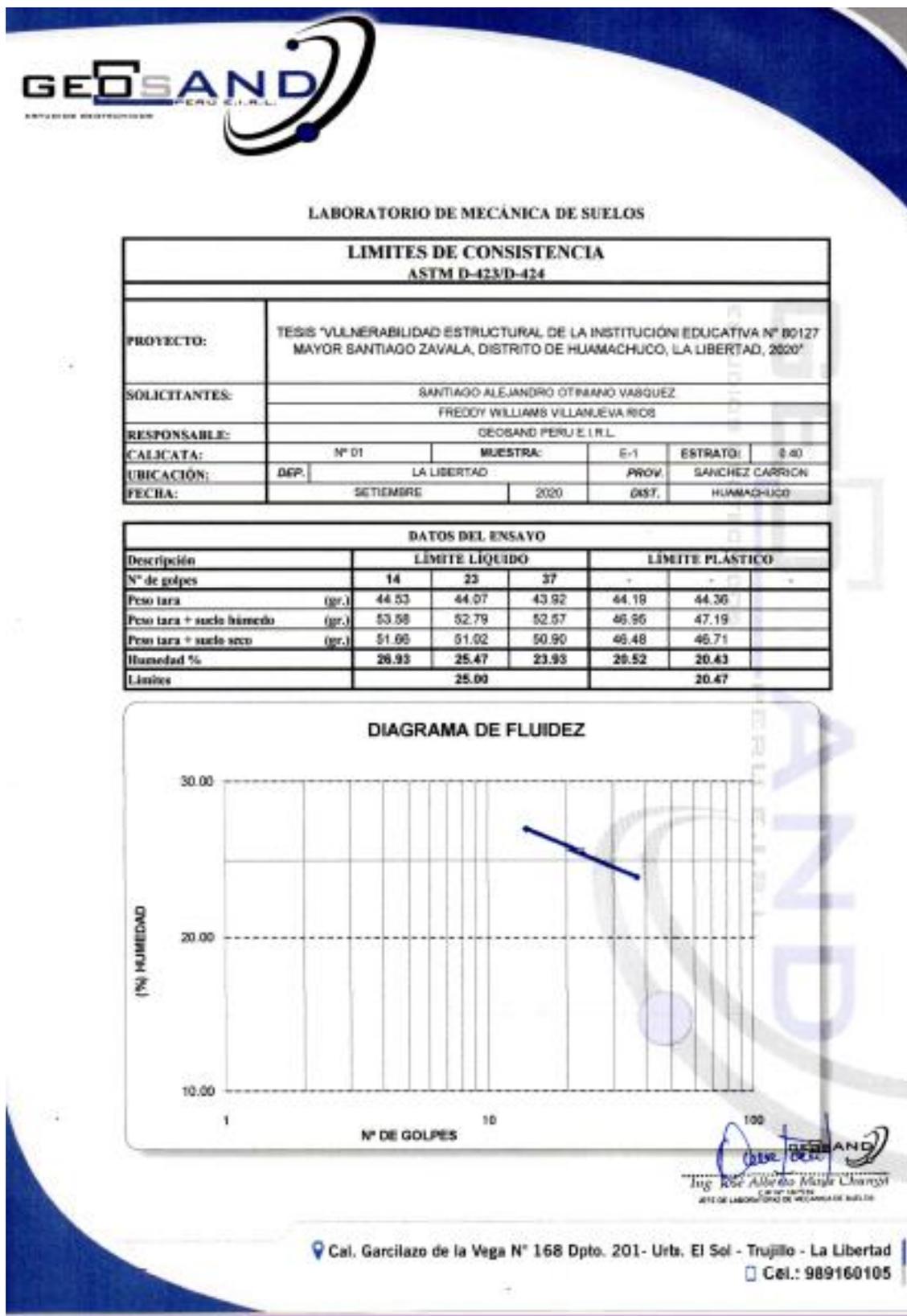
IX. RESULTADOS

Figura N° 17: Resultado de tamizado C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



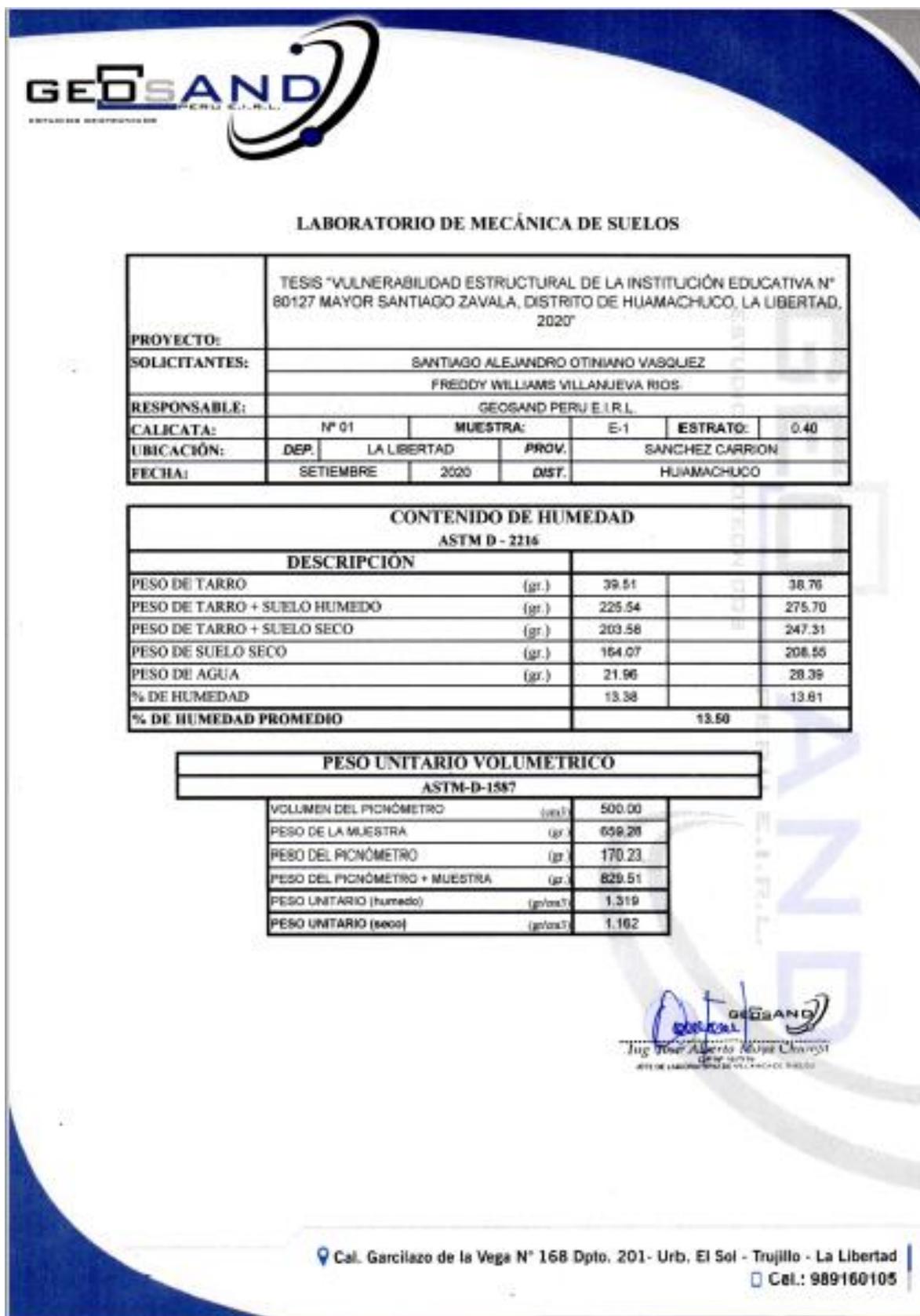
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 18: Resultado de Límites de consistencia C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



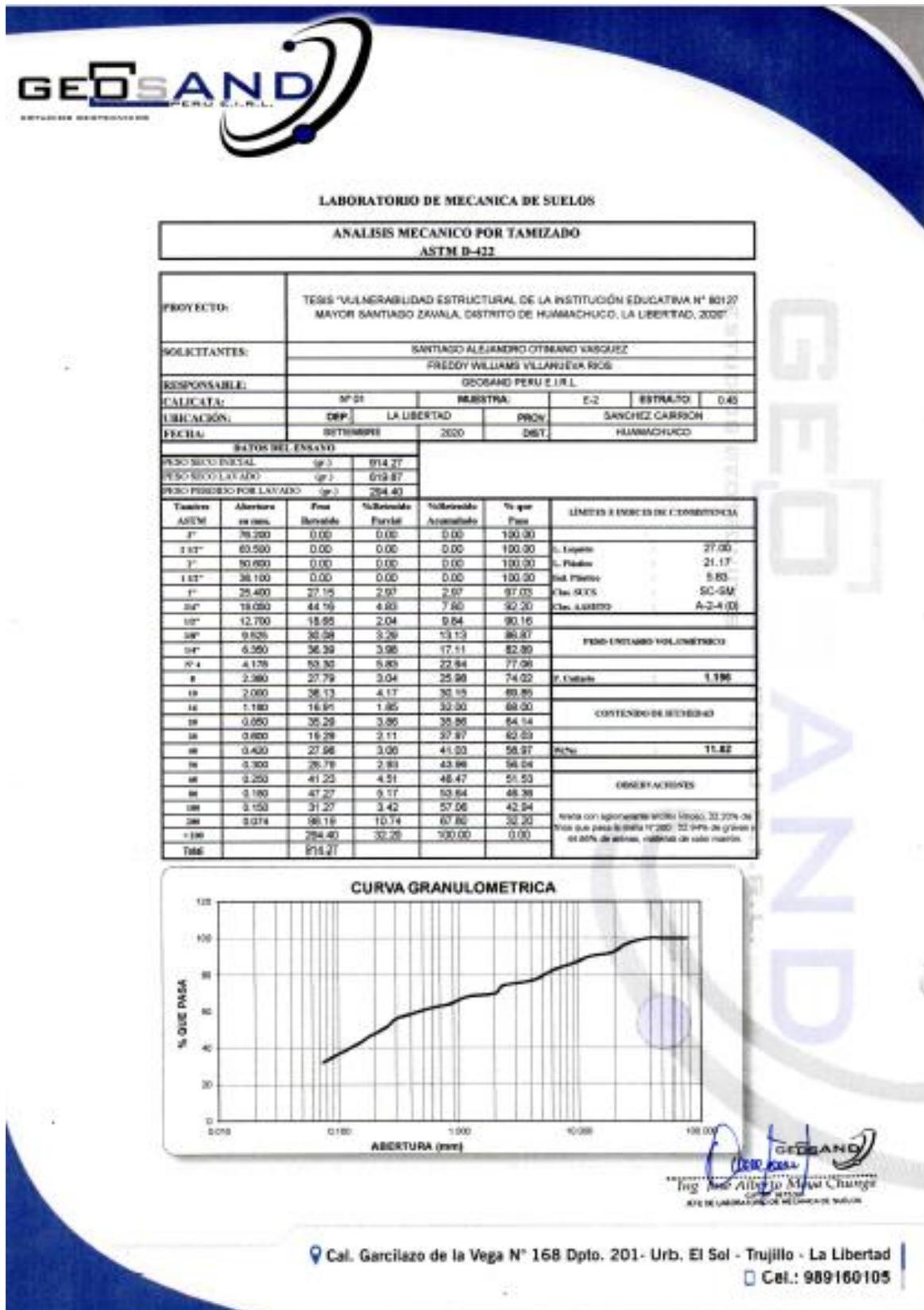
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 19: Resultado de contenido de humedad C1 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



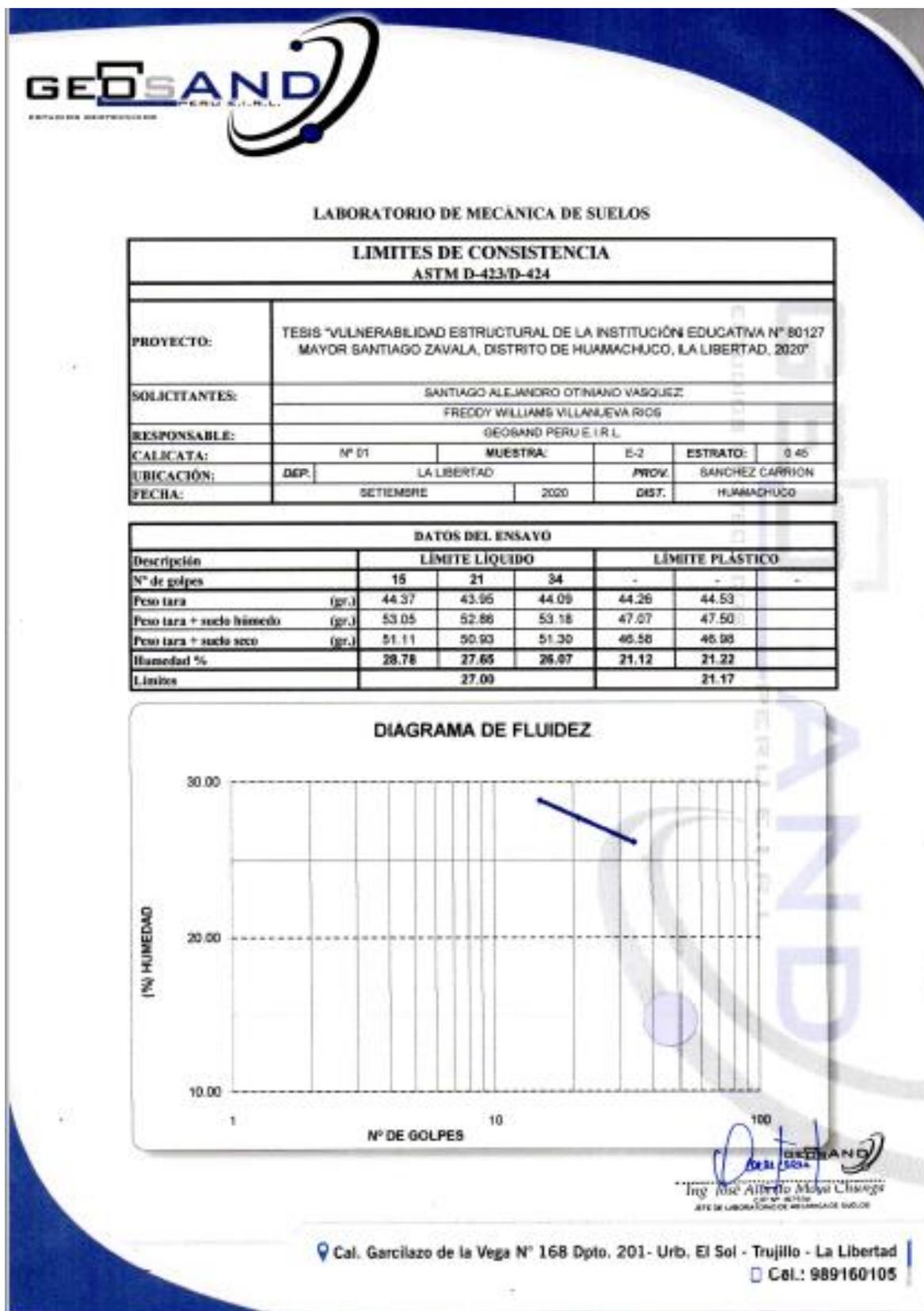
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 20: Resultado de tamizado C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



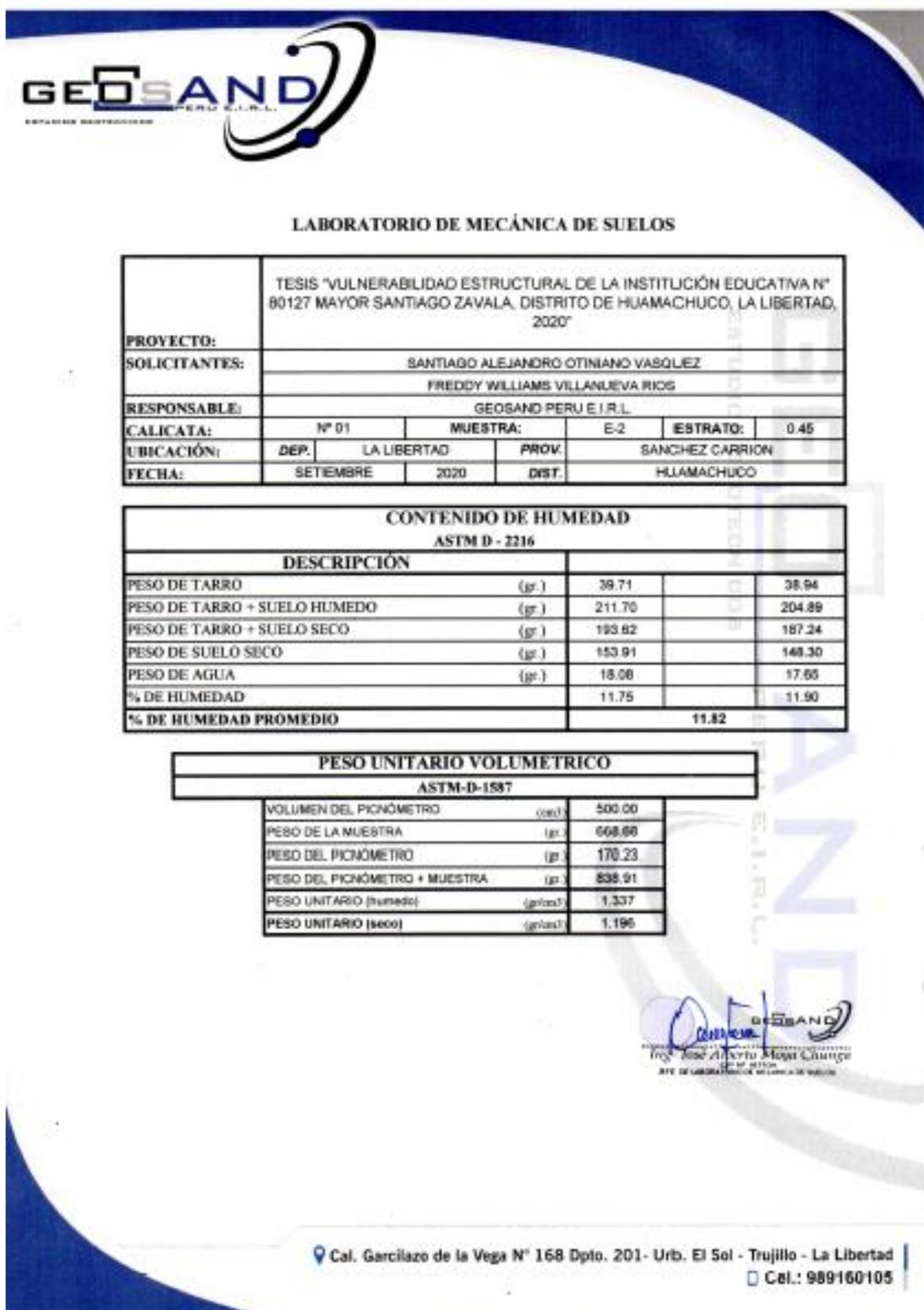
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 21: Resultado de Límites de consistencia C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



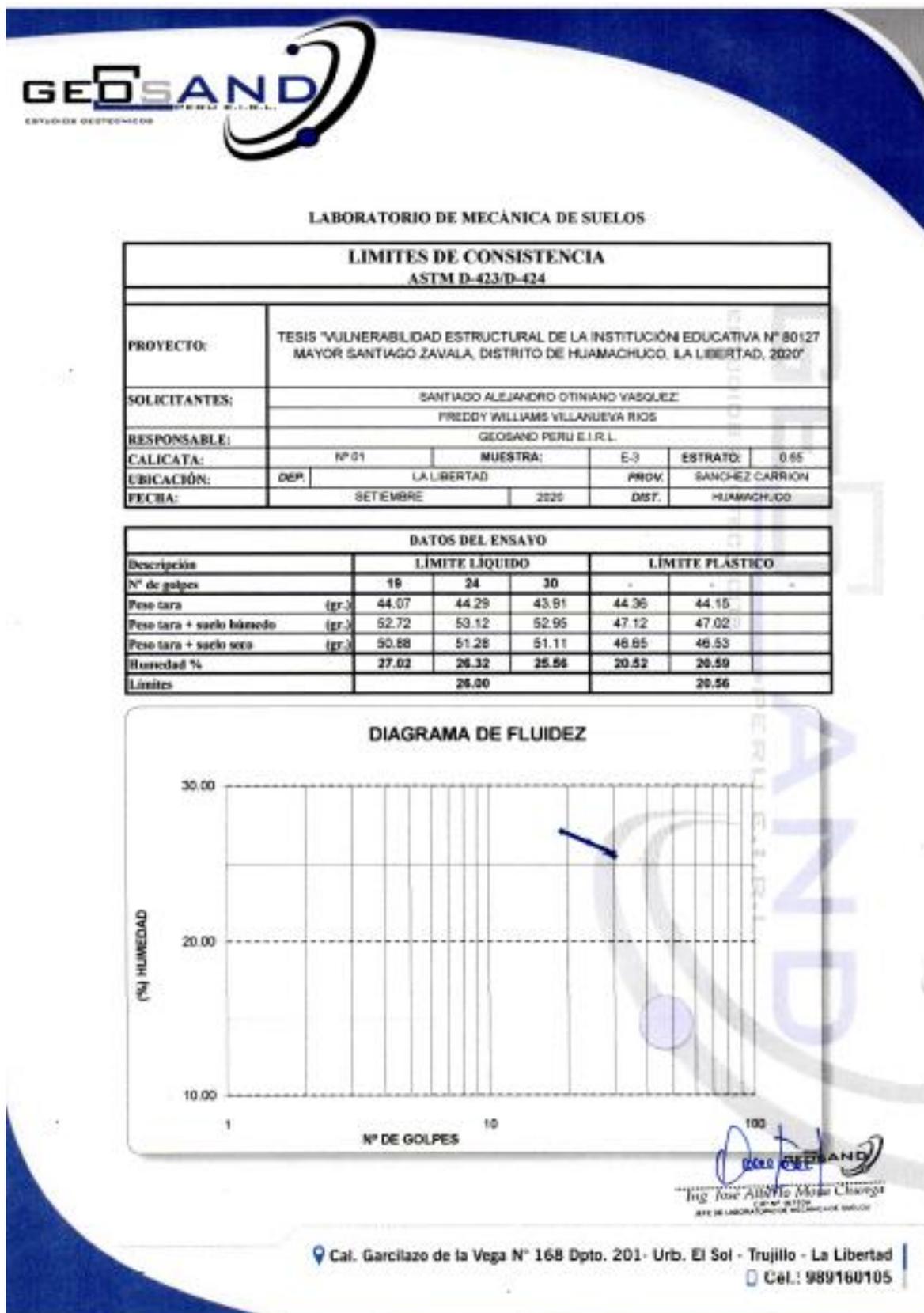
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 22: Resultado de contenido de humedad C1 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 24: Resultado de Límites de consistencia C1 – E3 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



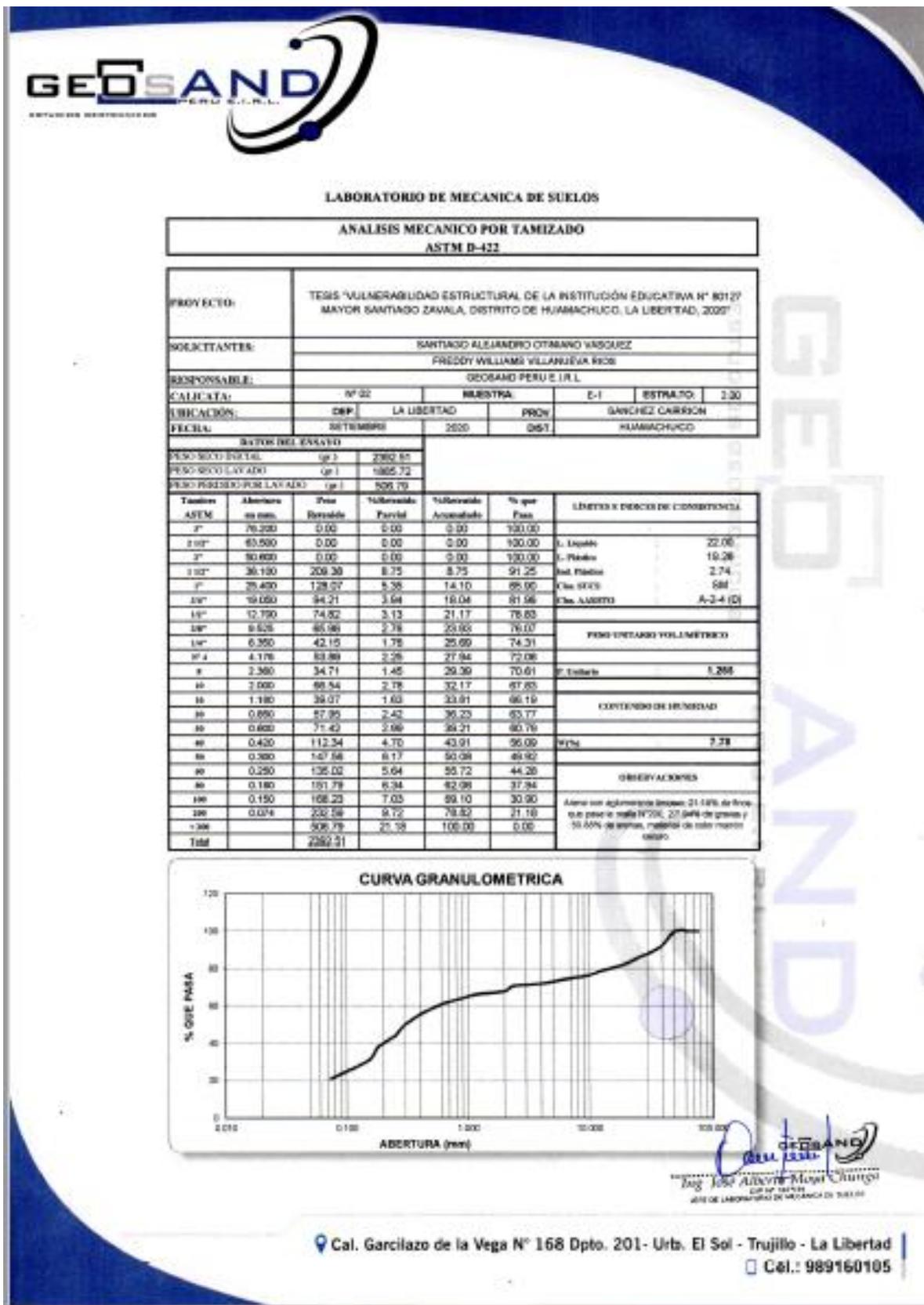
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 25: Resultado de contenido de humedad C1 – E3 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



