



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Verificación de desplazamientos, para edificación de cinco pisos,  
utilizando estructuras de concreto armado con albañilería; Provincia  
Constitucional Callao - Perú, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORAS:**

Ginés Otárola, Hoanna Ema (ORCID: 0000-0002-6720-5380)  
Toledo Fernández, Fabiola (ORCID: 0000-0001-6065-5293)

**ASESOR:**

Ms. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID:0000-0001-86253989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedico el proyecto de tesis a mi madre por estar conmigo, por velar mi bienestar y por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por ser mi modelo a seguir, por la confianza depositada, por tanto amor y empatía. A mi padre por haberme forjado como la persona que soy, por enseñarme a trabajar para lograr mis metas, por creer en mí, aunque ya no se encuentre en este plano espero en otra vida podamos encontrarnos y pasar los momentos que no pudimos pasar en esta.

**Ginés Otárola Hoanna Ema**

Dedico este trabajo a mi familia por haberme apoyado de manera incondicional en todo momento y por darme la oportunidad de ser profesional.

**Toledo Fernández Fabiola**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis padres y hermanos por el cuidado, enseñanzas y protección que me brindaron en la vida.

A mis maestros que con mucho esfuerzo lograron inculcarme sus conocimientos y las ganas de superarme constantemente.

A todos mis colegas que me enseñaron en el camino laboral, lo dedicada y hermosa que es la carrera de ingeniería civil.

### **Ginés Otárola Hoanna Ema**

Agradezco a Dios nuestro señor por ser mi guía y compañía en cada momento a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una buena salud y una vida llena de aprendizaje.

Agradezco a mis padres y familiares por inculcarme los buenos valores y perseverancia desde el inicio de mi carrera universitaria.

Agradezco a la Universidad César Vallejo por haber abierto las puertas y permitir que logré dar un paso más en mi carrera profesional y obtener mi título profesional en la tan apreciada carrera de ingeniería civil.

### **Toledo Fernández Fabiola**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. MARCO TEÓRICO .....	20
III. METODOLOGÍA .....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	24
3.2. Variables y operacionalización .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	26
3.5. Procedimientos .....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
3.8. Información general. ....	28
3.8.1. Ubicación del terreno.....	28
3.8.2. Características del suelo .....	29

3.8.3.	Parámetros del suelo.....	30
3.8.3.1.	Factor de zona (Z).....	30
3.8.3.2.	Factor de uso (U).....	31
3.8.3.3.	Parámetros de sitio (S, TP y TL).....	32
3.8.3.4.	Factor de amplificación sísmica (C).....	33
3.8.3.5.	Coeficiente de reducción sísmica (Ro).....	34
3.8.4.	Resumen de parámetros del suelo.....	35
3.9.	Descripción de la arquitectura.....	35
3.10.	Descripción de la estructura.....	39
3.10.1.	Normas y códigos empleados.....	39
3.10.2.	Configuración estructural.....	40
3.10.3.	Especificaciones de materiales.....	41
IV.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	42
4.1.	Procesamiento de la información usando el programa ETABS.....	42
4.2.	Análisis estructural.....	43
4.2.1.	Albañilería confinada.....	43
4.2.2.	Concreto armado.....	43
4.2.3.	Cargas de diseño.....	43
4.2.3.1.	Carga muerta (CM).....	43
4.2.3.2.	Carga viva (CV).....	44
4.2.4.	Combinaciones de carga.....	44
4.2.4.1.	Resistencia de diseño ( $\phi$ RN).....	45

4.2.5.	Procedimiento de análisis.....	47
4.2.5.1.	Predimensionamiento .....	48
4.2.5.2.	Resumen del predimensionamiento .....	74
4.2.6.	Metrado de cargas.....	75
4.2.6.1.	Determinación de masa de la estructura para las fuerzas sísmicas .....	76
4.2.6.2.	Modelamiento de la estructura .....	76
4.2.7.	Análisis sísmico .....	77
4.2.8.	Irregularidades estructurales .....	77
4.2.8.1.	Irregularidad de rigidez – Piso blando .....	77
4.2.8.2.	Irregularidad de masa .....	78
4.2.9.	Análisis dinámico.....	79
4.2.9.1.	Espectro de pseudo aceleración .....	79
4.2.9.2.	Análisis dinámico en el programa ETABS .....	82
4.2.9.3.	Periodos y masa participante .....	84
4.2.10.	Análisis estático.....	87
4.2.10.1.	Peso de la estructura.....	87
4.2.10.2.	Periodo fundamental (T) y Factor de amplificación sísmica (C) .....	90
4.2.10.3.	Fuerza cortante en la base .....	91
4.2.10.4.	Sistema estructural.....	92
4.2.10.5.	Distribución de fuerza cortante en elevación .....	94
4.2.10.1.	Fuerza cortante, diseño de componentes estructurales.....	97
4.2.11.	Control de desplazamiento .....	98