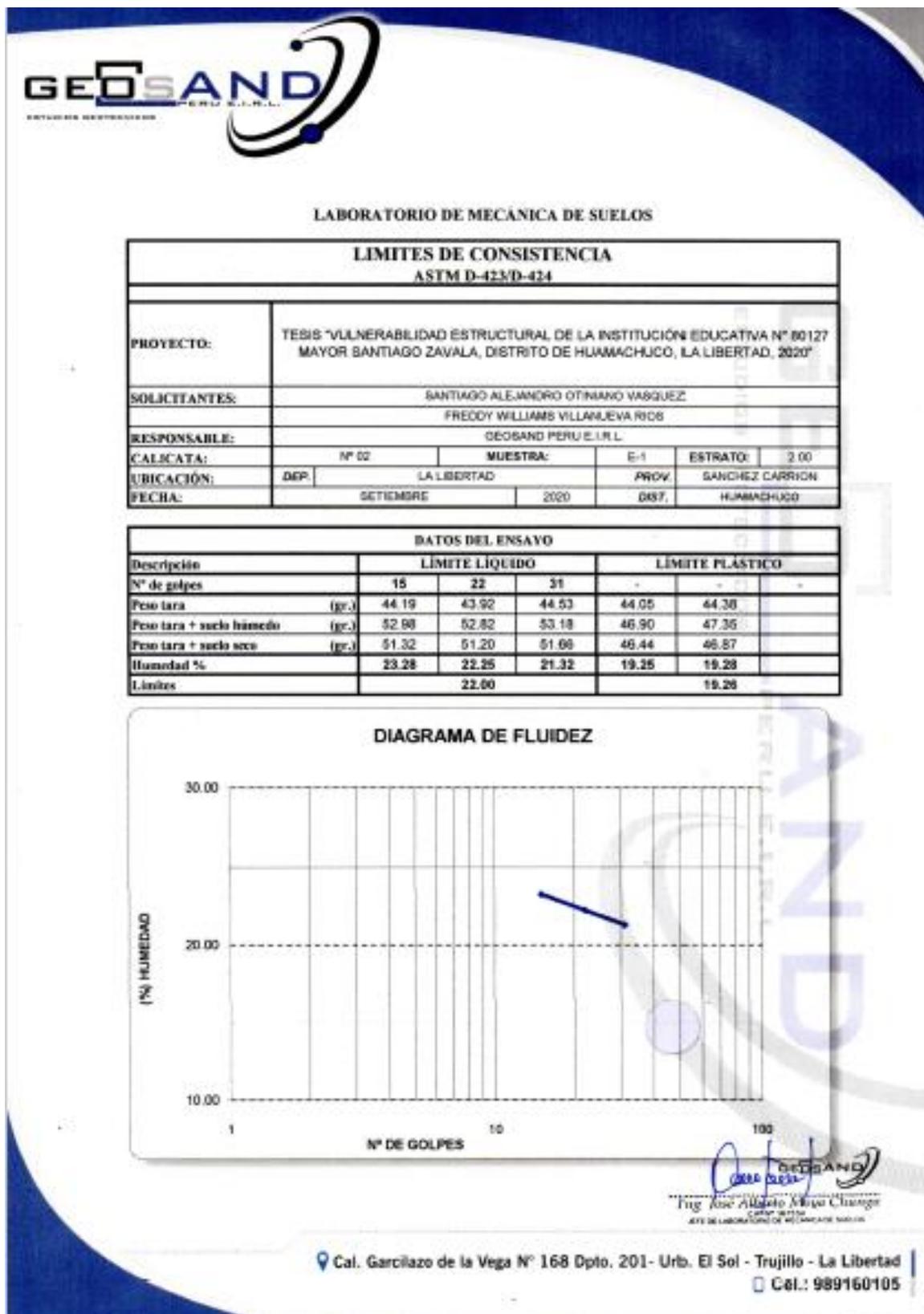
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 26: Resultado de tamizado C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 27: Resultado de Límites de consistencia C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



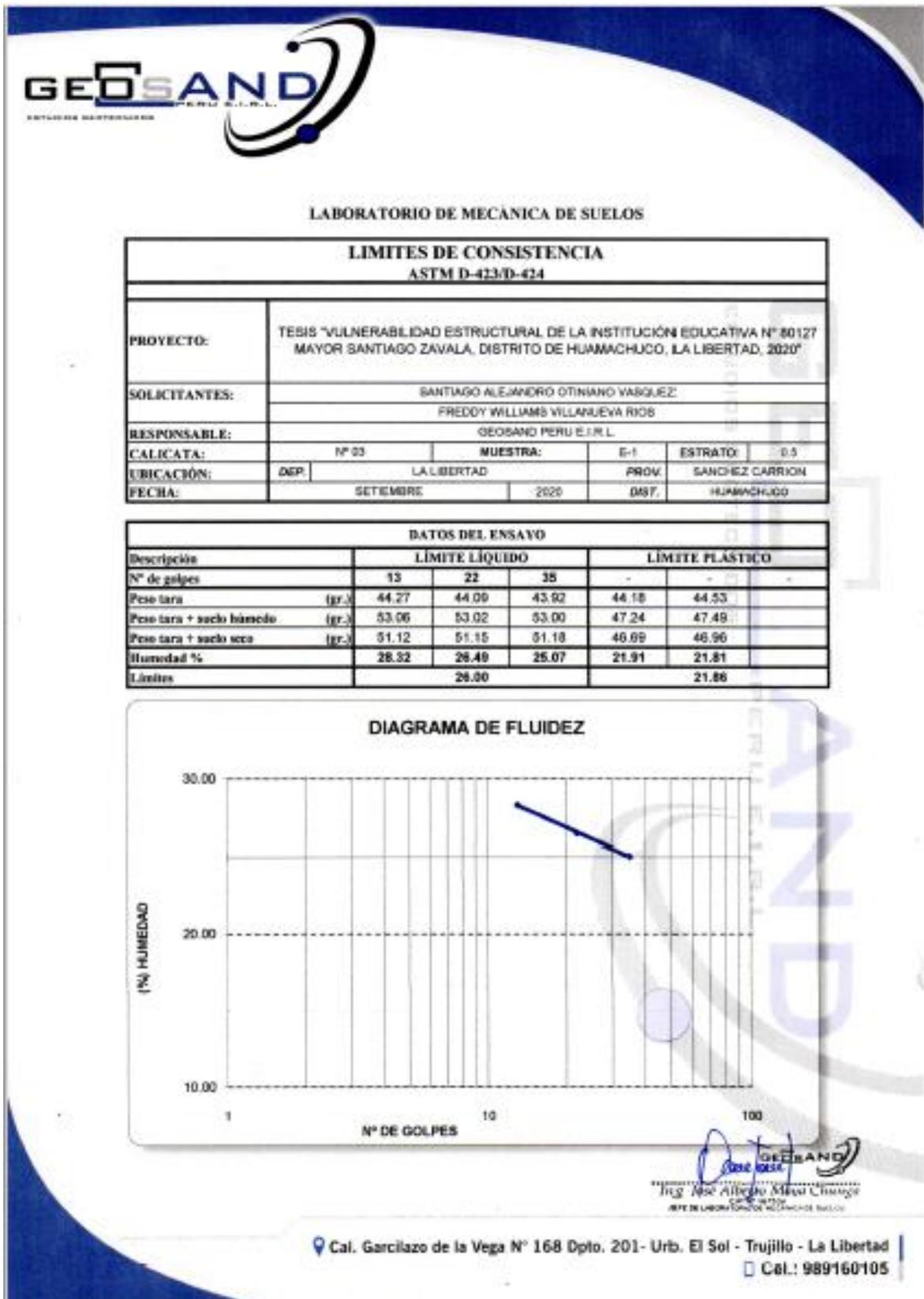
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 28: Resultado de contenido de humedad C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



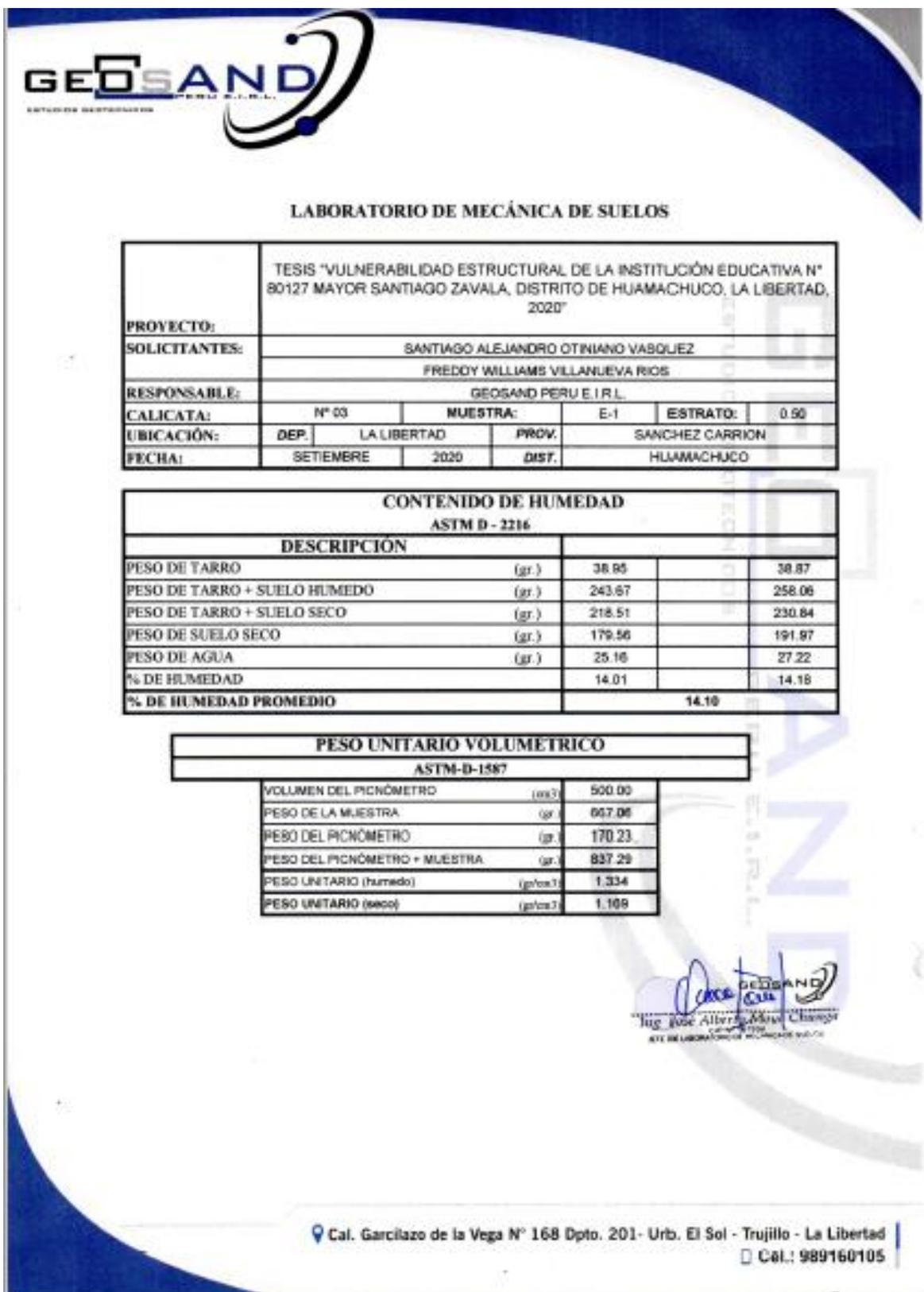
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 30: Resultado de Límites de consistencia C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



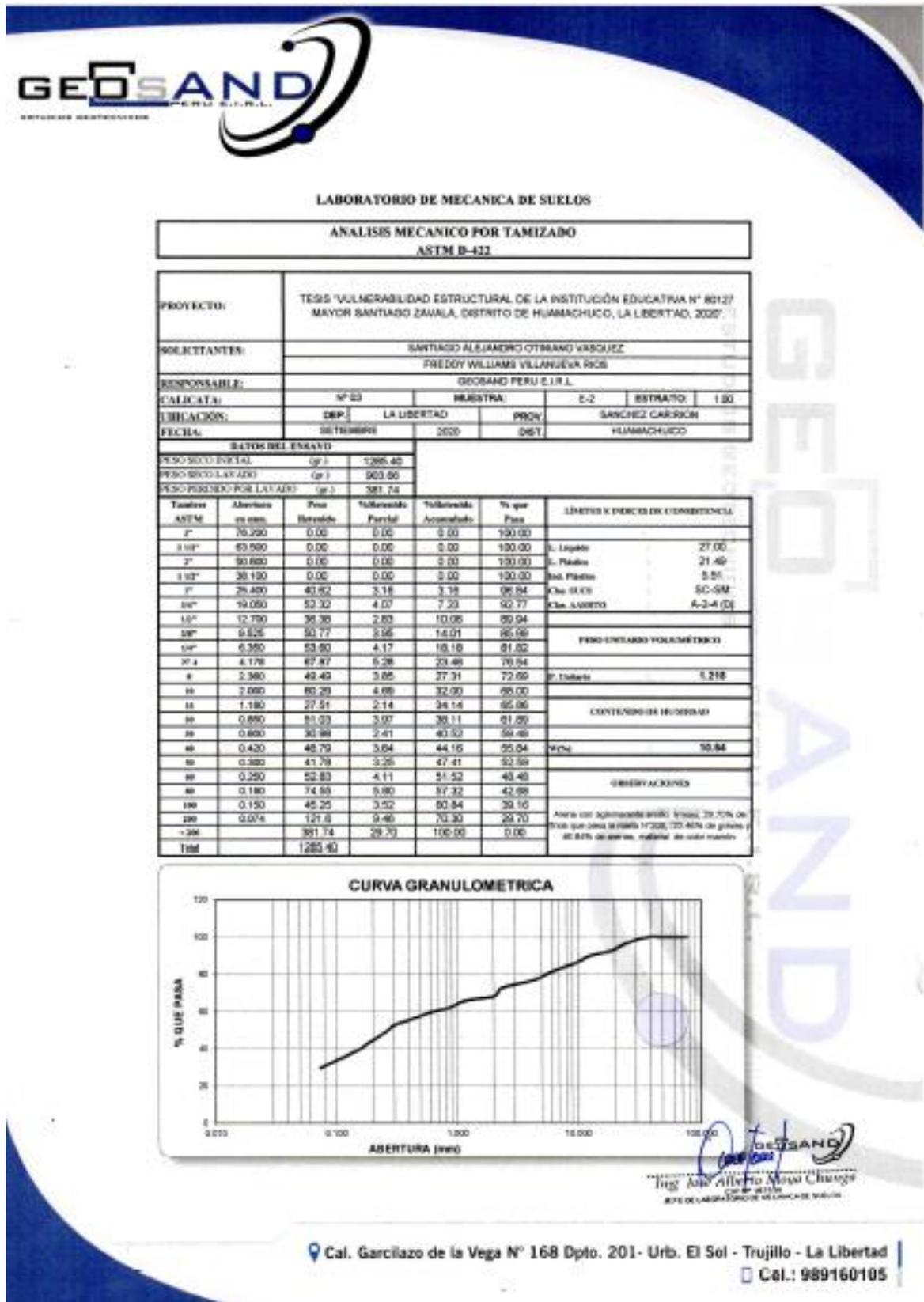
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 31: Resultado de contenido de humedad C2 – E1 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



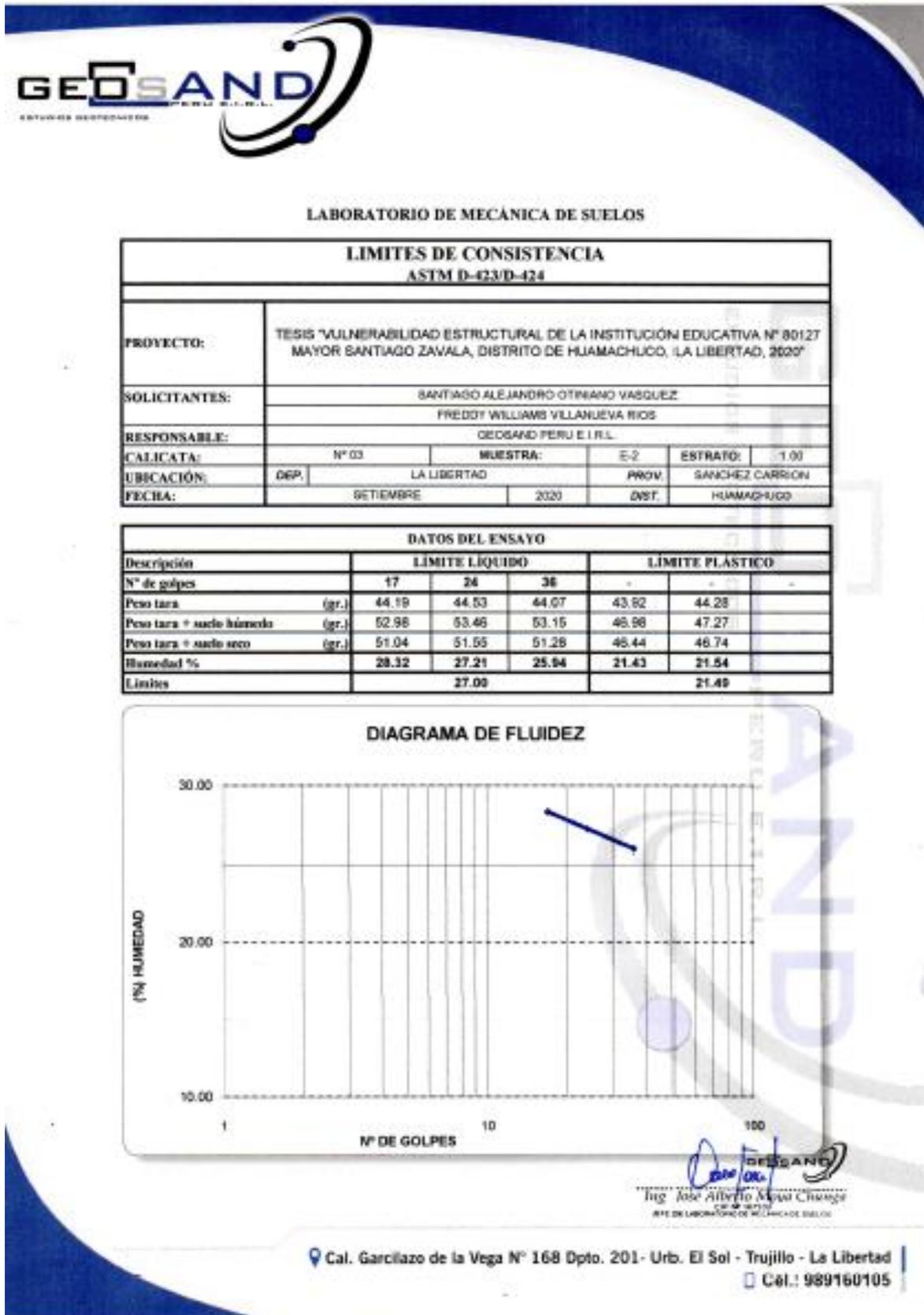
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 32: Resultado de tamizado C3 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



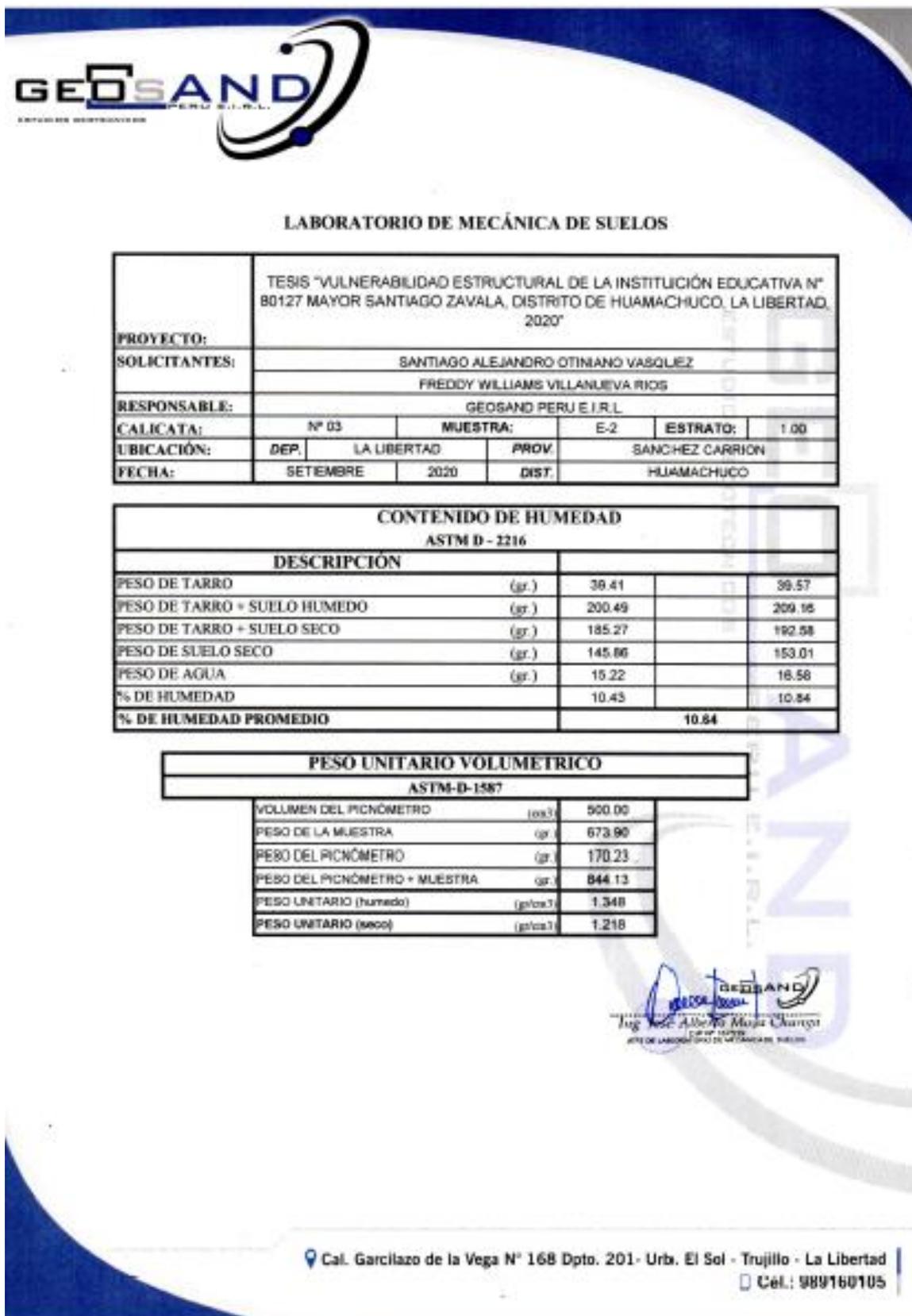
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 33: Resultado de Límites de consistencia C2 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 34: Resultado de contenido de humedad C2 – E2 en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



Fuente: Elaborado por los investigadores

ANEXO N°2:
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivos:

El presente estudio geotécnico tiene por objetivo determinar la resistencia a la compresión empleando el estudio con esclerómetro como herramienta de recolección de datos, para el Proyecto de Investigación “Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, 2020”.

1.2. Esclerómetro:

El presente instrumento llamado esclerómetro, hace mención al uso de los métodos no destructivos que nos ayudara a determinar el valor tentativo de la resistencia específica a la compresión del concreto de una zona de concreto simple o armado, dicho instrumento es el esclerómetro con el cual se consigue una serie de datos a los cuales se les conoce como índices de golpes, de los cuales obtenemos su promedio y empleando un Abaco podemos obtener el valor de la resistencia específica a la compresión (N/mm²), quedando claro que el uso del Abaco, está en función de la posición en la que se empleó el esclerómetro para obtener los datos.

1.3. Procedimientos antes de sacar datos en campo:

- Observar en qué condiciones es otorgado el esclerómetro para el manejo del usuario.
- Conocer el manejo del esclerómetro para la obtención de datos.
- Verificar la obtención de los datos según el manual de operación del instrumento.
- Obtener una estimación de la resistencia a la compresión del concreto con los datos seleccionados y proporcionados por el instrumento.

1.4. Características del Proyecto:

El proyecto contempla la estructura existente de la I.E. N°80127 Mayor Santiago Zavala - Huamachuco, el cual consiste en la evaluación estructural de los pabellones conformado de estructuras por medio de pórticos de concreto armado y albañilería confinada.

1.5. Materiales:

Esclerómetro o Martillo de Rebote

Piedra abrasiva

Regla metálica

Corrector

1.6. Campo de Aplicación:

Es un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, establecido curvas de correlación en laboratorio. Sin Embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentran en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.
- Informar sobre la oportunidad para desencofrar elementos de concreto.
- Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.
- Contribuir, conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de estructuras.

1.7. Factores que Influyen en el Ensayo:

- Posición del martillo.
- Textura y estado de la superficie de concreto (carbonatada aumenta resistencia).
- Concentración de árido grueso en la superficie (aumenta la resistencia).
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo.
- Edad del concreto.
- Condiciones de humedad interna (baja resistencia).
- Tipo de agregado.
- Tipo de cemento.

- Tipo de encofrado.
- Grado de carbonatación de la superficie.
- Acabado
- Temperatura superficial del concreto y la temperatura del instrumento.

II. PROCEDIMIENTOS

Para realizar el ensayo se selecciona y prepara una zona de concreto que cumpla con:

- Zona de ensayo de aproximadamente 15 x 15 cm.
- Superficie lisa sin recubrir (utilizar piedra abrasiva).
- Dibujar cuadrícula de líneas separadas de 1" o 2.5 cm y tomar la intersección de las líneas como puntos de impacto.
- Hacer al menos 9 lecturas (distancias entre si 1" o 2.5cm).
- Si difieren repetir ensayo.

III. DESARROLLO DEL ESTUDIO

Pabellón "A"

Descripción: El pabellón en la I.E. cuenta con 02 niveles, que se ocupan como aulas en el primer nivel y el segundo nivel aulas, dirección y almacén. Al realizar la prueba nos arroja los siguientes resultados.

Tabla 8: Resultados del pabellón A

PABELLÓN	PISO 1	PISO 2	PISO 1	PISO 2
	A	A	A	A
Elemento Estructural	Columna	Columna	Viga	Viga
Índice de rebote promedio	44	43	31	32
Resistencia (kg/cm ²)	420	415	220	225
Orientación del equipo	0° grados	0° grados	0° grados	0° grados
Lecturas descartadas	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los investigadores

Pabellón “B”

Descripción: El pabellón en la I.E. cuenta con 02 niveles, que se ocupan como aulas en el primer nivel y el segundo nivel aulas, sala de reuniones y almacén. Al realizar la prueba nos arroja los siguientes resultados.

Tabla 9: Resultados del pabellón B

PABELLÓN	PISO 1	PISO2	PISO 1	PISO 2
	B	B	B	B
Elemento Estructural	Columna	Columna	Viga	Viga
Índice de rebote promedio	32	33	29	32
Resistencia (kg/cm2)	238	240	190	238
Orientación del equipo	0° grados	0° grados	0° grados	0° grados
Lecturas descartadas	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los investigadores

Pabellón “C”

Descripción: El pabellón en la I.E. cuenta con 02 niveles, que se ocupan como aulas en el primer nivel y el segundo nivel aulas, sala de reuniones, cafetín y almacén. Al realizar la prueba nos arroja los siguientes resultados.

Tabla 10: Resultados del pabellón C

PABELLÓN	PISO 1	PISO 1	PISO 2	PISO 1	PISO 1	PISO 2
	C	C	C	C	C	C
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Viga	Viga	Viga
Índice de rebote promedio	47	46	45	42	43	44
Resistencia (kg/cm2)	465	460	465	380	343	345
Orientación del equipo	0° grados					
Lecturas descartadas	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaborado por los investigadores.

IV. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 35: El ensayo en el pabellón "A" en columna del primer nivel



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 36: El ensayo en el pabellón "B" en columna del segundo nivel



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 37: El ensayo en el pabellón “C” en viga del primer nivel



Fuente: Elaborado por los investigadores

V. INSTRUMENTOS DE RESULTADOS

Figura N° 38: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón "B" en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



GECONSAC

FORMArio		Código	SECONAC: 001
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE		Versión	00
		Fecha	01-09-2009
		Página	1 de 3

PROYECTO	Suburbanidad Educativa de la Institución Educativa N° 8121 Mayor Santiago Zavala - Distrito de Huancachaca, La Libertad, 2007	REGISTRO N°:	6438-LE08-0001-19
SOlicitANTE	Sr. Chelino Yagupari - Santiago Aguirre Sr. Ubaldino Ruiz, Freddy Williams	REALIZADO POR	H. Ponce de
CODIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	---
UBICACION DE PROYECTO	Huancachaca-Santiago Zavala, La Libertad	FECHA DE ENSAYO	09/03/09
FECHA DE EMISION	06/03/09	TURNO	Diurno
DESCRIPCION	Se realizaron ensayos de endurecimiento en elementos heterométricos		
ENSAYO	Se determinó índice de rebote en sentido Vertical en 11 lecturas por punto		
ESQUEMATISMO	El esquemático ubicado en el mismo formato Normas NTC 3050-2004		

ELEMENTO	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
COLUMNA Pab. B	E P	32	34	35	28	Fc (Kg/cm²)
		32	29	28	28	238
		34	31			

ELEMENTO	ANGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
VIGA Pab. B	O r	28	26	27	33	Fc (Kg/cm²)
		32	28	30	28	180
		32	28			

OBSERVACIONES:

- * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuya diferencia con respecto al promedio sea mayor en 8 unidades
- * Las lecturas eliminadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de GECONSAC



GECON-SAC
 GEOTECNICA S.A.C.
 Ing. Jorge L. Quirozcano Urteaga
 C.P. 0016
 JEFE LABORATORIO, L.T. SIOS BY INTECHCOR

Urf. Villa de Contadores Mos. R - Lote 06 - Trujillo
 Movistar: 948160385 - RPC: 993756435 - RPC: 993756247
 geconsac_laboratorio@hotmail.com
 logistica.geconsac@gmail.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 39: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón “C” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.

GECONSAC

FORMATO: C-020-AC-E-001
 Versión: 00
 Fecha: 01.04.2008
 Página: 1 de 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE

PROYECTO: Vulnerabilidad Estructural de la Institución Educativa Nº 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huancabamba, La Libertad, 2007. REGISTRO N°: 0428-LEM-0004-08
 SOLICITANTE: Sr. Celso Vasquez - Santiago Aparicio
 Sr. Vilmaelva Flores Freddy Wilmar
 CÓDIGO DE PROYECTO: --- REALIZADO POR: H. HERNANDEZ O. J.
 UBICACIÓN DE PROYECTO: Huancabamba-Santiago Zavala, La Libertad. REVISADO POR: ---
 FECHA DE EMISIÓN: 08/03/08. FECHA DE ENVÍO: 09/03/08
 TURNO: Diurno

DESCRIPCIÓN: Se realizaron ensayos de esclerometría en elementos horizontales.
 ENVÍO: Se determinó lecturas de rebote en sentido vertical en 11 lecturas por punto.
 ESQUEMATIZADO: El esquemático utilizado es el mismo utilizado Normas MODELO DC3-A

ELEMENTO	ÁNGULO DE DESPARRIO	LECTURAS				PROMEDIO
COLUMNA Pab. C	0°					47
		41	42	47	48	Fe (Kg/cm ²)
		47	47	48	49	
		46	47			466

ELEMENTO	ÁNGULO DE DESPARRIO	LECTURAS				PROMEDIO
VIGA Pab. C	0°					42
		38	36	39	42	Fe (Kg/cm ²)
		41	44	39	37	
		42	43			380

OBSERVACIONES:

- * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuyo diferencial con respecto al promedio es mayor a 6 unidades.
- * Las lecturas descartadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GECONSAC.

GECONSAC
 LABORATORIO GEOTECNICO
 S.A.S. - CONCRETO - PRESIONES

GECONSAC
 INGENIERIA CONSULTORAS S.A.S.
 Ing. Jorge L. ...
 C.A.P. ...
 ZONA LABORATORIO D.L. LA LIBERTAD - PERU

📍 Urb. Villa de Contadores Mza. R - Lote 06 - Trujillo
 📞 Movistar: 940780333 - RPC: 003706435 - RPC: 993790247
 ✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
 🌐 http://www.geconsac.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 40: Resultado de índice de rebote de vigas y columnas pabellón “A” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



GECONSAC

FORMATO	Edición	GECONSAC-001
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO EMPLEANDO MEDIANTE	Revista	01
	Página	01 de 001
	Folios	2 de 2

PROYECTO: Vulnerabilidad Estructural de la Infraestructura Educativa IP 8007 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huancabamba, La Libertad, 2022 SOLICITANTE: Sr. Ciro Viquez, Santiago Huancabamba Sr. Valdivia Pica, Freddy Villalva CODIGO DEL PROYECTO: - UBICACIÓN DE PROYECTO: Huancabamba Sanchez Carmona, La Libertad FECHA DE EMISIÓN: 08/10/2022	REGISTRO N°: GECONSAC-001-12 REALIZADO POR: H. Torres Ch. REVISADO POR: - FECHA DEL ENSAYO: 07/09/2022 LUGAR: Huancabamba
--	---

DESCRIPCIÓN: Se realizaron ensayos de esclerometría en elementos estructurales.
ENSAYO: Se determinó índices de rebote en paredes verticales en 11 lecturas por punto.
ESCLERÓMETRO: El esclerómetro utilizado es marca Schmidt Hammer, MODELO 223.A

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
COLUMNA PALLA	90°	31	31	31	41	Fz (Kg/cm²)
		44	49	42	46	
		43	34			
						420

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
VIGA PALLA	0°	24	30	28	32	Fz (Kg/cm²)
		38	35	32	35	
		28	35			
						31

OBSERVACIONES:

- * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuya dispersión con respecto al promedio sea mayor en 8 unidades.
- * Las lecturas descartadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GECONSAC.



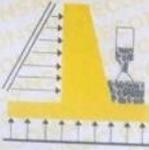
GECONSAC
 LABORATORIO GEOTÉCNICO
 S.R.L.

Jorge L. Quiroz
 Ing. Jorge L. Quiroz
 C.I.P. 31018
 JEFE LABORATORIO, LABORIOS GEOTÉCNICOS

Urt. Villa de Cortadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo
 Movistar: 948 180393 - RPC: 993756435 - RPC: 993756247
 geconsac_laboratorio@hotmail.com
 info@geconsac.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 41: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “B” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



GECONSAC

FORMATO	Código	GC20-AC-E-001
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE	Versión	00
	Fecha	01-09-2020
	Página	2 de 2

PROYECTO	Vulnerabilidad Estructural de la Institucion Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, 2020*	REGISTRO N°: GC20-LEM-0001-10
SOLICITANTE	Bach. Oliniano Vasquez , Santiago Alejandro Bach. Villanueva Rios, Freddy Williams	REALIZADO POR : H.Horna Ch.
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO	Huamachuco-Sanchez Carrion_La Libertad	FECHA DE ENSAYO : 8/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	08/10/2020	TURNO : Diurno

DESCRIPCIÓN : Se realizaron ensayos de esclerometría en elementos horizontales

ENSAYO : Se determinó lecturas de rebote en sentido Vertical en 11 lecturas por punto.

ESCLERÓMETRO : El esclerómetro utilizado es marca Schmidt Hammer, MODELO ZC3-A

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
COLUMNA Pab.B	0°					33
						f'c (Kg/cm²)
						240
VIGA Pab.B	0°					32
						f'c (Kg/cm²)
						238

OBSERVACIONES:

- * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuya diferencia con respecto al promedio es mayor en 6 unidades
- * Las lecturas descartadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GECONSAC





GECONSAC
GEOTECNIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
Ing. Jorge L. Guipuzcoa Urdanivia
C.I.P. 81018
JEFE LABORATORIO, LABORIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mza. N° - Lote 06 - Trujillo

📞 Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247

✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com

✉ logistica.geconsac@gmail.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 42: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “C” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



GECONSAC

FORMATO	Código	GC20-AC-E-001
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE	Versión	00
	Fecha	01-09-2020
	Página	2 de 2

PROYECTO	Vulnerabilidad Estructural de la Institucion Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, 2020*	REGISTRO N°: GC20-LEM-0001-10
SOLICITANTE	Bach. Otiliano Vasquez , Santiago Alejandro Bach. Villanueva Rios, Freddy Williams	REALIZADO POR : H.Horna Ch.
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR : —
UBICACIÓN DE PROYECTO	Huamachuco-Sanchez Canton, La Libertad	FECHA DE ENSAYO : 8/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	08/10/2020	TURNO : Diurno

DESCRIPCIÓN : Se realizaron ensayos de esclerometría en elementos horizontales
 ENSAYO : Se determinó lecturas de rebote en sentido Vertical en 11 lecturas por punto.
 ESCLERÓMETRO : El esclerómetro utilizado es marca Schmidt Hammer, MODELO ZC3-A

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
COLUMNA Pab.C	0°				51	46
		46	48	45	43	F _c (Kg/cm ²)
		40	50	51	53	480
		28	49	52		

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO
VIGA Pab.C	0°					43
		46	48	49	43	F _c (Kg/cm ²)
		40	45	41	43	343
		38	49	42	31	

OBSERVACIONES:
 * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuya diferencia con respecto al promedio es mayor en 6 unidades
 * Las lecturas descartadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GECONSAC



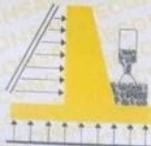


Ing. Jorge L. Quiroz Ordánivia
C.I.P. 81918
JEFE LABORATORIO, LABORIOS GEOTECNICOS

📍 Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06 - Trujillo
 📞 Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247
 ✉ geconsac_laboratorio@hotmail.com
 ✉ logistica.geconsac@gmail.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 43: Resultado de índice de rebote muestra 2 de vigas y columnas pabellón “A” en la I.E. Mayor Santiago Zavala.



GECONSAC

FORMATO	Código	GC20-AC-E-001
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE	Versión	00
	Fecha	01-09-2020
	Página	2 de 2

PROYECTO	Vulnerabilidad Estructural de la Institucion Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, Distrito de Huamachuco, La Libertad, 2020*	REGISTRO N°: GC20-LEM-0001-10
SOLICITANTE	Bach. Otiliano Vasquez, Santiago Alejandro Bach. Villanueva Rios, Freddy Williams	REALIZADO POR: H.Horna Ch.
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR: ---
UBICACIÓN DE PROYECTO	Huamachuco-Sanchez Canton, La Libertad	FECHA DE ENSAYO: 8/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	08/10/2020	TURNO: Diurno

DESCRIPCIÓN: Se realizaron ensayos de esclerometría en elementos horizontales

ENSAYO: Se determinó lecturas de rebote en sentido Vertical en 11 lecturas por punto.

ESCLERÓMETRO: El esclerómetro utilizado es marca Schmidt Hammer, MODELO ZC3-A

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	
COLUMNA Pab.A	0°	43	45	42		43	
		41	40	45			f'c (Kg/cm²)
		46	45	51	39	415	
		41	43				

ELEMENTO	ÁNGULO DE DISPARO	LECTURAS				PROMEDIO	
VIGA Pab.A	0°			34	31	32	
		24	35	32	35		f'c (Kg/cm²)
		28	26	34	32	225	
		38	36	29			

OBSERVACIONES:

- * Para fines de cálculo promedio se eliminan las lecturas individuales de cada punto cuya diferencia con respecto al promedio es mayor en 6 unidades
- * Las lecturas descartadas para el cálculo del promedio fueron marcadas de color ROJO
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de GECONSAC





GECON SAC
GEOTECNIA Y CONSTRUCCIONES S.C.
Ing. Jorge L. Guipuzcoa Ordánvia
C.P. 81018
JEFE LABORATORIO, LABORIOS GEOTECNICOS

Urb. Villa de Contadores Mza. N° - Lote 06 - Trujillo
 Movistar: 948180393 - RPC: 993756435 RPC: 993756247
 geconsac_laboratorio@hotmail.com
 logistica.geconsac@gmail.com

Fuente: Elaborado por los investigadores

ANEXO N°3:
GRADO DE VULNERABILIDAD
ESTRUCTURAL

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivos:

El presente estudio de la vulnerabilidad estructural se realiza con el método de índice de vulnerabilidad y poder determinar el grado de vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, siguiendo los 11 parámetros del método, el cual a través de este método será el instrumento para obtención de datos.

1.2. Descripción del Método del Índice de Vulnerabilidad

El método consta de analizar un conjunto de información sobre las características de los elementos estructurales construidos en una edificación que recogemos a través de formularios.

Todo el procedimiento tiene la característica ser subjetivos, que se basa en el criterio de expertos, y así estimar la vulnerabilidad estructural en función de 11 parámetros que representan la tendencia a sufrir daño en un posible sísmico.

Hay que tener en cuenta que en algunos parámetros del método comprende el comportamiento de los elementos estructurales, y otros el comportamiento en conjunto del sistema.

El método de índice vulnerabilidad de las estructuras en la edificación se asigna de modo convencional, usando un índice numérico que oscila entre 0 y 100, donde 0 se basa en la normativa sismoresistente y 100 en edificaciones con características de baja calidad.

En cada parámetro se le asigna una letra que comprende 4 clases (A, B, C y D), la clasificación "A" si es óptima y la clasificación "D" se considera desfavorable cuando nos referimos a un sistema de albañilería y clasificación (A, B, y C) si es sistema es de concreto armado.

En cada parámetro se atribuyen alguna descripción que nos permiten asignar a la edificación una de las clases con objetividad. Cada clase cuenta con una calificación (K_i), la cual varía de acuerdo al parámetro. Así mismo cada parámetro cuenta con un peso (W_i), que se asigna según la importancia dentro del sistema

de edificación. El índice de vulnerabilidad está definido por la suma ponderada de cada uno de los parámetros.

1.3. Índice de Vulnerabilidad para Estructuras de Albañilería

La vulnerabilidad estructural señala los parámetros más importantes que controla el daño en las estructuras de los edificios a causa de un terremoto. También este método evalúa diversos aspectos de los edificios y busca distinguir las diferencias existentes en un tipo construcción.

Este método considera aspectos importantes como elementos estructurales y no estructurales, configuración en planta, configuración en elevación, el tipo de cimentación, el estado de conservación de la edificación, y el tipo y calidad de los materiales. La evaluación de los parámetros se realiza calificando individualmente (En función a su peso W que resalta su importancia relativa en el resultado), asumiendo un valor numérico de la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica en estructuras de concreto.

Los once parámetros tienen un valor máximo de calificación que alcanza un índice de 382.5 y con valor mínimo 0.00. (Tabla N° 10), muestra los once parámetros asignados en la calificación de las estructuras; Así mismo los valores del coeficiente de calificación correspondiente a K_i se dan de acuerdo a su calificación (A, B, C y D) donde la Calificación "A" es óptimo y la calificación "D" es desfavorable, y a los factores de peso W_i correspondientes a cada parámetro.

Los parámetros del K_i se obtuvieron de una evaluación subjetiva de las experiencias de los investigadores y de datos reales de cada evento sísmico; En conclusión, el índice de vulnerabilidad global de cada edificación se evalúa utilizando la ecuación siguiente.

$$IV = \sum_{i=1}^{11} K_i * W_i$$

Tabla 11: Parámetros y escala de Índice de Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones

PARÁMETROS	CLASE (K _i)				PESO (W _i)
	A	B	C	D	
1.- Tipo y Organización del Sistema	0	5	20	45	1.00
2.- Tipología Estructural	0	5	25	45	0.25
3.- Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.50
4.- Posición del Edificio y Cimentación	0	5	25	45	0.75
5.- Diafragma Horizontal	0	5	15	45	1.00
6.- Configuración en Planta	0	5	25	45	0.50
7.- Configuración en Elevación	0	5	25	45	1.00
8.- Espaciamiento Máximo entre Muros	0	5	25	45	0.25
9.- Tipo de Cubierta	0	15	25	45	1.00
10.- Elementos no Estructurales	0	0	25	45	0.25
11.- Estado de Conservación	0	5	25	45	1.00

Fuente: Elaborado por los investigadores.

1.4. Rango de Valores del Método de Índice de Vulnerabilidad

Luego de realizarse la cuantificación es las escalas (A, B, C y D), de cada uno de los 11 parámetros de la estructura, podemos determinar el índice de vulnerabilidad por la suma ponderada de los valores obtenidos de cada parámetro multiplicando por su peso de importancia.

El rango de los valores de vulnerabilidad resulta de dividir el valor máximo entre los 4 parámetros y tenemos el intervalo de 95.625 por cada uno.

Tabla 12: Rango y valores de grado de vulnerabilidad

PARÁMETRO	A	B	C	D
GRADO DE VULNERABILIDAD	Baja	Media a Baja	Media a Alta	Alta
RANGO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	0 - 95.625	95.625-191.25	191.25-286.875	286.875-382.50

Fuente: Elaborado por los investigadores.

1.5. Índice de vulnerabilidad adaptado al Reglamento Nacional de Edificaciones

La finalidad es determinar si los 11 parámetros del método de índice de vulnerabilidad cumplen los requisitos para realizar la evaluación de los pabellones de la Institución Educativa, para ello se comparó con lo que el Reglamento Nacional de Edificaciones plantea.

Podemos observar en la Tabla N° 13, que en su mayoría el método de índice de vulnerabilidad satisface los parámetros dados por el Reglamento Nacional de Edificaciones admitiendo ciertas adaptaciones en algunos parámetros.

Tabla 13: Comparación del Reglamento Nacional de Edificaciones, en sus 11 parámetros del método de índice de vulnerabilidad.

PARÁMETROS DEL MÉTODO ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES
1.- Tipo y Organización del Sistema	Construido con asistencia técnica (Norma E.070)
2.- Tipología Estructural	Materiales de buena calidad y juntas homogéneas (Norma E.070)
3.- Resistencia Convencional	Componentes sismoresistente (Norma E.030 y Norma E.070)
4.- Posición del Edificio y Cimentación	Tipo de suelos (Norma E.030)
5.- Diafragma Horizontal	Parámetros para diafragmas (Norma E.030 y E.070)
6.- Configuración en Planta	Conformación estructural, Desigualdad estructural en planta (Norma E.030)
7.- Configuración en Elevación	Conformación estructural, Desigualdad estructural en altura (Norma E.030)
8.- Espaciamiento Máximo entre Muros	Densidad de los muros en la edificación (Norma E.070)
9.- Tipo de Cubierta	Unión de la cubierta con el sistema estructural.
10.- Elementos no Estructurales	Unión de los elementos no estructurales (Norma E.070)
11.- Estado de Conservación	Estado Actual de la edificación.

Fuente: Elaborado por los investigadores.

II. MATERIAL, MÉTODO Y PROCEDIMIENTOS

2.1. Material de estudio

2.1.1. Población

Está dado por todas las Instituciones Educativas Publicas del distrito de Huamachuco con población estudiantil mayor a 1000 alumnos.

2.1.2. Muestra

Se realizará la evaluación estructural a los 3 pabellones de la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, distrito de Huamachuco.

2.2. Métodos y técnicas

2.2.1. Método

El método a utilizar para desarrollar el método de índice de vulnerabilidad, es la observación individual (Método inductivo – deductivo).

2.2.2. Técnica

Observación directa: Se realizó un reconocimiento en la Institución educativa el cual nos permitió evaluar los parámetros del método de índice de vulnerabilidad.

Fichas de toma de datos: Se contó con una ficha realizada en función a los 11 parámetros del método de índice de vulnerabilidad.

2.3. Procedimientos

2.3.1. Recolección de datos

Se recogió documentos, estudios, investigaciones relacionadas al desarrollo del tema, el cual nos servirá para tener un planteamiento más claro del estudio.

2.3.2. Ficha de toma de datos

Realizamos una ficha de trabajo que contenga todos parámetros del método de índice de vulnerabilidad.

2.3.3. Visita de campo

Teniendo la ficha de trabajo procedimos a realizar el trabajo de campo en la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala.

2.3.4. Procesamiento de datos

Luego de terminado la visita de campo se procedió a procesar los datos y los cálculos correspondientes.

2.3.5. Análisis de datos

Después de procesar los datos realizaremos el análisis de los resultados y determinar la vulnerabilidad estructural de la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala.

III. RESULTADOS

Dados los 11 parámetros del método de índice de vulnerabilidad seremos capaces de evaluar el grado de vulnerabilidad estructural en la Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala, para ello determinaremos el tipo y la importancia de cada parámetro dado.

3.1. Ubicación

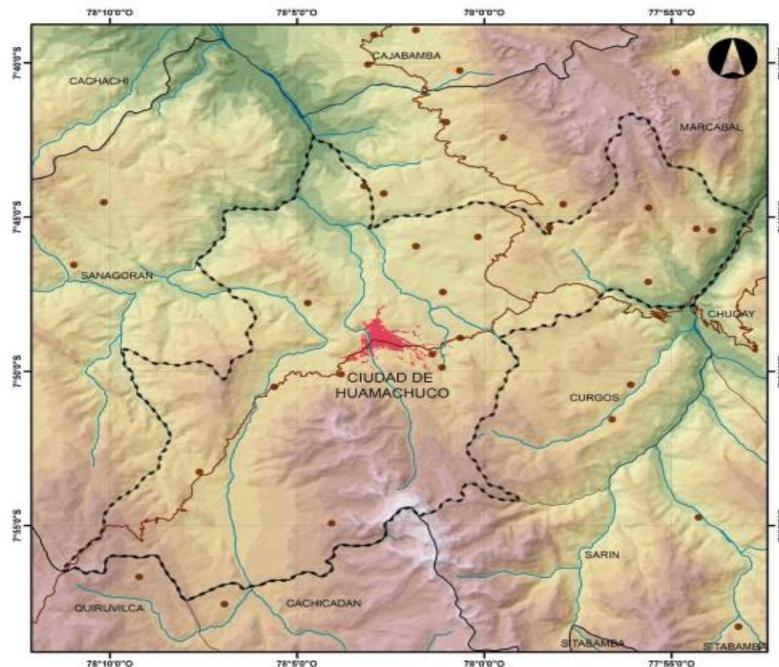
La Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala materia de evaluación estructural se encuentra ubicado en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento La Libertad.

Figura N° 44: Plano de Ubicación de la I.E. N° 80127. Mayor Santiago Zavala



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 45: Mapa Localización del distrito de Huamachuco, Imagen satelital.

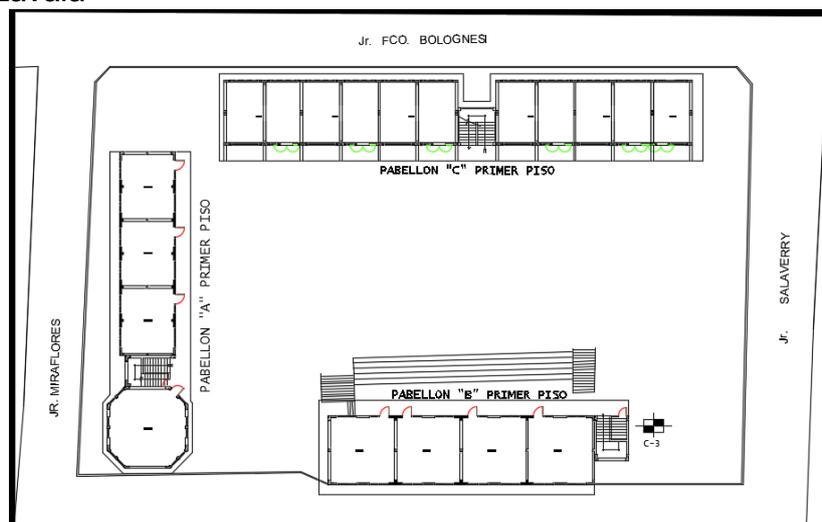


Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.2. Planta General

La Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala cuenta con 3 edificaciones de 2 niveles cada uno, denominados Pabellón "A", Pabellón "B" y Pabellón "C", los cuales determinaremos su vulnerabilidad estructural.

Figura N° 46: Distribución en planta de los Pabellones de la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala



Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3. Clasificación de los Parámetros del Método de Índice de Vulnerabilidad

3.3.1. Tipo y Organización del Sistema Resistente

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Edificio construido de acuerdo con la norma de albañilería E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- B) Edificio que presenta, conexiones realizadas a través de vigas de amarre en los muros, en todas las plantas.
- C) Edificio que, presentar vigas y columnas que confinan una parte los muros portantes, está construido únicamente por paredes.
- D) Edificio con paredes sin columnas vigas y de confinamiento, construidos sin ningún criterio técnico.

Figura N° 47: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta columnas y vigas de amarre que confinan los muros.

Clasificación: "B"

Figura N° 48: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta columnas y vigas de amarre, que confinan los muros.

Clasificación: “B”

Figura N° 49: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta columnas y vigas de amarre, que confinan los muros.

Clasificación: "B"

Resultados:

Tabla 14: Resultados del parámetro tipo y organización del sistema

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	B
	"B"	B
	"C"	B

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.2. Tipología Estructural

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) El sistema estructural de la edificación comprende las 3 características:
 - Las unidades de albañilería de buena calidad, piezas homogéneas y dimensiones constantes en toda la extensión del muro.
 - Verticalidad entre las unidades de albañilería.
 - Mortero de buena calidad con espesor de junta de 1 y 1.5 cm.
- B) El sistema estructural de la edificación no presenta alguna de las características de la clase A.
- C) El sistema estructural de la edificación no contiene dos de las características de la clase A.
- D) El sistema estructural de la edificación no contiene ninguna de las características de la clase A.

Figura N° 50: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los muros están tarrajeados en su totalidad y no es visible las unidades de albañilería.

Calificación: “A”

Figura N° 51: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los muros están tarrajeados en su totalidad y no es visible las unidades de albañilería.

Clasificación: "A"

Figura N° 52: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los muros están tarrajeados en su totalidad y no es visible las unidades de albañilería.

Clasificación: "A"

Resultados:

Tabla 15: Resultados del parámetro tipología estructural

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	A
	"B"	A
	"C"	A

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.3. Resistencia Convencional

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Edificación con "a" mayor o igual a 1
- B) Edificación con "a" entre 0.6 y 1
- C) Edificación con "a" entre 0.4 y 0.6
- D) Edificación con "a" menor o igual a 0.4

Tabla 16: Muros del eje Y pabellón "A"

Muro	Longitud (L)	Espesor (t)	L*t (m2)
Y1	3.82	0.25	0.955
Y2	3.82	0.25	0.955
Y3	5.05	0.25	1.2625
Y4	5.05	0.25	1.2625
Y5	5.05	0.25	1.2625
Y6	5.05	0.25	1.2625

6.96

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El área de muros en el eje y es: **6.96 m2**

Tabla 17: Coeficiente para determinar q del pabellón "A"

Coeficiente	Valor
A	0.1 m2
B	6.96 m2
At	295.46 m2
h	3 m2
Pm	1.8 tn/m3
Ps	0.38 tn/m2
q	0.509

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 18: Coeficiente para determinar C del pabellón "A"

Coeficiente	Valor
a0	0.0003
tk	18.000
q	0.509
N	3
y	0.456
C	0.476

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 19: Coeficiente para determinar “a” del pabellón “A”

Coeficiente	Valor
C	0.4760
C''	0.5906
a	0.806

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La clasificación es **B**

Tabla 20: Muros del eje Y pabellón “B”

Muro	Longitud (L)	Espesor (t)	L*t (m2)
Y1	6.20	0.25	1.55
Y2	6.20	0.25	1.55
Y3	6.20	0.25	1.55
Y4	6.20	0.25	1.55
Y5	6.20	0.25	1.55

7.75

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El área de muros en el eje y es: **7.75 m2**

Tabla 21: Coeficiente para determinar q del pabellón “B”

Coeficiente	Valor
A	0.1 m2
B	7.75 m2
At	294.05 m2
h	3 m2
Pm	1.8 tn/m3
Ps	0.38 tn/m2
q	0.524

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 22: Coeficiente para determinar C del pabellón “B”

Coeficiente	Valor
a0	0.0003
tk	18.000
q	0.524
N	3
y	0.376
C	0.423

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 23: Coeficiente para determinar “a” del pabellón “B”

Coeficiente	Valor
C	0.4230
C''	0.5906
a	0.716

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La clasificación es **B**

Tabla 24: Muros del eje Y pabellón “C”

Muro	Longitud (L)	Espesor (t)	L*t (m2)
Y1	6.20	0.25	1.55
Y2	6.20	0.25	1.55
Y3	6.20	0.25	1.55
Y4	6.20	0.25	1.55
Y5	6.20	0.25	1.55
Y6	6.20	0.25	1.55
Y7	6.20	0.25	1.55
Y8	6.20	0.25	1.55

12.4

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El área de muros en el eje y es: **12.4 m2**

Tabla 25: Coeficiente para determinar q del pabellón “C”

Coeficiente	Valor
A	0.1 m ²
B	12.4 m ²
At	465.47 m ²
h	3 m ²
Pm	1.8 tn/m ³
Ps	0.38 tn/m ²
q	0.525

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 26: Coeficiente para determinar C del pabellón “C”

Coeficiente	Valor
a0	0.0002
tk	18.000
q	0.525
N	3
y	0.312
C	0.556

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 27: Coeficiente para determinar “a” del pabellón “C”

Coeficiente	Valor
C	0.5560
C''	0.5906
a	0.941

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La clasificación es **B**

Tabla 28: Resultados de la resistencia convencional

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	B
	"B"	B
	"C"	B

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.4. Posición del Edificio y Cimentación

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Edificación con cimentación en suelo intermedio y flexibles, correspondiente a la norma E.070, sin presencia de humedad, sales, y pendiente inferior o igual al 10%.
- B) Edificación con cimentación en suelo intermedio y flexibles, correspondiente a la norma E.070, sin presencia de humedad, sales, y pendiente inferior o igual al 20%.
- C) Edificación con cimentación en suelo intermedio y flexibles, correspondiente a la norma E.070, con presencia de humedad, sales, y pendiente inferior o igual al 40%.
- D) Edificación con cimentación sin asesoría técnica y sin proyecto aprobado, con presencia de humedad, sales, y pendiente inferior al 50%.

Figura N° 53: Pabellón “A” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta una pendiente 0 (cero), el cual corresponde una un suelo intermedio y flexible según el estudio de mecánica de suelos.

Clasificación: “B”

Figura N° 54: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta una pendiente 0 (cero), el cual corresponde una un suelo intermedio y flexible según el estudio de mecánica de suelos.

Clasificación: "B"

Figura N° 55: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura presenta una pendiente 0 (cero), el cual corresponde una un suelo intermedio y flexible según el estudio de mecánica de suelos.

Clasificación: "B"

Resultados:

Tabla 29: Resultados del parámetro posición del edificio y cimentación

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	B
	"B"	B
	"C"	B

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.5. Diafragma Horizontal

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

A) Edificación con diafragma que contemple lo siguiente:

- Sin placas de concreto armado.
- La deformación de la losa aligerada es despreciable.
- La unión de la losa aligerada y el muro es eficaz.

B) Edificación con diafragma que contemple una condición de la clase A

C) Edificación con diafragma que contemple dos condiciones de la clase A

D) Edificación con diafragma que no contemple ninguna condición de la clase A

Figura N° 56: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura no presenta deformaciones en la losa aligerada, tiene buena unión con los muros y la estructura cuenta con placas de concreto armado.

Clasificación: "A"

Figura N° 57: Pabellón “B” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura no presenta deformaciones en la losa aligerada, tiene buena unión con los muros y la estructura cuenta con placas de concreto armado.

Clasificación: “A”

Figura N° 58: Pabellón “C” de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura no presenta deformaciones en la losa aligerada, tiene buena unión con los muros y la estructura cuenta con placas de concreto armado.

Clasificación: "A"

Resultados:

Tabla 30: Resultados del parámetro diafragma horizontal

Instrucción Educativa N°	Pabellón	Clasificación
80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	A
	"B"	A
	"C"	A

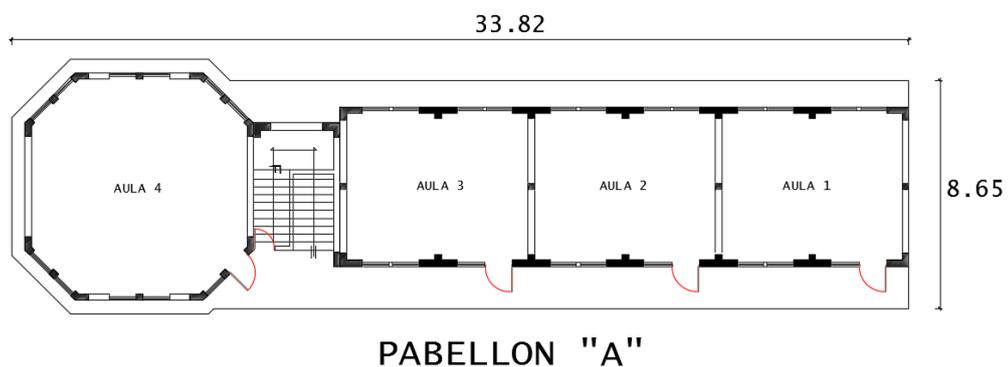
Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.6. Configuración en Planta

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Edificación con β_1 sea igual o mayor a 0.80 ó β_2 sea igual o menor a 0.1.
- B) Edificación con β_1 varié de 0.80 a 0.60 ó β_2 varié de 0.1 a 0.2.
- C) Edificación con β_1 varié de 0.60 a 0.40 ó β_2 varié de 0.2 a 0.3.
- D) Edificación con β_1 varié de 0.40 a 0 ó β_2 mayor de 0.3.

Figura N° 59: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

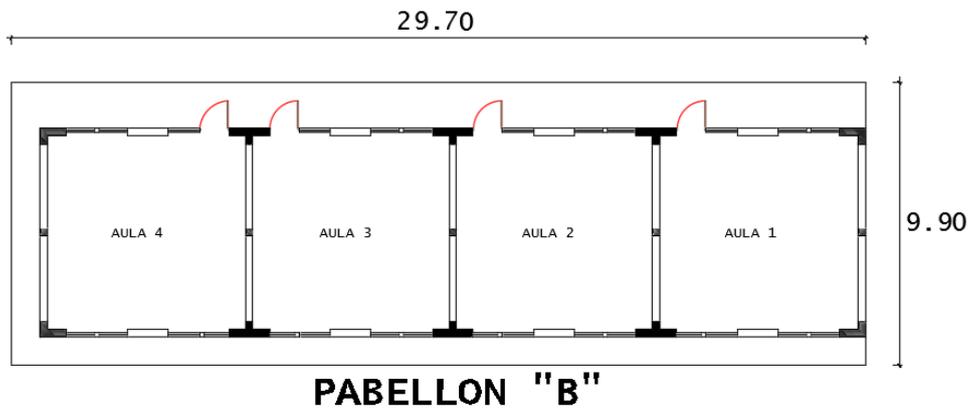
Tabla 31: Determinación del β_1 del Pabellón "A"

Pabellón "A"	Factor	Valor
	a	8.65
	L	33.82
	β_1	0.256

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Figura N° 60: Pabellón "B" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

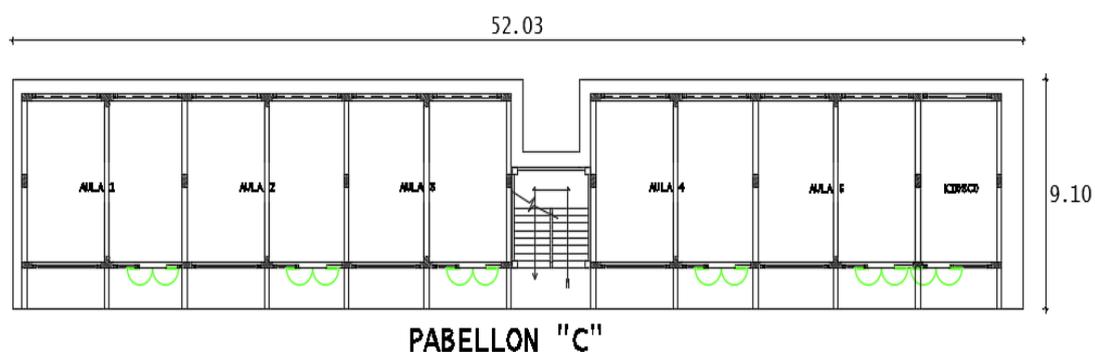
Tabla 32: Determinación del β_1 del Pabellón "B"

Pabellón "B"	Factor	Valor
	a	9.90
	L	27.7
	β_1	0.357

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Figura N° 61: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 33: Determinación del β_1 del Pabellón "C"

	Factor	Valor
Pabellón "C"	a	9.10
	L	52.03
	β_1	0.175

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Tabla 34: Resultados del parámetro configuración en planta

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	D
	"B"	D
	"C"	D

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.7. Configuración en su Elevación

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Si la relación cambia entre 0% a 10%
- B) Si la relación cambia entre 10% a 20%
- C) Si la relación cambia entre 20% a 50%
- D) Si la relación es mayor a 50%

Figura N° 62: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 35: Altura entre los pisos del Pabellón "A"

	Piso	Altura entre Piso
Pabellón "A"	1	3
	2	3

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 36: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón "A"

	Factor	Valor
Pabellón "A"	T (piso 1)	3
	H (piso 2)	3
	T/H	1%

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "A"

Figura N° 63: Pabellón "B" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 37: Altura entre los pisos del Pabellón "B"

	Piso	Altura entre Piso
Pabellón "B"	1	3
	2	3

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 38: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón "B"

	Factor	Valor
Pabellón "B"	T (piso 1)	3
	H (piso 2)	3
	T/H	1%

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "A"

Figura N° 64: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 39: Altura entre los pisos del Pabellón "C"

	Piso	Altura entre Piso
Pabellón "C"	1	3
	2	3

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Tabla 40: Determinación del T/H entre 1 y 2 piso del Pabellón "C"

	Factor	Valor
Pabellón "C"	T (piso 1)	3
	H (piso 2)	3
	T/H	1%

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "A"

Resultados:

Tabla 41: Resultados del parámetro configuración en planta.

Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	Pabellón	Clasificación
	"A"	A
	"B"	A
	"C"	A

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.8. Espaciamiento Máximo entre Muros

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Cuando L/S es mayor o igual a 15
- B) Cuando L/S varía entre 15 a 18
- C) Cuando L/S varía entre 18 a 25
- D) Cuando L/S es mayor a 25

Tabla 42: Determinando del L/S Pabellón "A"

Pabellón "A"	Factor	Valor
	L	8.13
	S	0.25
	L/S	32.52

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Tabla 43: Determinando del L/S Pabellón "B"

Pabellón "B"	Factor	Valor
	L	6.90
	S	0.25
	L/S	27.6

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Tabla 44: Determinando del L/S Pabellón "C"

Pabellón "C"	Factor	Valor
	L	8.10
	S	0.25
	L/S	32.4

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Clasificación: "D"

Tabla 45: Resultados del parámetro espaciamiento máximo entre muros

Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	Pabellón	Clasificación
	"A"	D
	"B"	D
	"C"	D

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.9. Tipo de Cubierta

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Con cubierta ancladas a la estructura, estable y material liviano. Estructuras con cubierta plana.
- B) Con cubierta inestable, material liviano y en buen estado.
- C) Con cubierta inestable, material liviano y en mal estado.
- D) Con cubierta inestable, en mal estado y presenta desnivel.

Figura N° 65: Pabellones "A", "B" y "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los 3 pabellones de la Institución Educativa cuentan con losa aligerada inclinada a dos aguas, cubiertas con planchas teja andina color naranja anclada a la losa aligerada.

Clasificación: "A"

Tabla 46: Resultados del parámetro tipo de cubierta

Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	Pabellón	Clasificación
	"A"	A
	"B"	A
	"C"	A

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.10. Elementos no Estructurales

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Edificación que no tengan elementos no estructurales mal conectados a la estructura.
- B) Edificación que tengan balcones y parapetos bien conectados a la estructura.
- C) Edificación que tengan balcones y parapetos mal conectados a la estructura.

D) Edificación que tengan tanques de agua u otro elemento en el techo, mal conectada a la estructura. Parapetos y otros elementos mal contruidos con peso significativo que se puedan desplomar en un evento sísmico.

Figura N° 66: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura cuenta balcones y parapetos bien conectados a la estructura de la edificación.

Calificación: "B"

Figura N° 67: Pabellón "B" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura cuenta balcones y parapetos bien conectados a la estructura de la edificación.

Clasificación: "B"

Figura N° 68: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura cuenta balcones y parapetos bien conectados a la estructura de la edificación.

Clasificación: "B"

Resultados:

Tabla 47: Resultados del parámetro elementos no estructurales

Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	Pabellón	Clasificación
	"A"	B
	"B"	B
	"C"	B

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.3.11. Estado de Conservación

Para su clasificación podemos considerar lo siguiente:

- A) Los muros no presentan fisuras visibles.
- B) Edificación en buen estado de conservación, con fisuras menores a 5 mm.
- C) Edificación en mal estado de conservación, con grietas de 5 mm a más.
- D) Los muros presentan deterioro en sus componentes.

Figura N° 69: Pabellón "A" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 8012



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los muros se encuentran en buen estado, no hay presencia de fisura.

Clasificación: "A"

Figura N° 70: Pabellón "B" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Los muros se encuentran en buen estado, no hay presencia de fisura.

Clasificación: "A"

Figura N° 71: Pabellón "C" de la I.E. Mayor Santiago Zavala N° 80127



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: La estructura se encuentra en buenas condiciones, pero con presencia de fisuras en algunos muros.

Clasificación: "B"

Resultados:

Tabla 48: Resultados de estado de conservación

	Pabellón	Clasificación
Instrucción Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	"A"	A
	"B"	A
	"C"	B

Fuente: Elaborado por los investigadores.

3.4. Determinación del Índice de Vulnerabilidad

Tabla 49: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón "A"

PARÁMETROS DEL MÉTODO ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi	K*Wi
1.- Tipo y Organización del Sistema		5			1.00	5
2.- Tipología Estructural	0				0.25	0
3.- Resistencia Convencional		5			1.50	7.5
4.- Posición del Edificio y Cimentación		5			0.75	3.75
5.- Diafragma Horizontal	0				1.00	0
6.- Configuración en Planta				45	0.50	22.5
7.- Configuración en Elevación	0				1.00	0
8.- Espaciamiento Máximo entre Muros				45	0.25	11.25
9.- Tipo de Cubierta	0				1.00	0
10.- Elementos no Estructurales		0			0.25	0
11.- Estado de Conservación	0				1.00	0
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL MODULO "A"	50.00					

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El resultado nos arroja un índice de vulnerabilidad del pabellón "A" de: **50.00**

Tabla 50: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón “B”

PARÁMETROS DEL MÉTODO ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi	K*Wi
1.- Tipo y Organización del Sistema		5			1.00	5
2.- Tipología Estructural	0				0.25	0
3.- Resistencia Convencional		5			1.50	7.5
4.- Posición del Edificio y Cimentación		5			0.75	3.75
5.- Diafragma Horizontal	0				1.00	0
6.- Configuración en Planta				45	0.50	22.5
7.- Configuración en Elevación	0				1.00	0
8.- Espaciamiento Máximo entre Muros				45	0.25	11.25
9.- Tipo de Cubierta	0				1.00	0
10.- Elementos no Estructurales		0			0.25	0
11.- Estado de Conservación	0				1.00	0
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL MODULO "B"	50.00					

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El resultado nos arroja un índice de vulnerabilidad del pabellón “B” de: **50.00**.

Tabla 51: Resultados de índice de vulnerabilidad Pabellón “C”

PARÁMETROS DEL MÉTODO ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi	K*Wi
1.- Tipo y Organización del Sistema		5			1.00	5
2.- Tipología Estructural	0				0.25	0
3.- Resistencia Convencional		5			1.50	7.5
4.- Posición del Edificio y Cimentación		5			0.75	3.75
5.- Diafragma Horizontal	0				1.00	0
6.- Configuración en Planta				45	0.50	22.5
7.- Configuración en Elevación	0				1.00	0
8.- Espaciamiento Máximo entre Muros				45	0.25	11.25
9.- Tipo de Cubierta	0				1.00	0
10.- Elementos no Estructurales		0			0.25	0
11.- Estado de Conservación		5			1.00	5
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DEL MODULO "A"	55.00					

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El resultado nos arroja un índice de vulnerabilidad del pabellón “C” de: **55.00**.

Tabla 52: Resumen de resultados del Método Índice de Vulnerabilidad en la I. E. N° 80127 Mayor Santiago Zavala.

Institución Educativa N° 80127 Mayor Santiago Zavala	PABELLÓN	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
	A	50.00	Baja
	B	50.00	Baja
	C	55.00	Baja

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: El resultado nos arroja un índice de vulnerabilidad en promedio en la Institución Educativa N°80127 Mayor Santiago Zavala de: **51.666** denominada **VULNERABILIDAD BAJA**.

ANEXO N°4:
ANÁLISIS LINEAL ESTÁTICO -
DINÁMICA

I. GENERALIDADES

1.1. Objetivo.

“Aplicación del Método Índice de Vulnerabilidad para determinar la Evaluación Estructural en la I.E. N°80127 “Mayor Santiago Zavala”, Provincia Sánchez Carrión, departamento de la Libertad” tiene como uno de los objetivos específicos analizar la estructura, empleando un análisis lineal estático y dinámico con el software ETABS 2015.

1.2. Explicación del Análisis Estructural estático y dinámico

1.2.1. Análisis Estático Lineal

Al aplicar una carga a un sólido, se deformará y la influencia de la carga se transmitirá mediante el sólido. Las cargas externas harán que las fuerzas internas y las fuerzas de reacción lleven a los sólidos al equilibrio. El análisis estático lineal calcula el desplazamiento, la deformación, la tensión y la fuerza de reacción bajo la carga aplicada.

El análisis estático lineal se efectúa las siguientes hipótesis:

1.2.1.1. Suposición estática:

Aplice todas las cargas lenta y gradualmente hasta alcanzar la carga máxima. Entonces, la carga permanece constante (no cambia con el tiempo). Esta suposición nos permite ignorar la fuerza de inercia y la fuerza de amortiguación causada por una pequeña aceleración y una velocidad insignificante. Las cargas que cambian con el tiempo producirán grandes fuerzas de inercia y / o fuerzas de amortiguación, por lo que se puede realizar un análisis dinámico.

La carga dinámica cambia con el tiempo y, en muchos casos, puede producir una fuerza de amortiguación y una fuerza de inercia significativa que no se consiguen ignorar.

NOTAS:

- Es fundamental corroborar la hipótesis estática, porque el esfuerzo generado por la carga dinámica es como máximo $1 / (2$

"x") veces el esfuerzo generado por la carga estática de la misma magnitud, donde "x" es la tasa de amortiguamiento viscoso. Para una estructura microamortiguada con 5% de amortiguación, la tensión dinámica es 10 veces la tensión estática. La resonancia magnética mostró lo peor. Consulte la sección de análisis dinámico.

- Con la ayuda del análisis estático, puede calcular el comportamiento estructural de los sólidos que rotan a velocidades constantes o se mueven con aceleraciones constantes porque los pesos generados no varían con el tiempo.
- Use estudios dinámicos lineales o no lineales para medir la contestación estructural causada por cargas dinámicas que integran cargas de vibración, golpes, choques y cargas aleatorias.

1.2.1.1. Suposición de linealidad:

El vínculo entre la carga y la respuesta inductiva es lineal. Ejemplo, si duplica la carga, la respuesta del modelo (desplazamiento, deformación y tensión) de igual forma, se duplicará.

Realizando suposiciones de linealidad si:

- Los materiales del modelado cumplen con la Ley de Hooke, dicho de otra manera, la tensión es directamente proporcional a la deformación unitaria.
- Los desplazamientos inducidos es lo suficientemente pequeño como para ignorar el cambio en la rigidez causado por el peso.
- Cuando se aplica la carga, las condiciones de contorno permanecen sin cambios. El tamaño, la dirección y la distribución de la carga deben ser constantes. No deben cambiarse cuando el modelo está deformado.

1.2.2. Análisis Dinámico Lineal

Los estudios estáticos asumen que las cargas se aplican de forma constante o muy lenta hasta que alcanzan su valor total. Se supone que la velocidad y la aceleración de cada partícula en el modelo son cero. Como resultado, la investigación estática ignora la fuerza de inercia y la amortiguación. En muchas situaciones prácticas, la carga no se aplicará lentamente ni cambiará con el tiempo o la frecuencia. Para estas situaciones, use la investigación dinámica. Como regla general, si la frecuencia de la carga es mayor que $1/3$ de la frecuencia más baja (básica), se deben utilizar estudios dinámicos.

La investigación de dinámica lineal se basa en la investigación de frecuencias. El software computa la respuesta del modelado acumulando la contribución de cada modo al entorno de carga. En la mayoría de los casos, solo el modo más bajo afectará significativamente la respuesta.

Los objetivos de la realización de un análisis dinámico incluyen:

- Diseñar el sistema estructural y mecánico para marchar sin fallas en entornos dinámicos.
- Modificar los atributos del sistema (geometría, mecanismos de amortiguamiento, propiedades de material) para disminuir los resultados de vibración.

1.3. Descripción del Proyecto

La I.E. N°80127 “Mayor Santiago Zavala” cuenta con 3 pabellones educativos los cuales A, B y C Pabellón cuenta con 2 pisos. Cuenta con 20 aulas educativas, 1 auditorio, 1 dirección, 1 sub dirección, 3 SS.HH., 1 aula de innovación pedagógica y 1 aula de computación. Los 3 pabellones Cuentan con 2 sistemas estructurales, es decir, en la dirección X-X tiene un sistema estructural aporticado y en la dirección Y-Y tiene un sistema de albañilería confinada. La configuración estructural tanto en planta como en elevación es regular teniendo en planta una

semejanza a un cuadrado y en elevación teniendo una altura típica de 3 metros para todos los módulos.

1.3.1. CONSIDERACIONES INICIALES

1.3.1.1. Datos Iniciales:

Acero:

- $F'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ de Grado 60
- Módulo de Poisson = 0.30

Concreto:

- $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson=0.20
- Columnas de concreto armado $a \times b=30 \times 30 \text{ cm}$
- Vigas Principales de concreto armado $b \times h=30 \times 55 \text{ cm}$
- Vigas Secundarias de concreto armado $b \times h=25 \times 20 \text{ cm}$
- Muros de albañilería de 20 cm de espesor
- Losa aligerada de concreto armado en una dirección de 20cm de espesor

Se asume que:

- Los diafragmas son rígidos (los vacíos no superan el 50%del área total)
- Las columnas están empotradas en la base

Realizar:

- Desplazamiento de la estructura (Derivas)

1.3.1.2. Cargas:

Carga Viva o Sobrecarga

- Carga de pasadizos y corredores: 400 kg/cm^2
- Carga aulas educativas: 250 kg/cm^2
- Carga de azotea: 100 kg/cm^2

Carga Muerta

- Carga tabiquería perimetral (muros perimetrales y parapetos)
- Carga de peso propio (enlucido y contrapiso).

1.3.1.3. Planos Arquitectónicos:

Descripción: El pabellón C de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala” Será tomado como desarrollo y ejemplo en general de todos los pabellones.

1.3.2. DESARROLLO DEL OBJETIVO

El análisis estructural se realiza con el software Etabs 2015, el cual desarrolla un manual que sirve de desarrollo y ejemplo para el objetivo de análisis lineal estático y análisis lineal dinámico.

A. Iniciar un nuevo modelo y/o existente

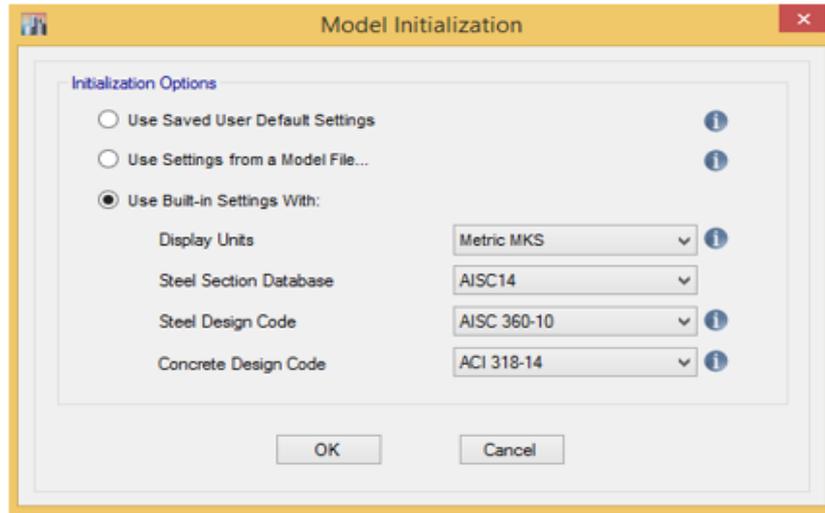
Figura N° 72: Empezando un nuevo modelo de análisis en el programa Etabs 2015.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Inicie el software, efectuando un clic sobre la opción New Modelo para empezar un nuevo modelo, o desde el **Menú File > New Model**

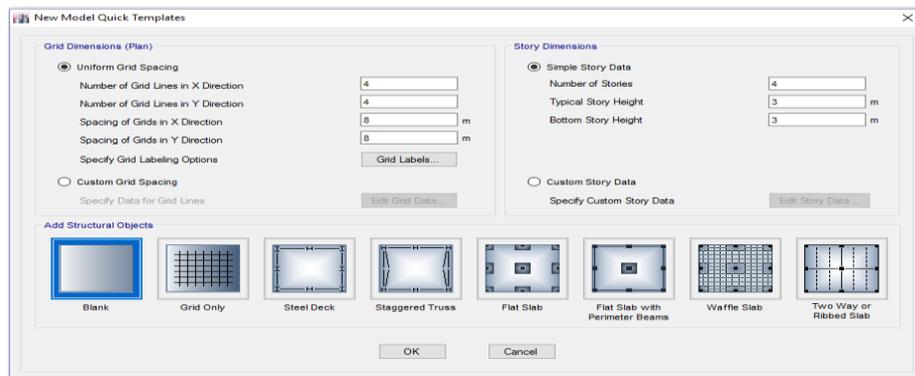
Figura N° 73: Unidades a trabajar en el programa Etabs 2015



Fuente: Elaborado por los investigadores

Descripción: seleccione las unidades del proyecto, **Metric MKS** para metros (M), Kilogramos (K) Y segundo (S), el código de diseño para los elementos.

Figura N° 74: Estableciendo el modelo de tarea en el programa Etabs 2015

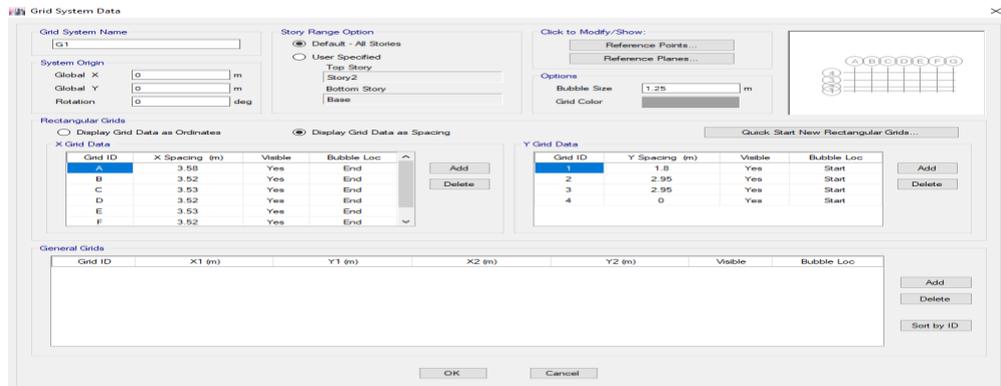


Fuente: Elaborado por los investigadores

Descripción: Configure los ejes del modelo en las direcciones X e Y del sistema de coordenadas global, y el espaciado típico entre ellos; de lo contrario, si no hay un espaciado típico entre los ejes en las direcciones X como Y, haciendo clic en "**Edit Grid Data**". Además, se debe establecer información sobre el número de pisos del edificio y sus intervalos típicos (si los hubiera), de lo contrario, se puede utilizar la opción "**Edit Story Data**" para cambiar la altura y la nomenclatura.

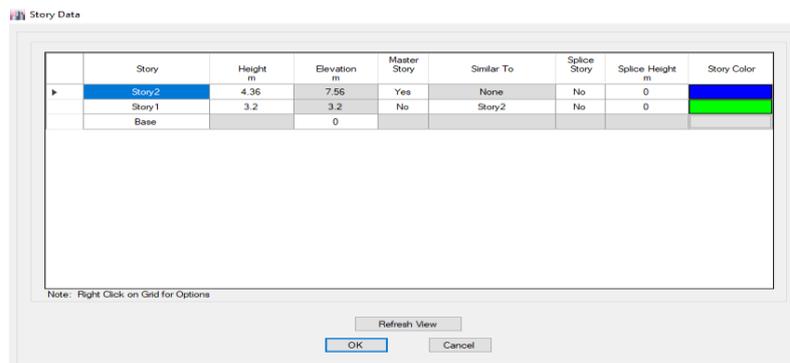
Además, los usuarios podrán configurar las opciones de etiqueta de eje en la pestaña "Grid Labels".

Figura N° 75: Edición de los Ejes del modelo en dirección "X" y "Y"



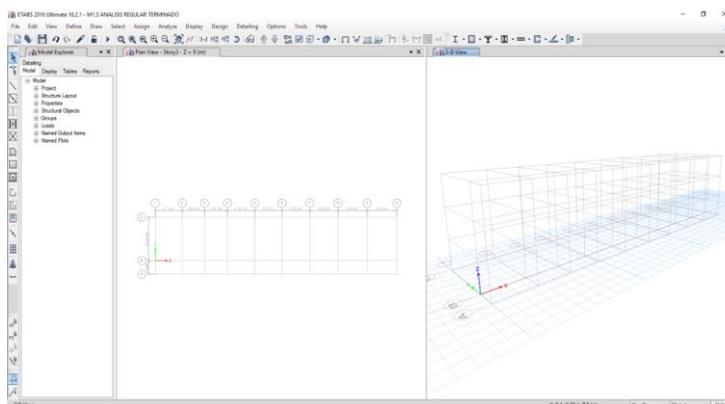
Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 76: Edición de los niveles de la edificación



Fuente: Elaborado por los investigadores

Figura N° 77: Vista posterior de la designación de los datos

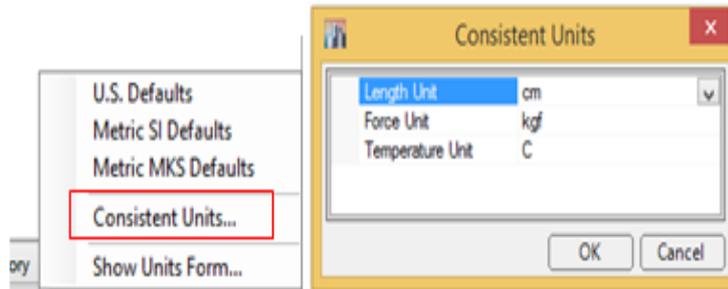


Fuente: Elaborado por los investigadores

Descripción: Podemos observar al lado izquierdo tenemos una vista en planta y a lado derecho una vista en 3D (X,Y y Z).

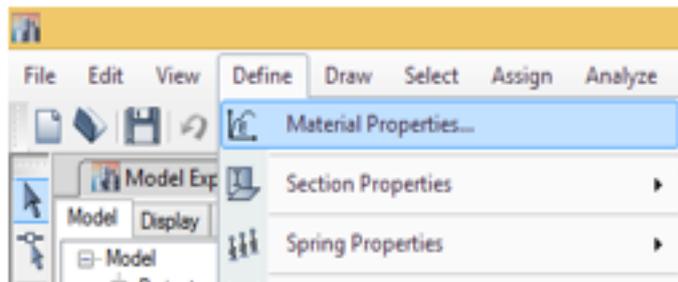
B. Definir materiales

Figura N° 78: Definición de las Unidades en longitud, unidad de fuerza y temperatura



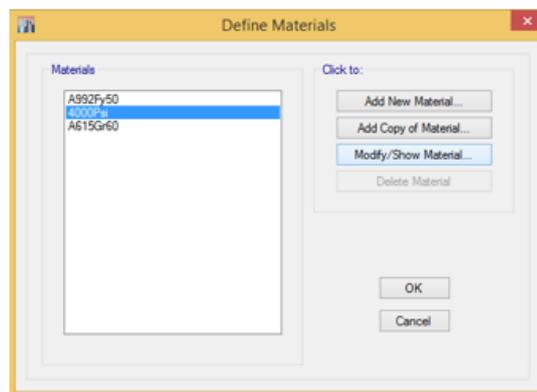
Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 79: Definición del material de concreto armado y albañilería



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 80: Modificación y/o agregar un nuevo material.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Cambio y/o adición de un nuevo material para concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y Acero con $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$. Si se quiere modificar los existentes entonces modifique “4000Psi” para concreto y “A615Gr60” para el refuerzo del concreto.

Figura N° 81: Definir la resistencia de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Material Property Data

General Data

Material Name: CONCRETO F'c 210 KG/CM2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection]

Material Notes: [Modify/Show Notes...]

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2402.77 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 245.014 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2173706500 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 945089782.61 kgf/m²

Design Property Data

[Modify/Show Material Property Design Data...]

Advanced Material Property Data

[Nonlinear Material Data...]

[Material Damping Properties...]

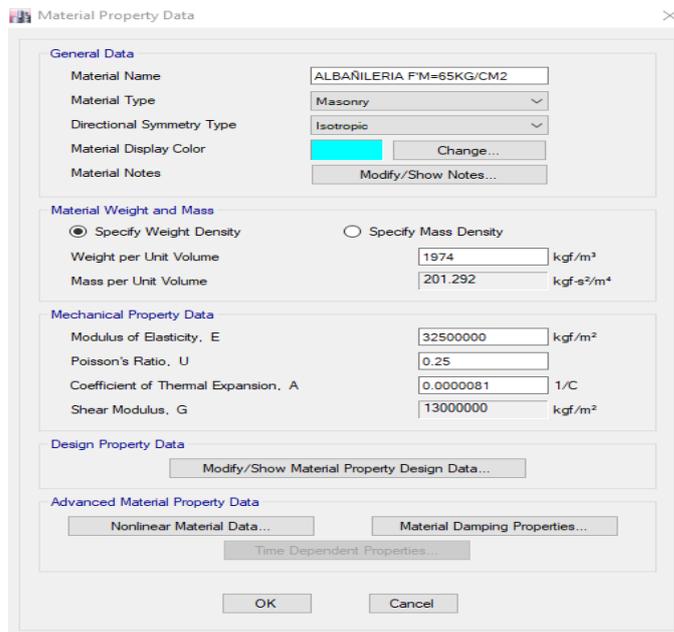
[Time Dependent Properties...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ considerando su peso volumétrico del concreto de 2.4 tn/m^3 y un modulo de elasticidad de 2509980.08 Á/m^2 con un módulo de poisson de 0.2.

Figura N° 82: Definir la albañilería $f'm=65\text{kg/cm}^2$

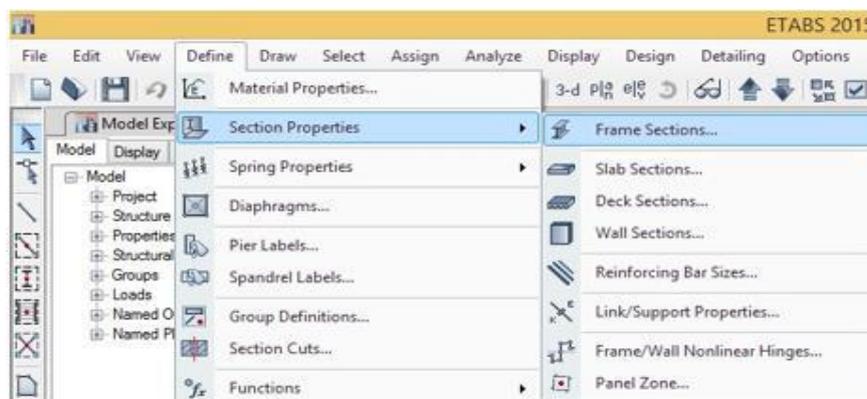


Fuente: Elaborado por los investigadores.

Descripción: Trabajaremos con una resistencia de los muros de mampostería de $f'm = 65 \text{ kg / cm}^2$, que corresponde a las propiedades del ladrillo tipo IV teniendo en cuenta un peso volumétrico del ladrillo de $1,8 \text{ tn / m}^3$ y un módulo de elasticidad de 32500000 Á / m^2 con un Módulo de Poisson de 0,25.

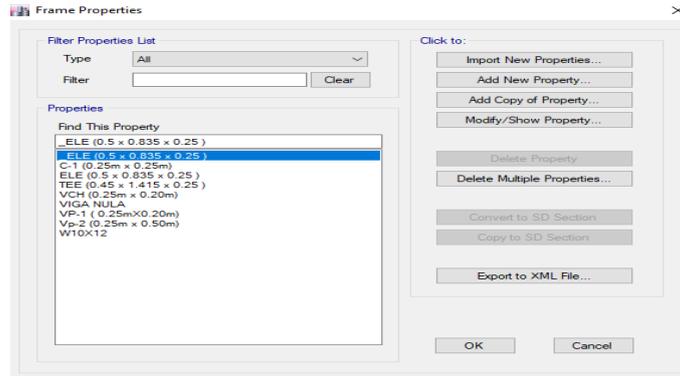
C. Definir secciones

Figura N° 83: Definición de los elementos estructurales.



Fuente: Elaborado por los investigadores.

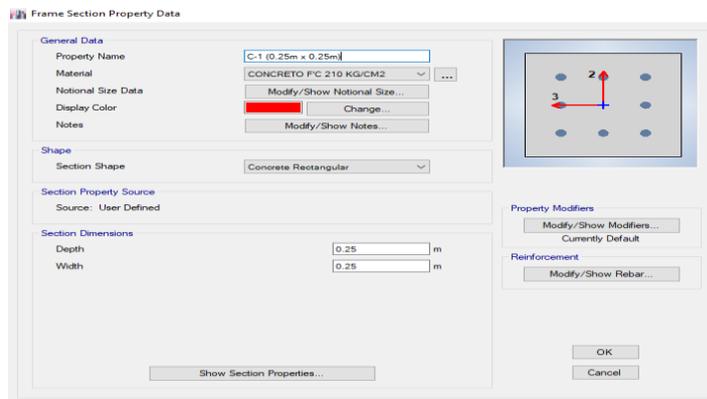
Figura N° 84: Agregar unas nuevas propiedades de los elementos estructurales



Fuente: Elaborado por los investigadores.

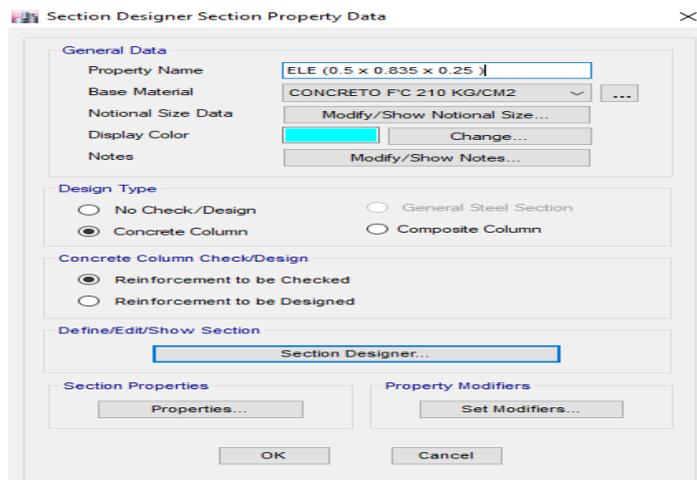
Descripción: Definir y agregar los atributos de los elementos estructurales. En la opción "Add New Propety" en el desarrollo actual, tenemos una columna cuadrada de 25 x 25 cm, una columna L de 50cmx83.5cmx25cm, una columna T de 45cmx141.5cmx25cm, con vigas de 25cmx20cm, en el primer piso Viga de 25 cm x 50 cm en el piso superior y una viga chata de 25 x 20 cm.

Figura N° 85: Elemento estructural de la columna de 25 x 25 cm



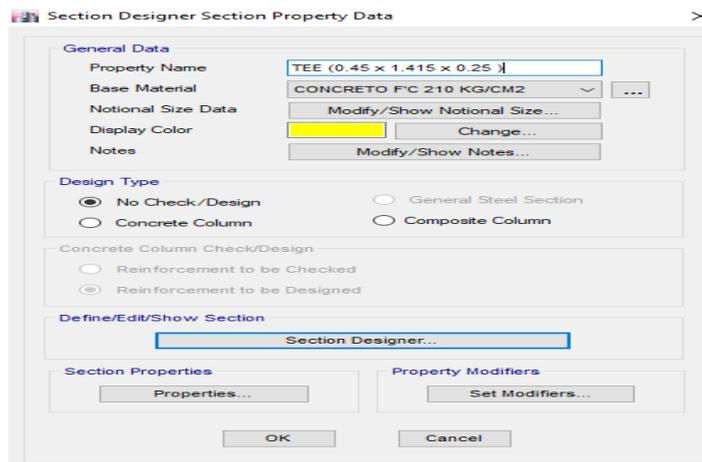
Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 86: Elemento estructural de la columna en L de 50cmx83.5cmx25cm



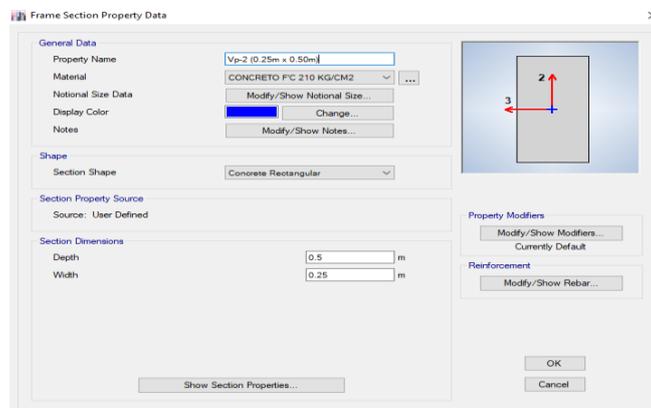
Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 87: Elemento estructural de la columna de T de 45cmx141.5cmx25cm



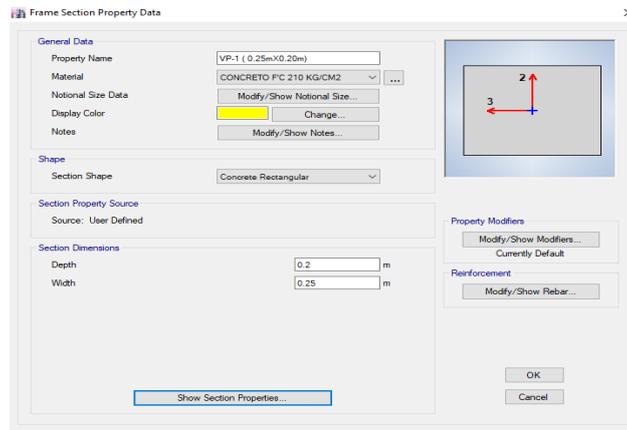
Fuente: Elaborado por los investigadores.

Figura N° 88: Elemento estructural de la viga de 25cmx50cm en el techo



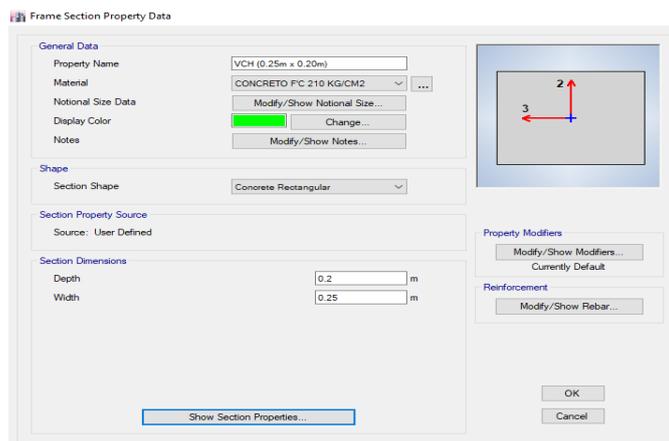
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 89: Elemento estructural de la viga de 25cmx50cm en el primer piso



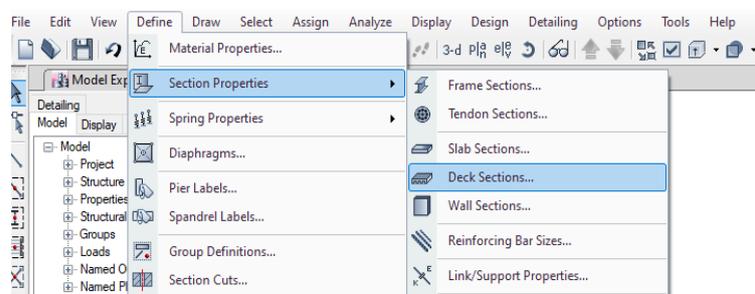
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 90: Elemento estructural de la viga chata de 25 x 20 cm.



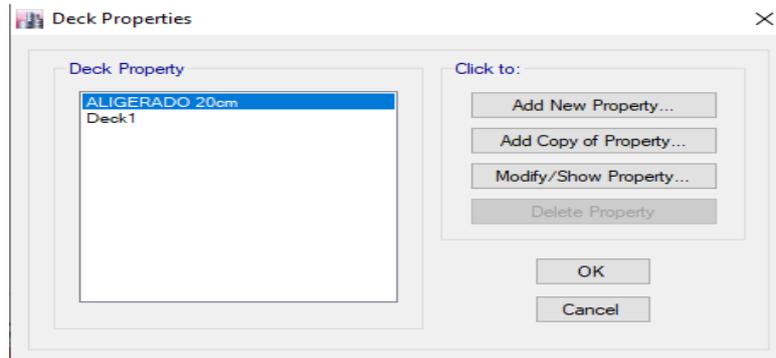
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 91: Definición de las losas de entrepiso.



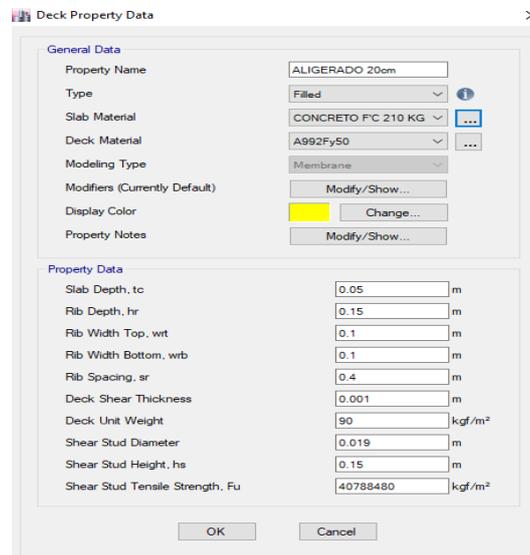
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 92: Modificación y/o creación de las propiedades de la sección por defecto.



Fuente: Elaboración Propia.

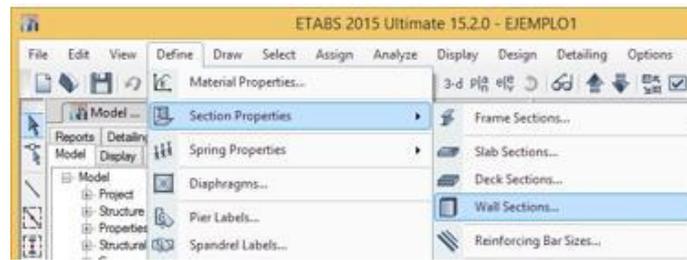
Figura N° 93: Elemento estructural de la aligerada de 20 cm.



Fuente: Elaboración Propia.

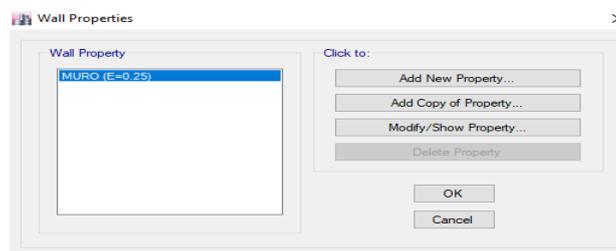
Descripción: Definir y Agregar atributos estructurales, en la opción “**Add New Propety**” contamos con una losa aligerada de 20 cm de altura. Tenga en cuenta que la dirección del techado del aligerado está en dirección del eje local 1 el cual está en paralelo al eje global x.

Figura N° 94: Definición de muro de albañilería



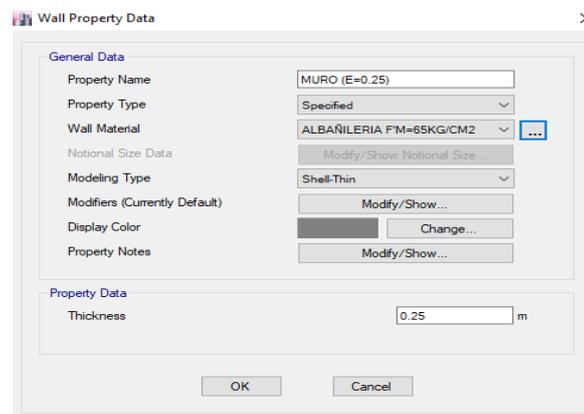
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 95: Modificación y/o creación de las propiedades de la sección por defecto



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 96: Muro de albañilería de 25 cm de espesor.

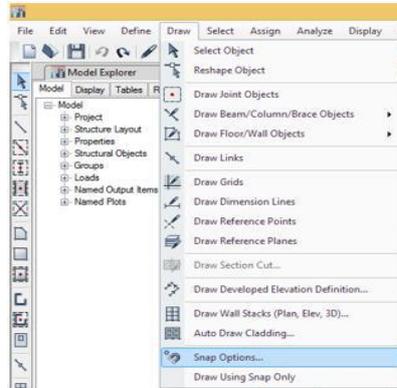


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Definir y Agregar las propiedades de los elementos estructurales, en el presente desarrollo en la opción “**Add New Property**” contamos con un muro de albañilería de 15cm de espesor.

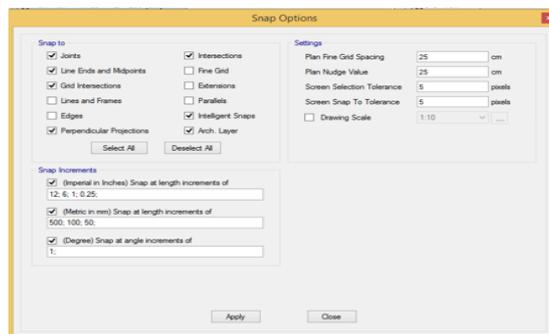
1.2. Dibujar la estructura

Figura N° 97: Configuración de opciones de dibujo.



Fuente: Elaboración Propia.

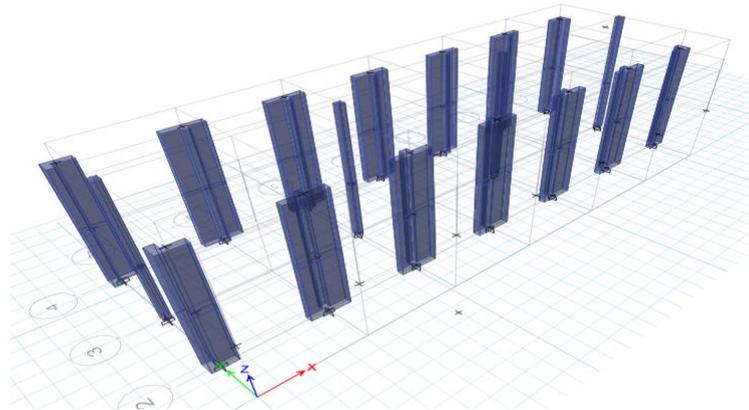
Figura N° 98: Selección de opciones para mejora al dibujar la estructural



Fuente: Elaboración Propia

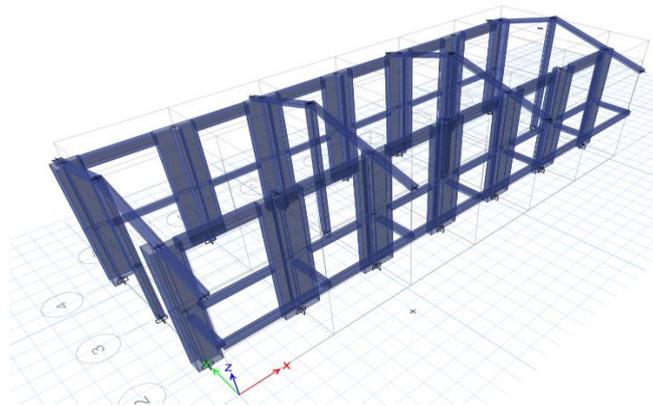
Descripción: Se selecciona la opción **“Select All”** para tener una mejora al dibujar la estructural.

Figura N° 99: dibujo de columnas en vista en planta y vista 3d.



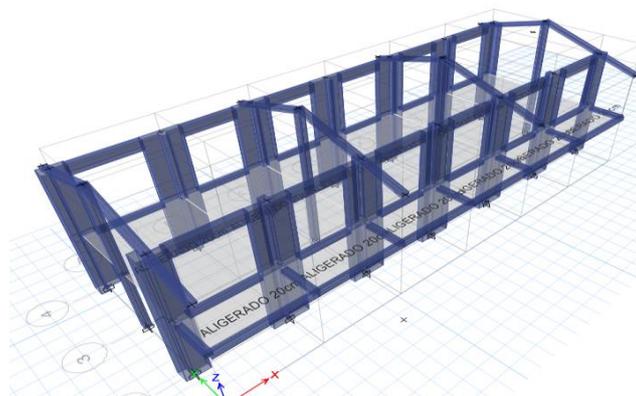
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 100: Dibujo de vigas en vista en planta y vista 3d



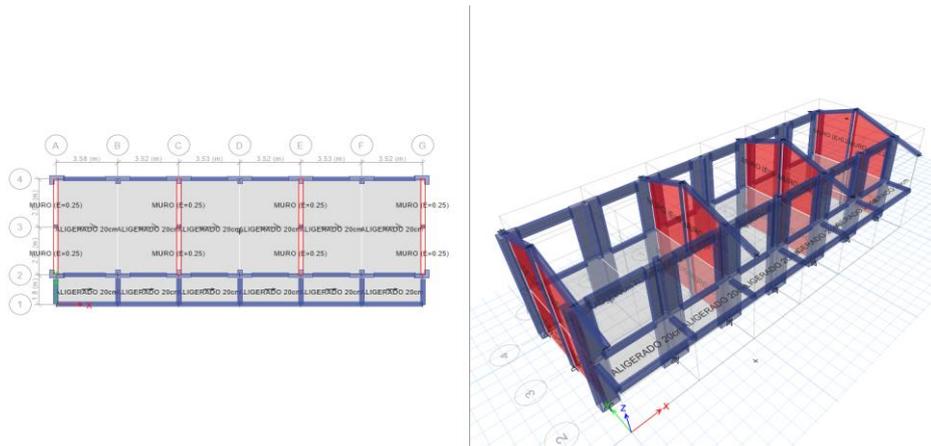
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 101: Dibujo de Losa aligerada en planta y vista 3d.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 102: Dibujo de Muros de Albañilería en planta y vista 3d.

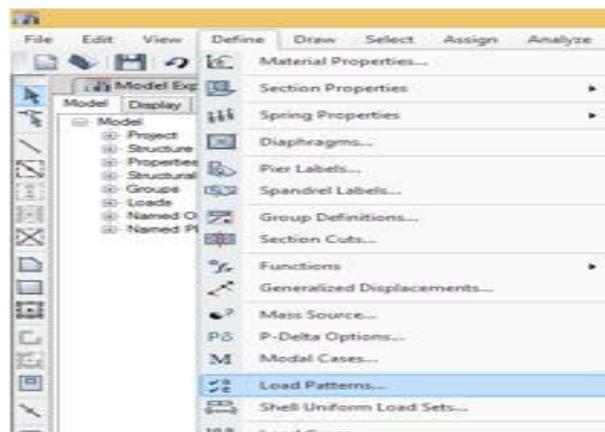


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se tuvo en cuenta que en la dirección X contamos con un sistema estructural aporticado y en la dirección Y contamos con un sistema estructural de albañilería confinada.

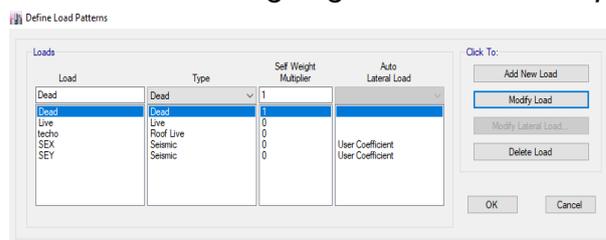
1.3. Definir patrones de carga del Análisis Lineal Regular.

Figura N° 103: Definición de patrones de carga para el análisis lineal estático.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 104: Definimos las cargas gravitacionales de peso muerto, peso vivo



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Definimos las cargas gravitacionales de peso muerto que abarca el peso propio de todos los elementos estructurales, el peso vivo que es la sobrecarga que se aplica según su área de ambiente, la carga de tabiquería perimetral que no es contabilizada muro portante, peso propio que abarca el peso de enlucido y contrapiso y las cargas de sismo tanto en la dirección X y en la dirección Y tanto en positivo y en negativo que servirá para en análisis estático lineal.

Figura N° 105: Definición de carga de sismo en la dirección X.

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. It is divided into three main sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.
 - In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'X Dir + Eccentricity' checkbox is checked, while others are unchecked. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05.
 - In the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.164063 and 'Building Height Exp., K' is 1.
 - In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story2' and 'Bottom Story' is 'Base'.
 Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Precisamos las cargas de sismo en la dirección X, teniendo en cuenta que la fuerza cortante en la base es de $ZUCS/R$, según sus factores de zona, categoría de la edificación y tipo de suelo. Consideramos para $Z=0.35$, $U=1.5$, $C=2.5$, $S=1.0$ y $R=8$ que significa un sistema aperticado. Sabiendo ello reemplazamos datos y podemos obtener el valor de 0.164 que es el coeficiente que multiplicado por el peso de la edificación da igual a la fuerza cortante aplicado a la edificación en la dirección X que sirve para el **análisis lineal estático**.

Figura N° 106: Definición de carga de sismo en la dirección Y.

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box for direction Y. It is divided into three main sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.
 - In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'Y Dir + Eccentricity' checkbox is checked, while others are unchecked. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05.
 - In the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.21875 and 'Building Height Exp., K' is 1.
 - In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'Story2' and 'Bottom Story' is 'Base'.
 Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Considerando que la fuerza cortante en la base es $ZUCS / R$, definimos la carga sísmica en la dirección Y de acuerdo a sus factores regionales (zonas), el tipo de edificación y el tipo de suelo. Para $Z = 0.35$, $U = 1.5$, $C = 2.5$, $S = 1.0$ y $R = 6$, creemos que esto significa un sistema de mampostería confinada. Sabiendo esto, reemplazamos los datos para obtener el valor 0.21875. Este valor multiplicado por el peso del edificio es igual a la fuerza de corte aplicada al edificio en la dirección Y. Este valor se usa para el **análisis estático lineal**.

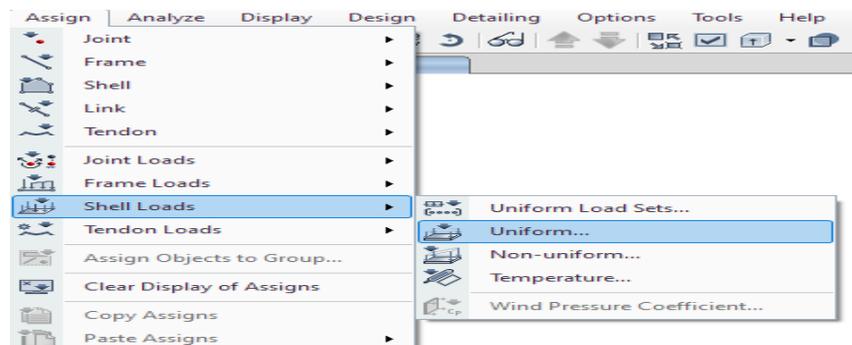
1.4. Asignar Cargas

Tabla 53: Cargas aplicadas en la edificación del pabellón A.

1 PISO	CM	ACABADOS	100 kg/m ²
		TABIQUERÍA VOLADO	198
		TABIQUERÍA MUROS	513
	CV	AULAS	250 kg/m ²
		PASADIZO	400 kg/m ²
2 PISO	CM	ACABADOS	100 kg/m ²
		TABIQUERÍA TECHO	
		EJE A	35.03 kg/m ²
		EJE C	72.39 kg/m ²
		EJE E	72.15 kg/m ²
		EJE G	34.80 kg/m ²
	CV	TECHO	100 kg/m ²

Descripción: La definición de cargas se puede guiar por las normas "E020 CARGAS", así como en la carga viva y tabiquería y lo que es en carga propia se ha considerado una carga de acabado promedio de 100 kg / m².

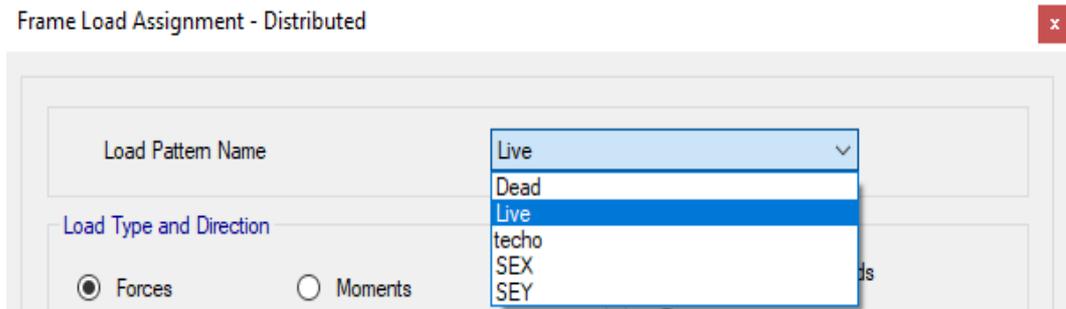
Figura N° 107: Asignación de cargas en la losa aligerada.



Fuente: Elaboración Propia.

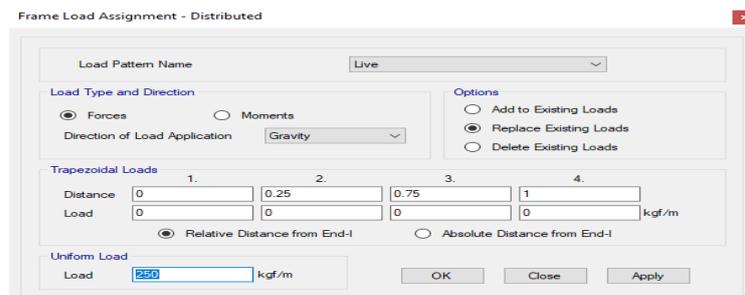
Descripción: Para aplicar las cargas, seleccione las losas, vaya al menú **Assing / Shell Loads** y asigne la carga apropiada de peso muerto, peso de tabiquería y peso vivo.

Figura N° 108: Asignación de carga correspondiente según el tipo de carga.



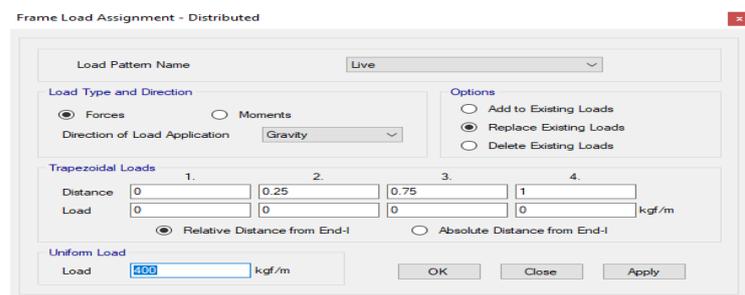
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 109: Asignación de cargas vivas en el aula del módulo A.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 110: Asignación de cargas vivas en el pasadizo del módulo A.

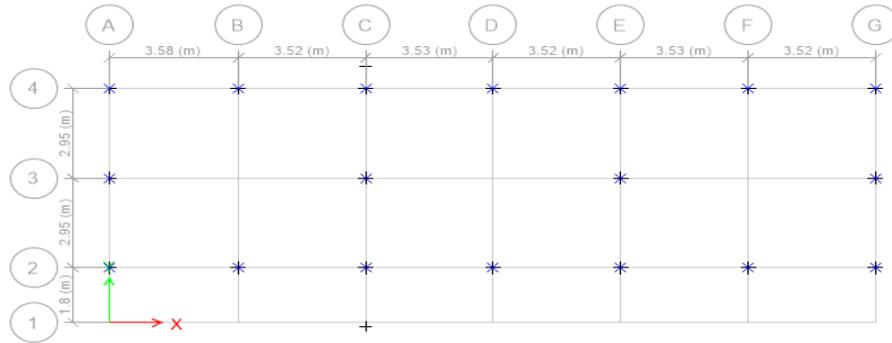


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: La asignación se aplica a la losa aligerada, teniendo en cuenta que cada zona tiene una carga correspondiente según la norma E020 "Cargas" según su ocupación.

1.5. Condiciones de contorno

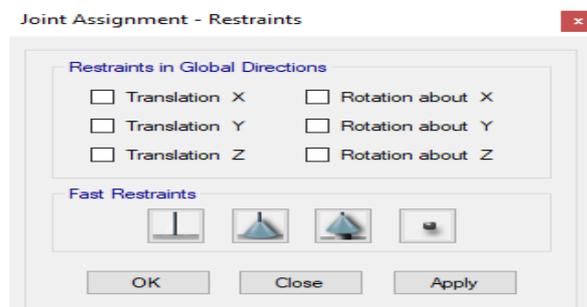
Figura N° 111: Asignación de restricciones de movimiento en la base.



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Las restricciones de movimiento se asignan a la base mediante un perfecto empotramiento de las columnas y un soporte de bisagra para las placas de cortante o muros. Para realizar este paso, primero debe seleccionar los puntos base y luego ir a **Menú/ Joints/ Restraints**.

Figura N° 112: Asignación de Restricciones en columnas.

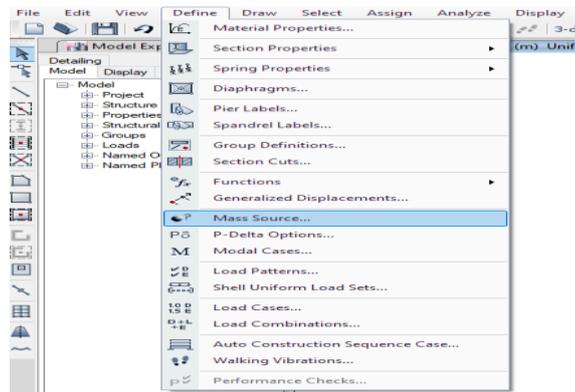


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Seleccione todas las restricciones de traslación y rotación en las direcciones X, Y y Z.

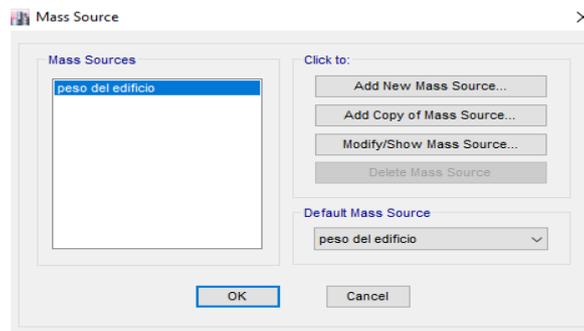
1.6. Pesos sísmicos

Figura N° 113: Peso sísmico según categoría de la edificación.



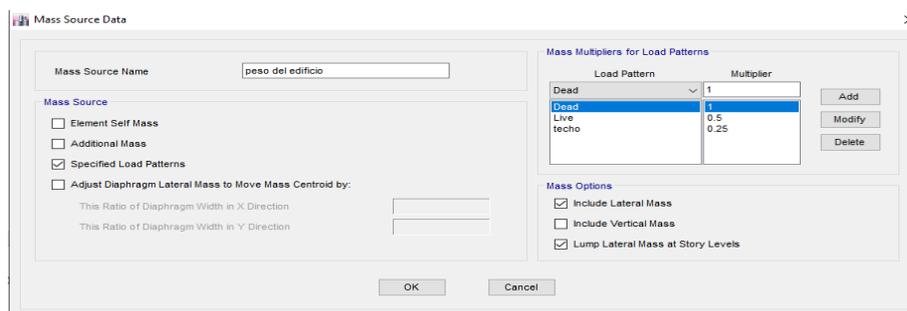
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 114: Modificar y/o agregar el peso sísmico.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 115: Asignación de cargas de peso sísmico



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se especifica el cálculo de la calidad del análisis sísmico, para lo cual se determina el 100% de la carga muerta y el 50% de la carga viva, por lo

que se considera que el 50% de la carga viva se atribuye a la categoría A (hospital, escuela, puesto, etc.).

1.7. Definir espectro sísmico de respuesta del Análisis Lineal Regular.

Tabla 54: Parámetros de diseño sismoresistente de la edificación con la norma E030

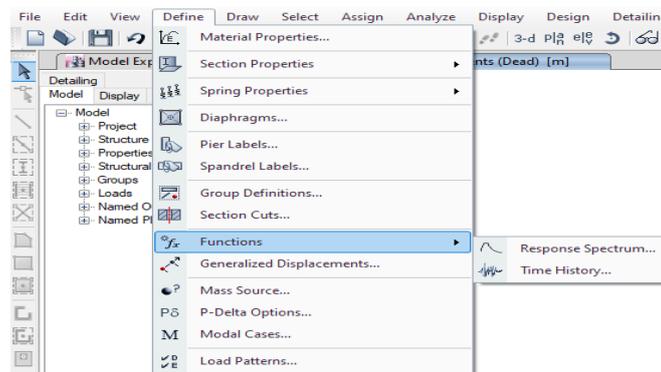
Descripción	Símbolo	Valor	Unidad	Observación
Factor de Zona	Z	0.35		La Libertad
Facto de uso	U	1.50		Categoría "A" / Colegio
Factor de suelo	S	1.00		Suelo Intermedio
Factor de amplificación sísmica	C	2.50		Se considera que el periodo es menor a 0.5
Coeficiente básico de reducción en la dirección "X"	Ro X	8.00		Sistema Aporticado en la dirección "X"
Coeficiente básico de reducción en la dirección "Y"	Ro Y	3.00		Sistema Aporticado en la dirección "Y"
Factor de Irregularidad en altura	la	1.00		No presenta irregularidades
Factor de Irregularidad en planta	lp	1.00		No presenta irregularidades
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas "X"	Ro X	8.00		$R=R_0*la*lp$, Sistema Aporticado
Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas "Y"	Ro Y	3.00		$R=R_0*la*lp$, Sistema de albañilería confinada
Gravedad	g	9.81	m/seg ²	
Periodo que define el inicio de la zona de espectro con desplazamiento constante	TL	1.00	seg	
Periodo que defina la plataforma del espectro	TP	0.40	seg	
Coeficiente para estimar el periodo predominante de un edificio.	CT	35.00		Ambas direcciones
Altura total visible de la edificación.	HN	7.56	m/seg ²	Altura de la edificación
Periodo fundamental de la estructura para el análisis estático y dinámico.	T	0.17	seg	

Factor de escala en la dirección X.	F.E.(x)	0.16	Factor constante de la curva de espectro $F.E=ZUCS/R*g$
Factor de escala en la dirección Y.	F.E.(y)	0.44	Factor constante de la curva de espectro $F.E=ZUCS/R*g$

Fuente: Elaboración Propia.

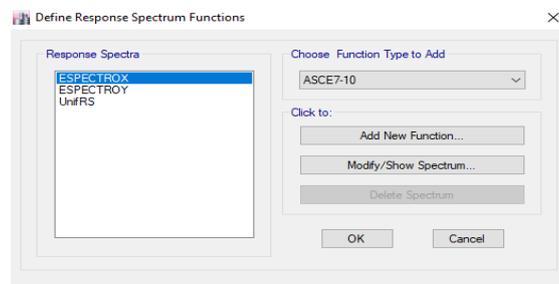
Descripción: Se define los parámetros de respuesta para el análisis sísmico dinámico, de acuerdo a la norma E030 del RNE.

Figura N° 116: Asignación de espectro de respuesta al programa Etabs 2015.



Fuente: Elaboración Propia.

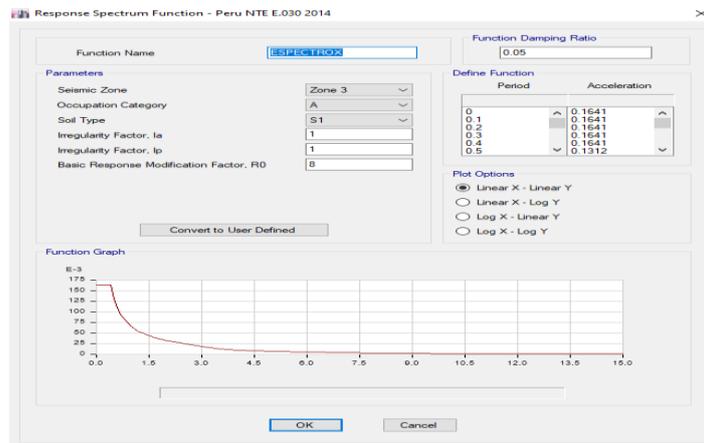
Figura N° 117: Creación de espectro de respuesta para el sistema aporticado.



Fuente: Elaboración Propia.

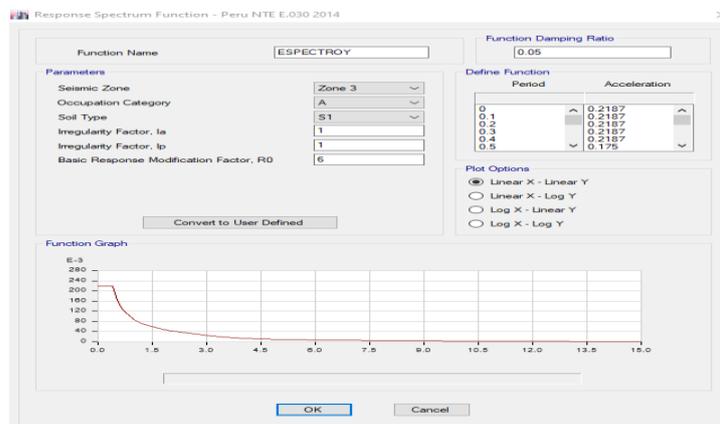
Descripción: Se ha creado espectro de respuesta en ambas direcciones teniendo en cuenta que ambas direcciones son de diferentes sistemas estructurales, contamos con un sistema aporticado en la dirección X y con un sistema de albañilería en la dirección Y.

Figura N° 118: Espectro de Respuesta de la dirección X.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 119: Espectro de Respuesta de la dirección Y.

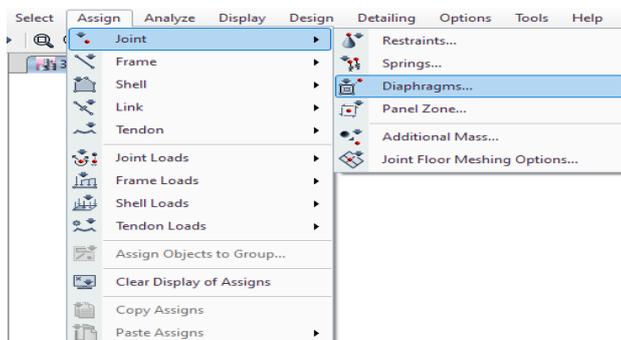


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: La creación de espectro de respuesta debe concluirse dando clic en la opción “convert to user defined”.

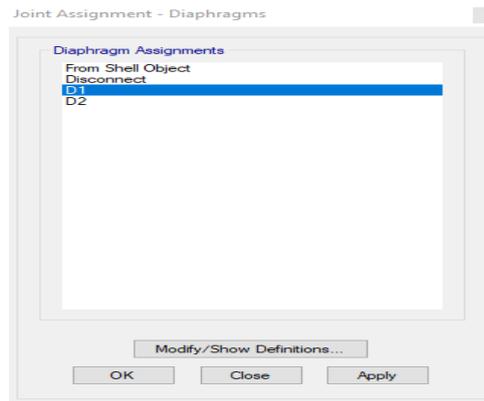
1.8. Definir y asignar los diafragmas rígidos

Figura N° 120: Definición y asignación de diafragmas rígidos



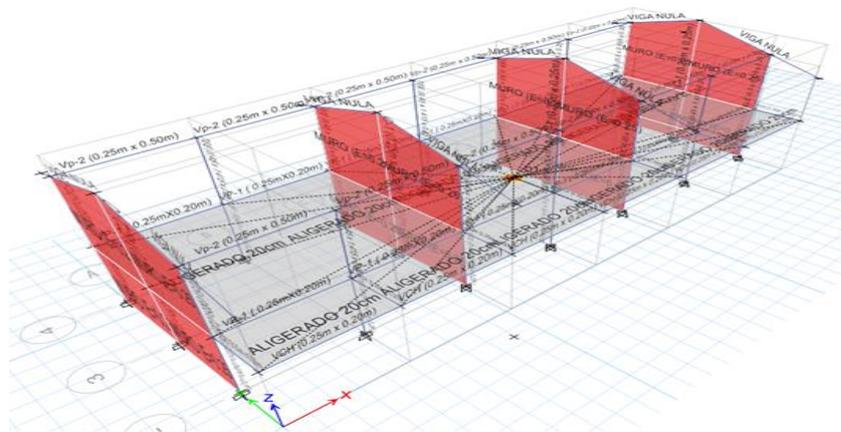
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 121: Creación de diafragmas rígidos por cada piso.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 122: Asignación de diafragmas rígidos a todos los niveles de los pisos

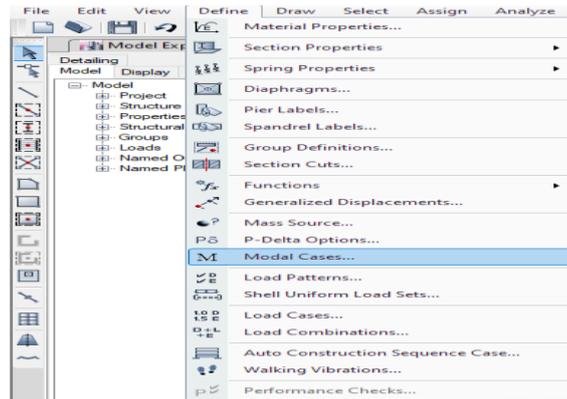


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se crea un diafragma rígido por cada piso, el diafragma rígido hace que todos los elementos estructurales del mismo nivel trabajen como un solo cuerpo.

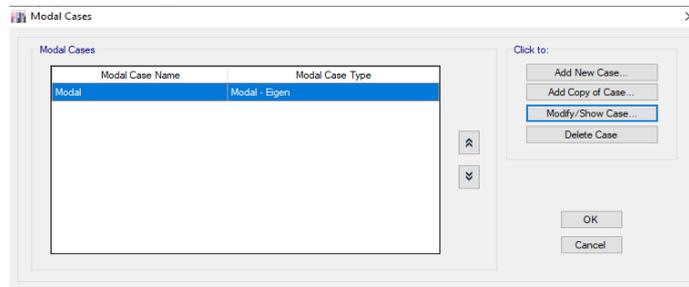
1.9. Definir caso de carga

Figura N° 123: Definición de caso modal.



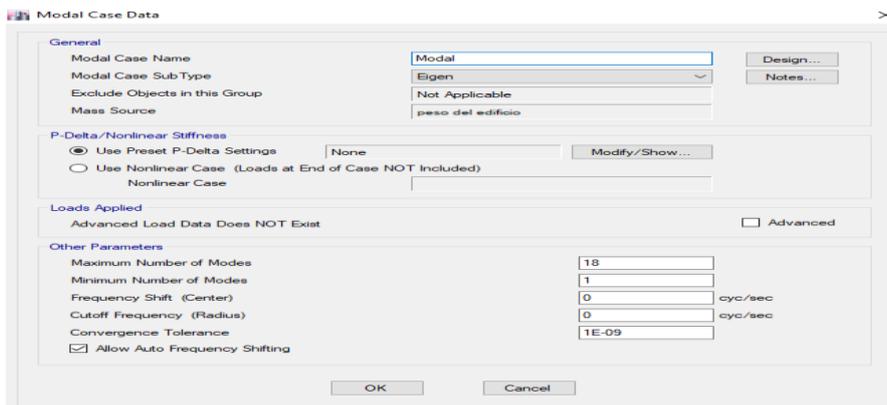
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 124: Modificar el caso modal por defecto



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 125: Asignación de números de casos modales.

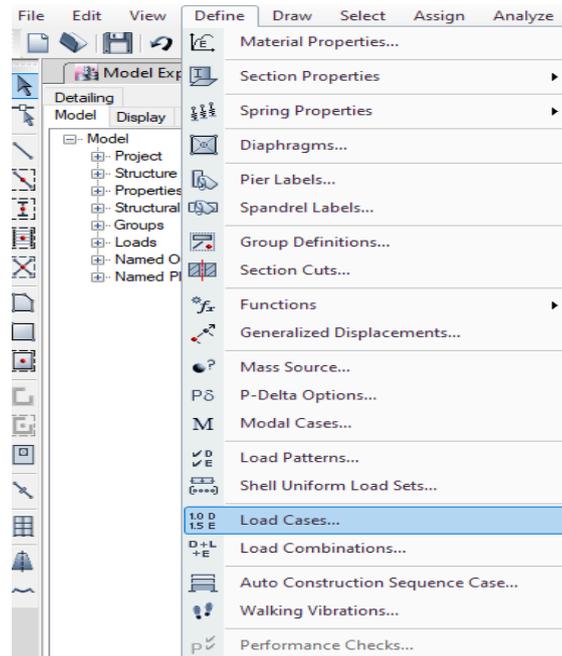


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se modifica el caso modal por defecto, con un mínimo de 3 modos de casos modales por piso, en este desarrollo de ejemplo tenemos 3 pisos por 3 casos modales por piso es un equivalente a 9 casos modales.

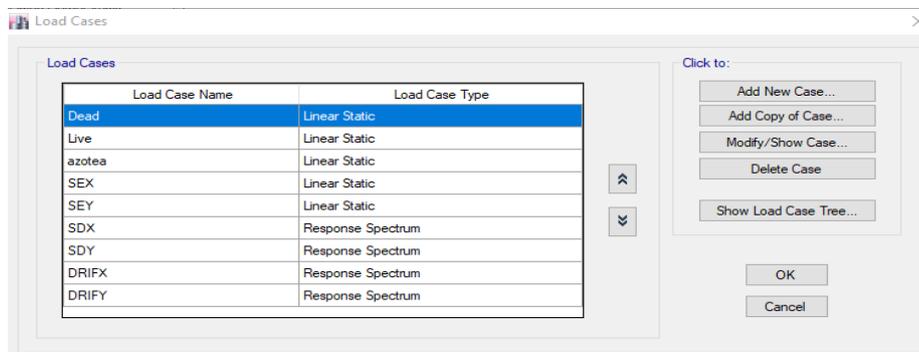
1.10. Casos de Carga

Figura N° 126: Definición de casos de carga para el análisis sísmico dinámico.



Fuente: Elaboración Propia.

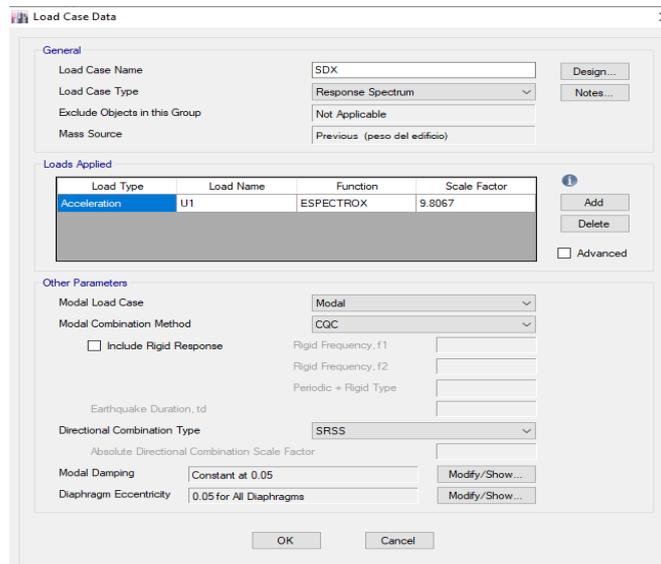
Figura N° 127: Modificar y/o Agregar casos de carga para el análisis sísmico dinámico



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Agregar el caso de carga sísmica en la dirección X y en la dirección Y, estimando una excentricidad del centro de gravedad del diafragma rígido del 5% según lo indicado en el RNE, norma E030 "Diseño Sismoresistente".

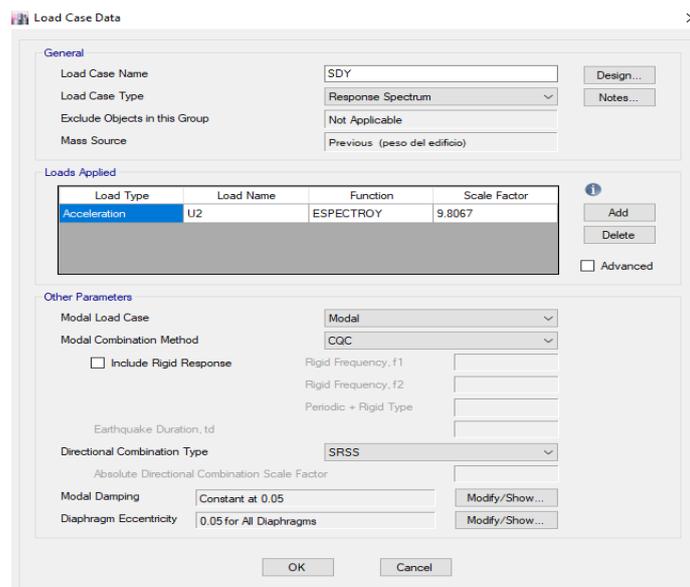
Figura N° 128: Casos de carga en la dirección X para el análisis sísmico dinámico.



Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se agrega el caso de carga en la dirección “X, teniendo en cuenta que la dirección “X” en Etabs se considera como “U1” y el factor escala es valor de la gravedad específica de 9.81 y la excentricidad del centro de masas del diafragma rígido del 5% según lo indicado en el reglamento nacional de edificaciones, norma E030 “Diseño Sismoresistente”.

Figura N° 129: Casos de carga en la dirección Y para el análisis sísmico dinámico

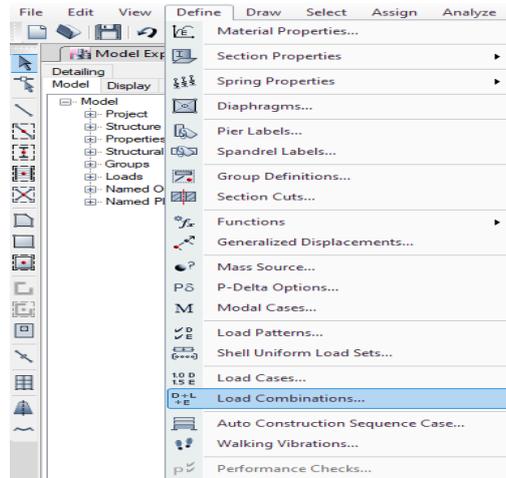


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se agrega el caso de carga en la dirección “X”, teniendo en cuenta que la dirección “X” en Etabs se considera como “U1” y el factor escala es valor de la gravedad específica de 9.81 y la excentricidad del centro de gravedad del diafragma rígido del 5% de acuerdo con lo señalado en el RNE, norma E030 “Diseño Sismoresistente”.

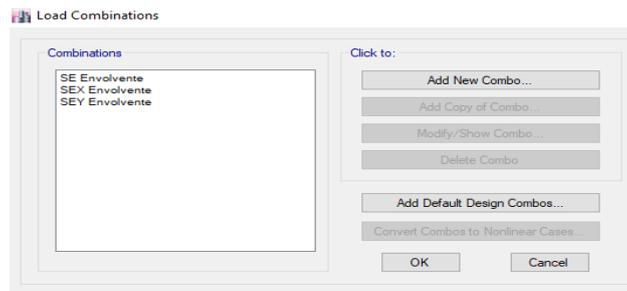
1.11. Combinación de Fuerzas Sísmicas del Análisis Lineal Regular.

Figura N° 130: Definición de combinación de cargas para el análisis sísmico



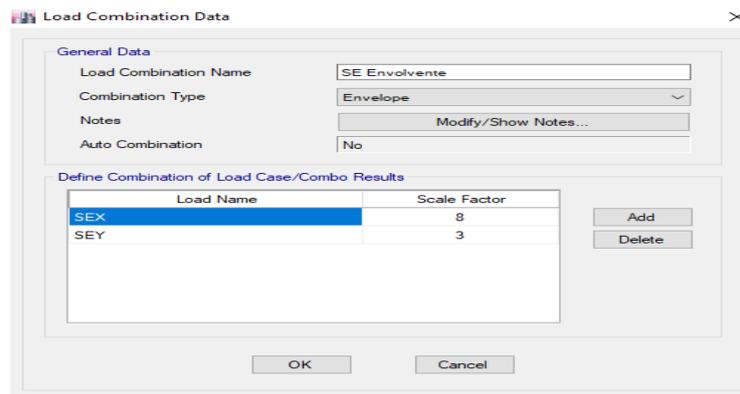
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 131: Modificar y/o Agregar combinaciones de cargas sísmicas.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 132: Combinación de carga de análisis sísmico en la dirección X.

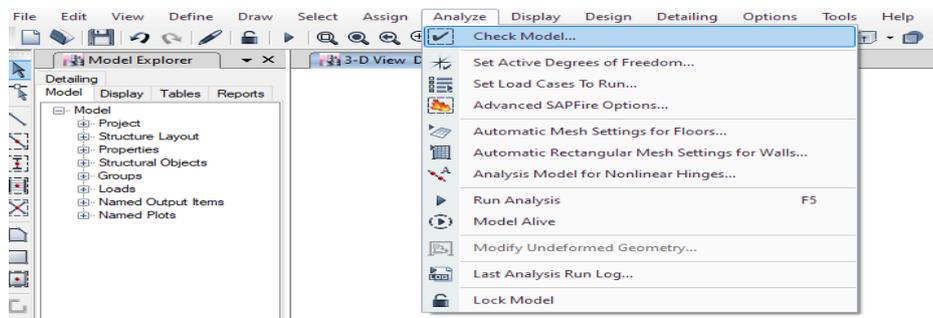


Fuente: Elaboración Propia.

Descripción: Se agrega la combinación de carga en la dirección “X” y en la dirección “Y” para el análisis sísmico estático y dinámico multiplicado por su factor de reducción según sea su sistema estructural, teniendo en cuenta que en la dirección “X” es un sistema aporticado y en la dirección “Y” es un sistema de albañilería confinada ambas sin ser verificadas sus Irregularidades.

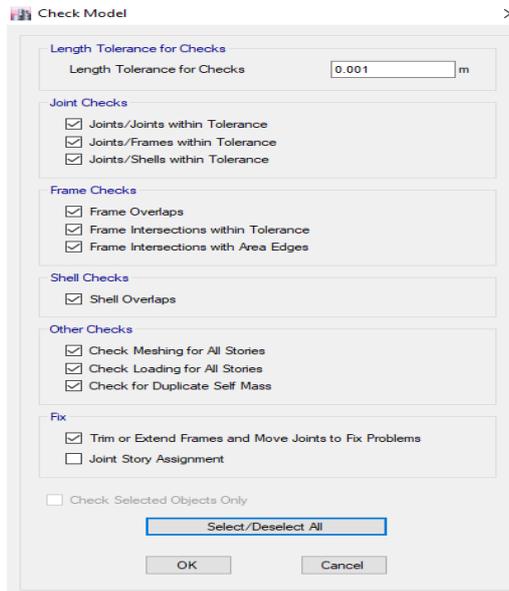
1.12. Análisis Lineal Regular Estático y Dinámico.

Figura N° 133: Verificación del modelo estructural



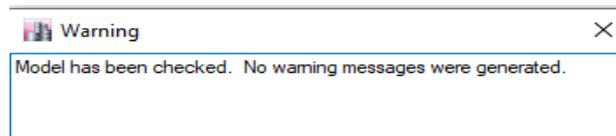
Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 134: Selección de todos los chequeos del modelo estructural



Fuente: Elaboración Propia.

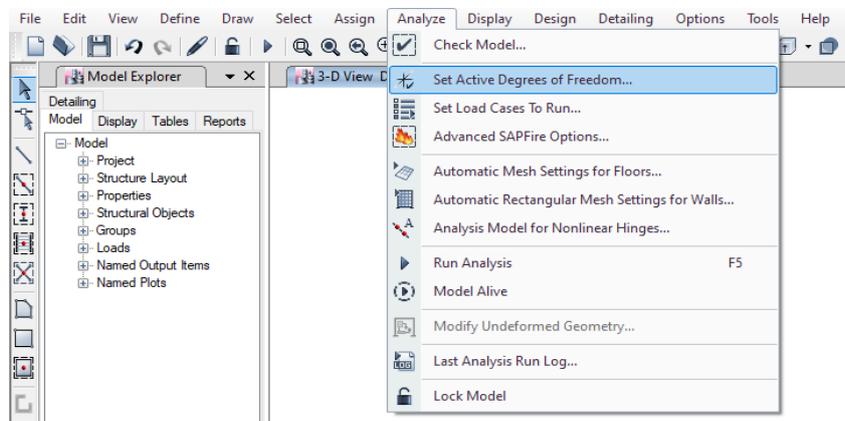
Figura N° 135: Modelo verificado de fallas en el modelo estructural



Fuente: Elaboración Propia.

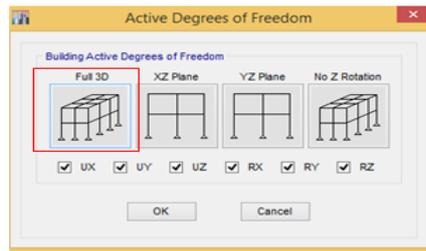
Descripción: Si se encuentra un error cualquiera en el modelo estructural, se verifica y se arregla, en caso contrario no tenga una falla en el modelo estructural aparecerá un mensaje de no error.

Figura N° 136: Estableciendo grados de libertad de la estructura



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 137: Activación de grados de libertad en modelo "Full 3D"

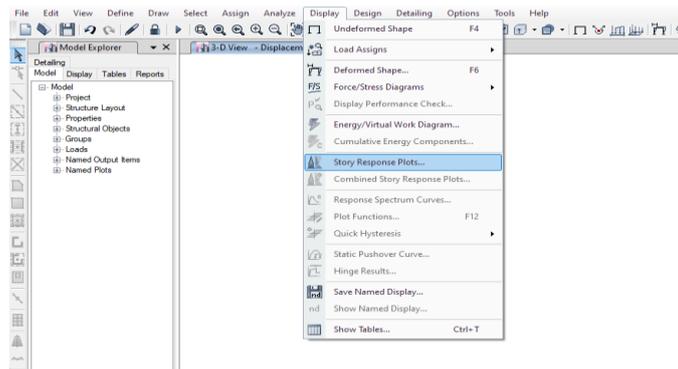


Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Según el modelo estructural y según su plano ya sea en 2D o en 3D se selecciona para que tenga en cuenta sus desplazamientos y sus rotaciones de la estructura.

1.13. Desplazamientos y Derivas del Análisis Lineal Regular.

Figura N° 138: Muestra de gráficos de respuesta del análisis estructural.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 139: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico de la estructura por pisos del pabellón A.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: La visualización del Gráfico de distorsiones muestra que una línea roja y una línea azul, visualizando ello tenemos en cuenta que la línea roja el cual es en la dirección Y el cual cuenta con un sistema de muros portante y dicho Gráfico muestra distorsiones bajas ya sea por la densidad de muros en dicha dirección y visualizando la línea azul el cual es la dirección X cuenta con sistema de aporcado el cual no cuenta con una rigidez razonable, sin embargo, se necesitaría un reforzamiento estructural en dicha dirección para que cumpla según la norma E030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones.

Tabla 55: Desplazamientos del pabellón “A” del sismo estático en X de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.007907	0.00073
1	3.2	0.003068	0.00035

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56: Derivas o Distorsiones del Pabellón A del sismo estático X de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.001088	7.50E-05
1	3.2	0.000942	0.000109

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57: Desplazamientos del Pabellón A del sismo estático en Y de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000432	0.018981
1	3.2	0.000193	0.009006

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Tenemos que tener en cuenta que los desplazamientos y las distorsiones son a base del análisis estructural los cuales deben cumplir con el reglamento nacional de edificaciones.

1.14. Verificación de Irregularidades estructurales.

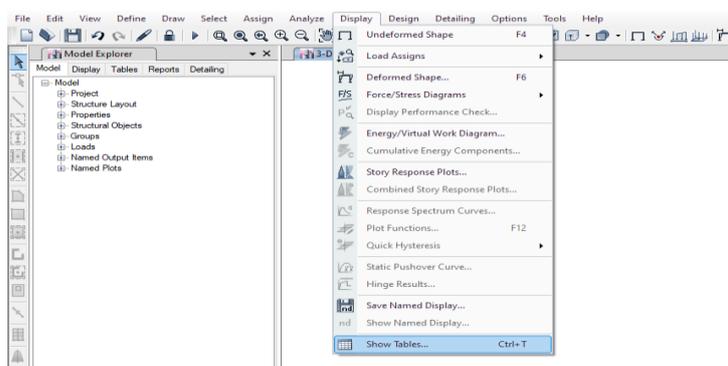
Se tomará en cuenta las irregularidades en altura como en planta según lo reglamentado en la norma E030 “diseño sismo resistente” en el RNE

3.16.1. Irregularidad estructural en Elevación

3.16.1.1. Verificación de Irregularidad de rigidez – piso blando.

Existe anomalía de rigidez dado, que en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso es mayor que 1,4 veces respectivamente el valor en el piso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

Figura N° 140: Tablas de resultados del análisis estructural.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58: Tabla de distorsiones del sismo estático X del módulo A

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.001088	7.50E-05
1	3.2	0.000942	0.000109

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59: Tabla de distorsiones del sismo estático Y del Pabellón A

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000002	0.001982
1	3.2	0.000039	0.002814

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60: Tabla de comprobación de irregularidad en altura.

E030 - 2016	
X	Y
0.001088	0.001982
0.000942	0.002814

Fuente: Elaboración Propia

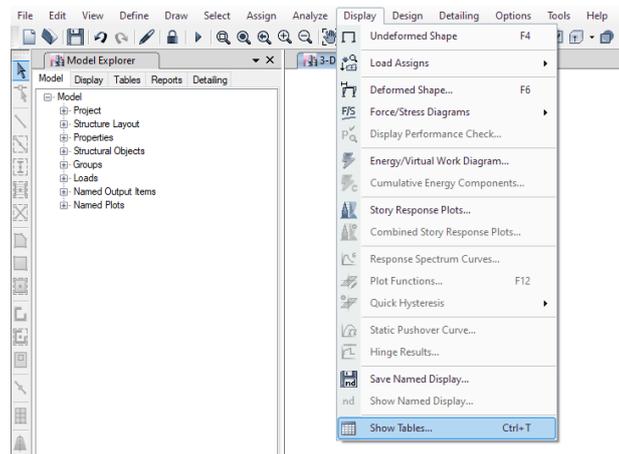
Descripción: Se puede observar en la Tabla N°46 que ningún piso sobrepasa el valor de 1.4 como lo manda la norma E030 “diseño sismoresistente” del RNE por lo que no cuenta con irregularidad en altura.

3.16.2. Irregularidad estructural en Planta

3.16.2.1. Verificación de Irregularidad de rigidez.

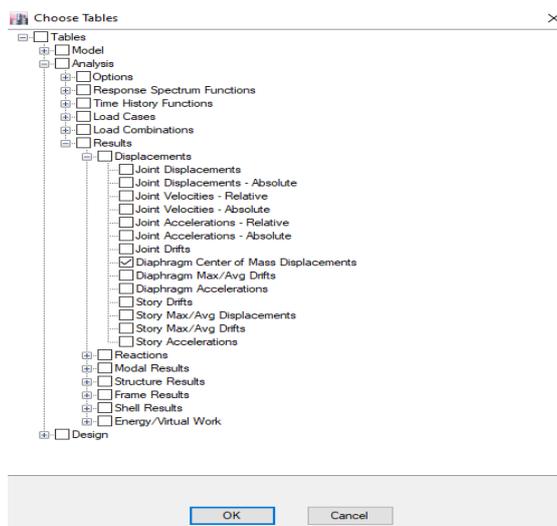
Existe una anomalía de torsión si, en una de las direcciones de análisis, el desplazamiento relativo máximo del entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental, es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de gravedad del mismo entrepiso para la misma condición de carga.

Figura N° 141: Tablas de resultados del análisis estructural.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 142: Elección de datos de desplazamientos referentes del centro de masas.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Primero se toma los desplazamientos absolutos del centro de masas de la estructura para luego obtener los desplazamientos relativos del centro de masas correspondientes; para considerar los desplazamientos relativos se obtuvo los desplazamientos absolutos por defecto y luego dividirlos entre las alturas de entrepiso para poder obtener dichos valores que se verificarán con la norma E030 “Diseño Sismoresistente” del RNE dando así como resultado que no cuenta con una irregularidad en planta por lo que el que su factor de irregularidad en planta sigue siendo el valor de 1.

Tabla 61: Tabla de desplazamiento de centro de masas en el sentido X del Pabellón A.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0	0
1	3.2	0.002932	-0.000002

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Tabla de desplazamiento de centro de masas en el sentido Y del Pabellón A.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0	0
1	3.2	0.000019	0.008556

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Se puede apreciar en la Tabla N°69 que ningún piso sobrepasa el valor de 1.2 como lo manda la norma E030 “diseño sismoresistente” del RNE por lo que no cuenta con irregularidad en planta.

Entonces el Factor de Reducción queda expresada en las siguientes tablas.

Tabla 63: Factor de reducción del sistema aporticado en “X”.

Sistema Aporticado "X"	
Ro	8
la	1
lp	1
R	8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64: Factor de reducción del sistema albañilería en “Y”.

Sistema Albañilería "Y"	
Ro	3
la	1
lp	1
R	3

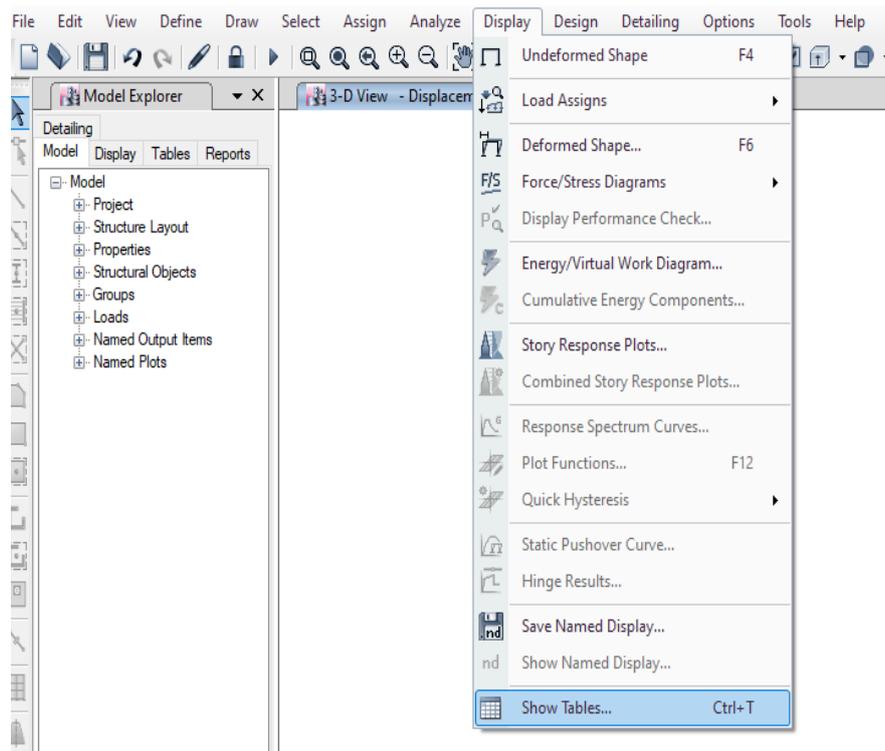
Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Como se puede observar en el cálculo de anomalías en altura como en planta, el pabellón A no cuenta con irregularidades por lo que el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas no es alterado y sigue siendo el valor del coeficiente base de reducción de fuerzas sísmicas.

1.15. Verificación de los grados de libertad.

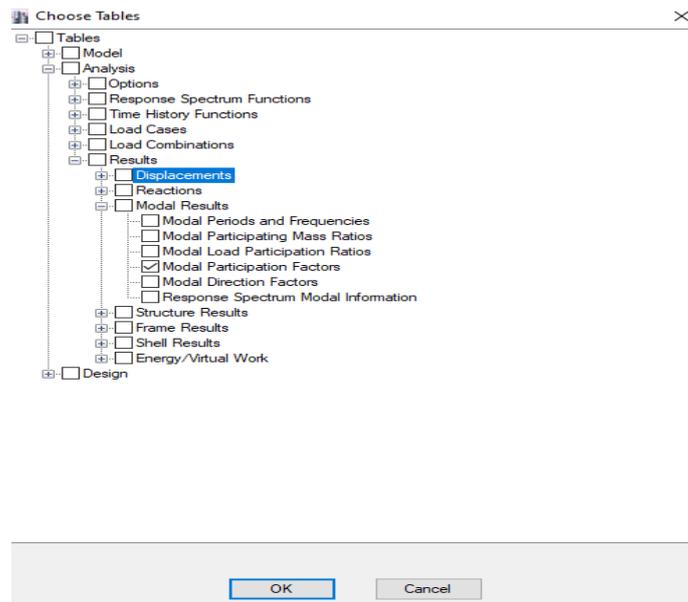
3.17.1. Periodo fundamental de vibración de la estructura para el análisis lineal dinámico post verificación de irregularidades.

Figura N° 143: Tablas de resultados del análisis.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 144: Selección de datos de periodo fundamental de vibración.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65: Tablas de periodos.

Modo	periodo	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
1	0.207	5.042E-07	0.9014	0	5.042E-07	0.9014
2	0.166	0.0208	3.31E-05	0	0.0208	0.9014
3	0.13	0.7776	0	0	0.7984	0.9014
4	0.083	0	0.0927	0	0.7984	0.9941
5	0.077	0.00001472	0.00001	0	0.7984	0.9941
6	0.071	0	0.0042	0	0.7984	0.9982
7	0.065	0.0001	0.00007187	0	0.7985	0.9983
8	0.058	0	0.0017	0	0.7985	1
9	0.053	0.0009	0.000001379	0	0.7994	1
10	0.037	0.2005	0	0	0.9999	1
11	0.029	0	0.000005998	0	0.9999	1
12	0.021	0.00001667	0	0	0.9999	1
13	0.018	0	0	0	0.9999	1
14	0.016	1.87E-06	0	0	0.9999	1
15	0.016	0.000005269	0	0	0.9999	1
16	0.015	0.00000995	0	0	0.9999	1

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Por cada piso tiene 3 formas de vibración, el cual se toma el máximo modo de vibración en cada dirección, para luego ser tomado para el análisis estructural como factor de amplificación sísmica.

Depende del modo de vibración sea mayor o menor de 0.5, se toma el valor de K el cual es un exponente del factor de amplificación sísmica, para mayores detalles se verificará en las tablas subsecuentes.

Tabla 66: Factor fundamental de vibración de ambas direcciones.

FACTOR VIBRACIÓN	
Tx	0.13 segundos
Ty	0.207 segundos

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Después de obtener el factor fundamental de vibración podemos calcular el valor de "K", sabiendo que "K" es el exponente del coeficiente de

amplificación sísmica. Para determinar el de valor de “K” nos guiamos de la norma E030 “diseño sismoresistente” del RNE.

a) Para T menor o igual a 0.5 segundos: $K = 1.0$

b) Para T mayor que 0.5 segundos: $K = (0.75+0.5*T)$

Con dichas condiciones llegamos al resultado del valor de K (Tabla N°49).

Tabla 67: Exponentes relacionados con el periodo elemental de vibración de la estructura.

EXPONENCIAL DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA	
Kx =	1
Ky =	1

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Obtenido dichos datos comenzamos a corregir los patrones de carga con la verificación de irregularidades, exponente de amplificación sísmica y el factor de vibración

1.16. Corrección de espectro sísmico de respuesta con la verificación de irregularidades.

Tabla 68: Tabla de verificación de porcentaje mínimo de cortante.

Cortante basal Estático	80% del Cortante basal Estático	Cortante basal Dinámico	Diferencia de cortantes
48143.45	38514.76	38853.49	338.73kg
1283382.55	102706.04	116472.75	13766.71 kg

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: La norma E030 “Diseño Sismoresistente” del RNE habla que, para una de los sentidos considerados en el análisis, la fuerza cortante en el primer entresqueño del inmueble no podrá ser menor que el 80% de valor estimado según el análisis o fuerzas estático semejantes para estructuras regulares ni menor que el **90%** para estructuras irregulares.

Por lo que se procedió a verificar el valor de diferencia que hay entre la cortante basal del análisis lineal estático con la cortante del análisis lineal dinámico.

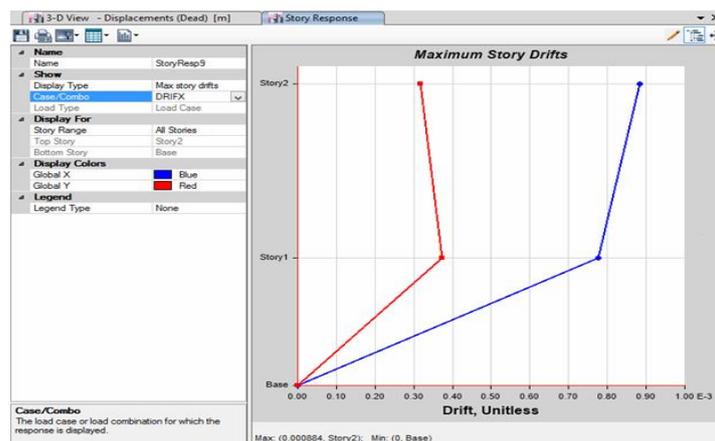
1.17. Análisis Lineal Final Estático y Dinámico.

Se procede al análisis estructural como lo muestra desde la figura N° 89 hasta la figura N°93. Tener en cuenta que ya contamos un análisis lineal estático y dinámico regular y este análisis estructural será un análisis lineal estático y dinámico ya siendo verificado todos los parámetros anteriormente mencionados.

1.18. Desplazamientos y Derivas del Análisis Lineal.

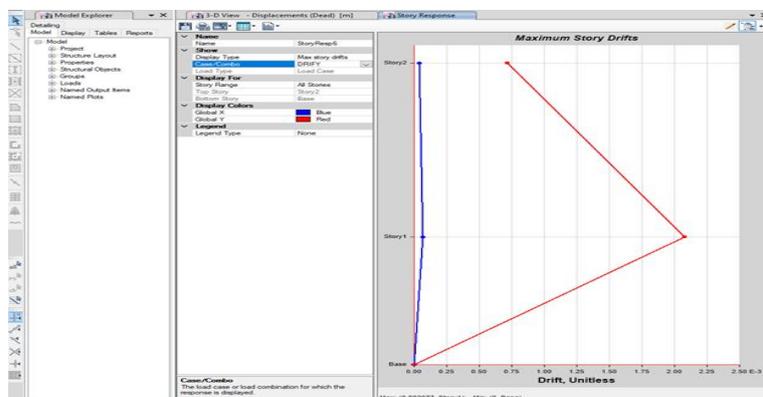
Se procede a elaborar los pasos para el análisis estructural como lo muestra la

Figura N° 145: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico dinámico en X analizando las anomalías de la estructura por niveles del pabellón A.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 146: Gráfico de distorsiones del análisis sísmico dinámico en Y analizando las anomalías de la estructura por niveles del pabellón A.



Fuente: Elaboración Propia

Descripción: La visualización del Gráfico de distorsiones muestra que una línea roja y una línea azul, visualizando ello tenemos en cuenta que la línea roja el cual es en la dirección Y el cual cuenta con un sistema de muros portante y dicho Gráfico muestra distorsiones bajas ya sea por la densidad de muros en dicha dirección y visualizando la línea azul el cual es la dirección X cuenta con sistema aporticado el cual no cuenta con una rigidez razonable, no cumple la norma E030 “diseño sísmoresistente” del RNE.

Tabla 69: Desplazamientos del pabellón A de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0	0
1	3.2	0.002932	-0.000002

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70: Derivas o Distorsiones del PABELLÓN A de la I.E. N° 80127 “Mayor Santiago Zavala”.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0	0
1	3.2	0.000019	0.008556

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71: Tabla de distorsiones del sismo estático X del Pabellón A

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.001088	0.000075
1	3.2	0.000942	0.000109

Fuente: Elaboración Propia

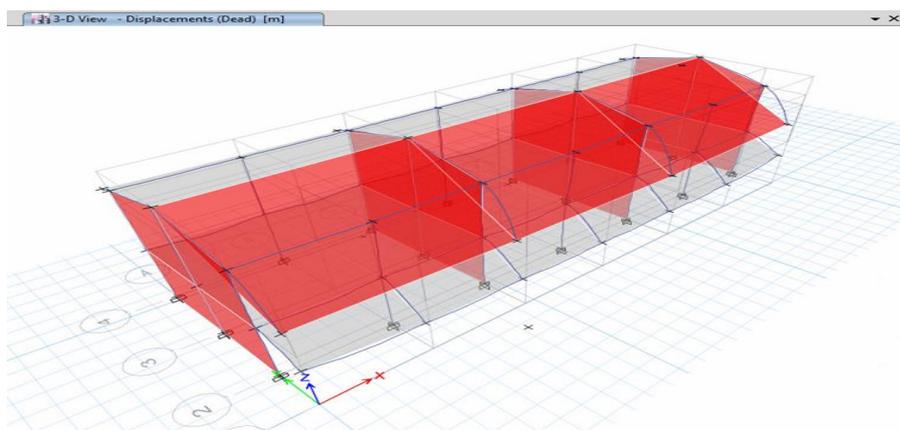
Descripción: Tenemos que tener en cuenta que los desplazamientos y las distorsiones son a base del análisis estructural los cuales deben cumplir con el RNE.

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LOS PABELLONES A, B y C DE LA I.E. N° 80127 “MAYOR SANTIAGO ZAVALA”.

2.2. Desplazamientos del análisis sísmico regular lineal estático y dinámico.

2.2.1. PABELLÓN A DERECHA

Figura N° 147: Pabellón "A" derecha



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN A DERECHA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.007907	0.00073
1	3.2	0.003068	0.00035

Fuente: Elaboración Propia

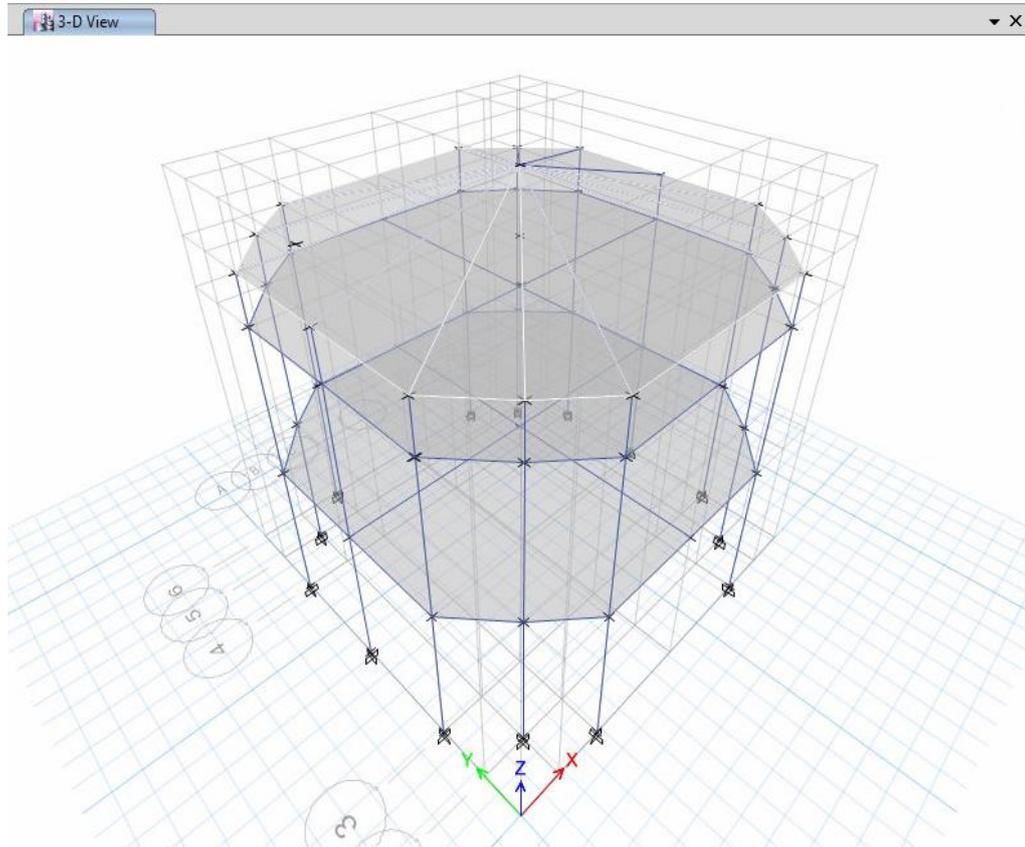
Tabla 73: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN A DERECHA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000432	0.018981
1	3.2	0.000193	0.009006

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2. PABELLÓN A IZQUIERDA

Figura N° 148: Pabellón "A" izquierda.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN A IZQUIERDA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	6.2	0.027383	0.001362
1	3.1	0.01399	0.000706

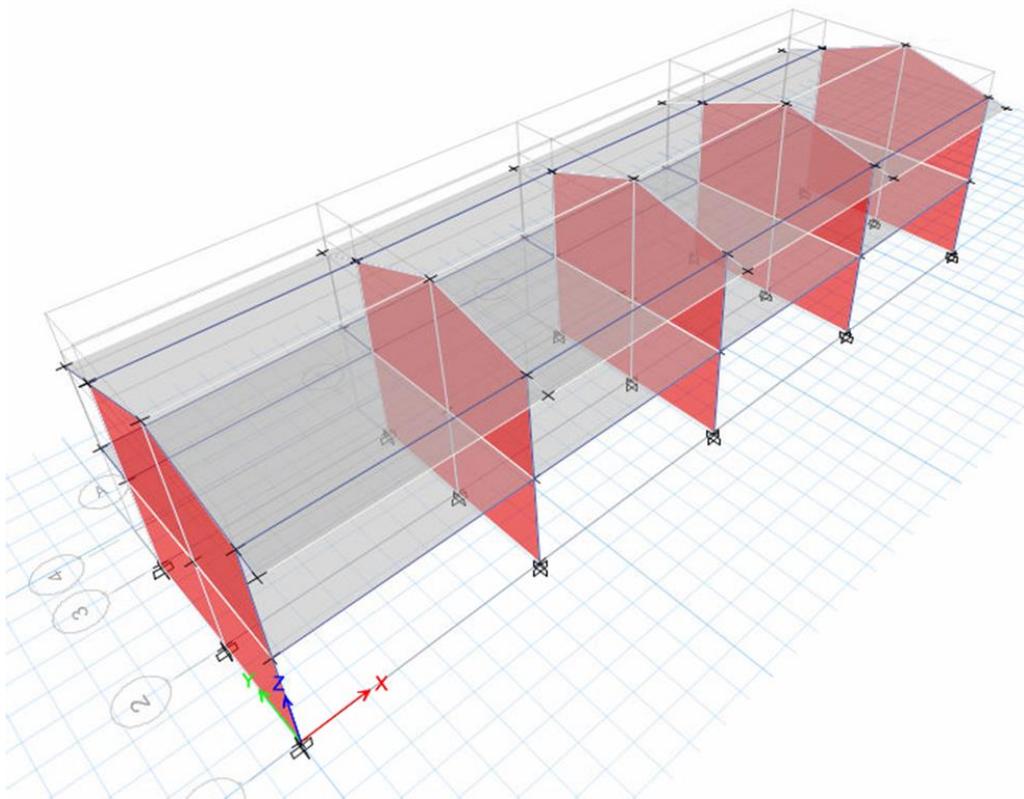
Tabla 75: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN A IZQUIERDA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	6.2	0.00119	0.026294
1	3.1	0.000699	0.013566

Fuente: Elaboración Propia

2.2.3. Pabellón B

Figura N° 149: Pabellón "B".



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN "B".

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.020834	0.001884
1	3.2	0.00747	0.000915

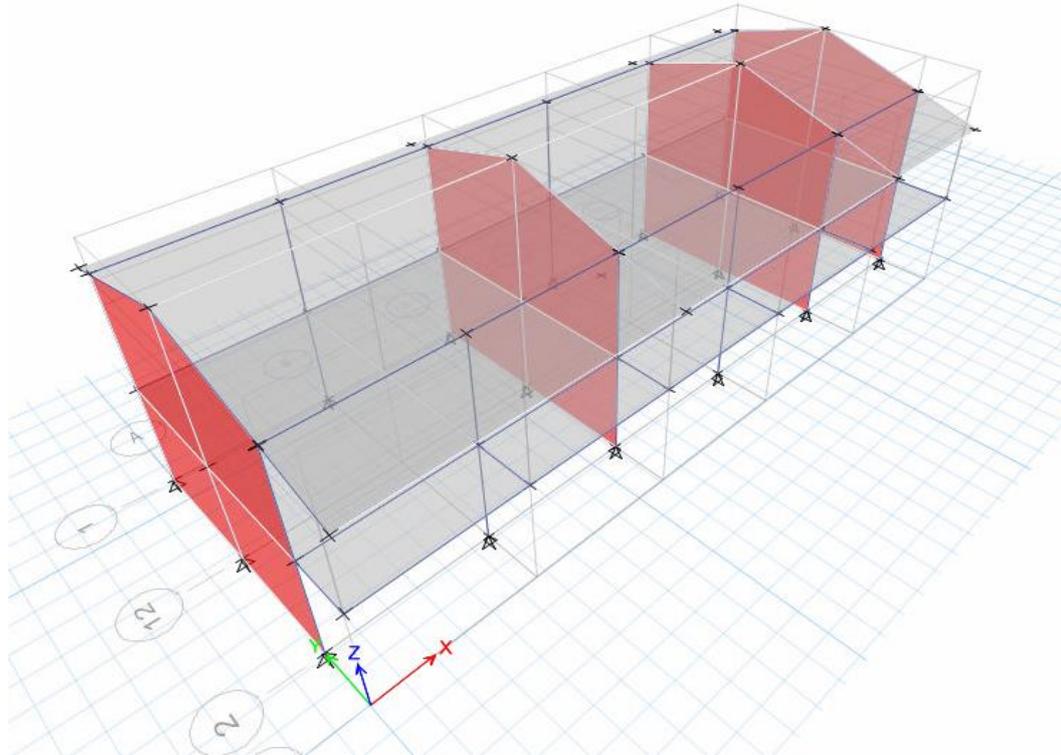
Tabla 77: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN "B".

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000561	0.025696
1	3.2	0.000242	0.00952

Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. PABELLÓN C DERECHA

Figura N° 150: Pabellón "C" derecha.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del PABELLÓN C DERECHA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.111731	0.001027
1	3.2	0.079258	0.000356

Fuente: Elaboración Propia

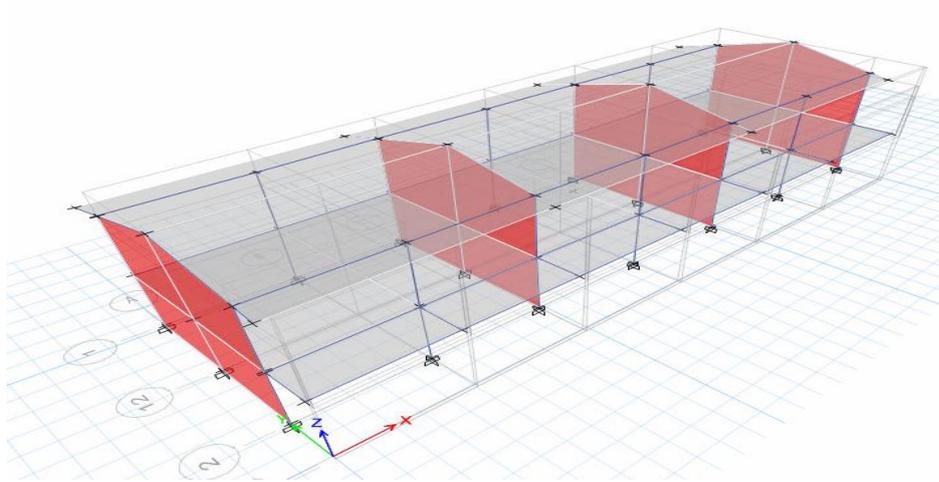
Tabla 79: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del PABELLÓN C DERECHA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000821	0.025006
1	3.2	0.000216	0.014742

Fuente: Elaboración Propia

2.2.5. PABELLÓN C IZQUIERDA

Figura N° 151: Pabellón "C" izquierda



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo X del módulo C IZQUIERDA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.049512	0.000708
1	3.2	0.024178	0.000391

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81: Tabla de desplazamientos del análisis lineal regular en el sismo Y del módulo C IZQUIERDA.

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000657	0.031538
1	3.2	0.000354	0.011489

Fuente: Elaboración Propia

2.3. DISTORSIONES CON LA VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES.

2.3.1. PABELLÓN A DERECHA

Tabla 82: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del PABELLÓN "A" DERECHA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.001088	0.000075
1	3.2	0.000354	0.000109

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón A DERECHA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000002	0.001982
1	3.2	0.000039	0.002814

Fuente: **Elaboración Propia**

2.3.2. PABELLÓN A IZQUIERDA

Tabla 84: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón A IZQUIERDA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	6.2	0.00432	0.000212
1	3.1	0.004513	0.000228

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del Pabellón A IZQUIERDA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	6.2	0.000158	0.004106
1	3.1	0.000225	0.004376

Fuente: Elaboración Propia

2.3.3. Pabellón B

Tabla 86: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del PABELLÓN "B"

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.002997	0.000217
1	3.2	0.002302	0.000286

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del PABELLÓN "B"

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000005	0.002067
1	3.2	0.000052	0.002975

Fuente: Elaboración Propia

2.3.4. Módulo C DERECHA

Tabla 88: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón C DERECHA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.007474	0.000172
1	3.2	0.024752	0.000111

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón C DERECHA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000011	0.00219
1	3.2	0.000067	0.004607

Fuente: Elaboración Propia

2.3.5. PABELLÓN C IZQUIERDA

Tabla 90: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo X del pabellón C IZQUIERDA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.005791	0.000061
1	3.2	0.007556	0.000122

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91: Tabla de distorsiones verificada con irregularidades del análisis lineal regular del sismo Y del pabellón C IZQUIERDA

Piso	Elevación	Dir X m	Dir Y m
2	7.56	0.000004	0.002378
1	3.2	0.000076	0.003559

Fuente: Elaboración Propia

Descripción: Las distorsiones en ambas direcciones fueron analizadas verificando las irregularidades en planta como en altura, concluimos que donde encontramos el incumplimiento de derivas o distorsiones es en la dirección "X", por la falta de rigidez en la estructura. Teniendo en cuenta que la distorsión máxima para un sistema aperticado (Dirección "X") es de 0.007 por mil y para un sistema de albañilería (Dirección "Y") es de 0.005 por mil.