4.3.	Diseño estructural .....	102
4.3.1.	Diseño de componentes de concreto armado.....	102
4.3.1.1.	Diseño de vigas .....	102
4.3.1.2.	Diseño de losa aligerada.....	106
4.3.1.3.	Diseño de la losa de concreto armado .....	111
4.3.1.4.	Diseño de columnas.....	116
4.3.1.5.	Diseño de cimentación.....	120
4.3.2.	Diagrama de presiones en el suelo.....	124
V.	DISCUSIÓN .....	126
VI.	CONCLUSIONES .....	130
VII.	RECOMENDACIONES .....	132
	REFERENCIAS .....	133
	ANEXOS.....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 001 - Definiciones de las variables y dimensión. Fuente elaboración propia .....	25
Tabla 002 – Normas Nacionales. Fuente RNE.....	26
Tabla 003 – Normas Internacionales. Fuente ACI.....	27
Tabla 004 - Normas consideradas para el estudio de suelos. Fuente EMS .....	29
Tabla 005 – Factores de zona sísmica en el Perú. Fuente Norma E030.....	31
Tabla 006 – Factor de uso (U). Fuente Norma E030.....	31
Tabla 007 - Factor De Suelo “S”. Fuente Norma E030.....	32
Tabla 008 – Periodos “Tp” y “TL”. Fuente Norma E030 .....	33
Tabla 009 – Fórmulas para definir el factor “C”. Fuente Norma E030 .....	33
Tabla 010 – Coeficiente de reducción sísmica para ambos ejes. Fuente Norma E030 ....	34
Tabla 011 – Resumen de parámetros del suelo. Fuente elaboración propia en base a la norma E030 .....	35
Tabla 012 - Cuadro de áreas por niveles. Fuente producción propia .....	38
Tabla 013 – Normas Nacionales. Fuente RNE.....	40
Tabla 014 – Normas Internacionales. Fuente ACI.....	40
Tabla 015 – Características de la configuración estructural. Fuente E060 .....	40
Tabla 016 – Especificaciones de materiales. Fuente Norma E060.....	41
Tabla 017 – Valores de reducción de resistencia $\phi R_n$ . Fuente Norma E060 .....	46
Tabla 018 – Cargas fundamentales a los que está sometida la estructura. Fuente Norma E060 .....	47
Tabla 019 – Procedimiento de análisis. Fuente Norma E030.....	48

Tabla 020 – Tipos de ladrillos encontrados en el mercado peruano. Fuente Teodoro Harmsen.....	50
Tabla 021 – Peso de la Losa aligerada según su altura. Fuente Teodoro Harmsen .....	50
Tabla 022 – Espesores o peraltes mínimos para losas. Fuente Norma E060 .....	51
Tabla 023 – Predimensionamiento de Peralte de Losa. Fuente elaboración propia .....	52
Tabla 024 - Predimensionamiento de Peralte de Viga. Fuente elaboración propia .....	56
Tabla 025 – Lineamiento para elementos de confinamiento. Fuente Norma E070.....	57
Tabla 026 - Predimensionamiento de Columna. Fuente elaboración propia .....	60
Tabla 027 – Longitud total de placas en la edificación por piso. Fuente elaboración propia .....	63
Tabla 028 – Resumen de parámetros del suelo. Fuente elaboración propia .....	77
Tabla 029 - Irregularidad de rigidez. Fuente Norma E030.....	77
Tabla 030 – Irregularidad en el eje “X”. Fuente elaboración propia + ETABS .....	78
Tabla 031 – Irregularidad en el eje “Y-Y”, Fuente elaboración propia + ETABS.....	78
Tabla 032 – Irregularidad de masa. Fuente elaboración propia + ETABS .....	79
Tabla 033 – Fórmulas para definir el factor “C”. Fuente Norma E030 .....	80
Tabla 034 – Resultados del espectro de pseudo aceleración en “X” e “Y”. Fuente elaboración propia .....	81
Tabla 035 - Ratios de participación de carga modal. Fuente elaboración propia + ETABS .....	84
Tabla 036 - Periodos y frecuencias modales, Modos de vibración por piso. Fuente producción propia + ETABS.....	85
Tabla 037 - Ratios de masa de participación modal para 3 modos de vibración. Fuente producción propia + ETABS.....	85

Tabla 038 - Ratios de masa de participación modal para rotación en los 3 modos de vibración. Fuente elaboración propia + ETABS.....	86
Tabla 039 – Consideraciones para la fuerza sísmica adicional. Fuente Norma E030 .....	87
Tabla 040 – Carga muerta de diseño. Fuente elaboración propia en función a la norma E060.....	88
Tabla 041 – Carga viva de diseño. Fuente elaboración propia en función a la norma E060 .....	89
Tabla 042 – Peso propio por elemento estructural. Fuente elaboración propia + ETABS	89
Tabla 043 – Valores de C/R para ejes “X” y eje “Y”. Fuente producción propia.....	90
Tabla 044 – Fuerzas actuantes. Fuente elaboración propia + ETABS .....	92
Tabla 045 - Resistencia sísmica de muros en eje “X”. Fuente producción propia + ETABS .....	94
Tabla 046 - Resistencia sísmica de muros en eje “Y”. Fuente producción propia + ETABS .....	94
Tabla 047 - distribución de la fuerza cortante en elevación. Fuente Norma E030 .....	94
Tabla 048 – Fuerza cortante por entrepiso. Fuente producción propia .....	97
Tabla 049 – Verificación de la fuerza cortante. Fuente elaboración propia + ETABS.....	98
Tabla 050 - Límites para la distorsión del entrepiso. Fuente Norma E030 .....	99
Tabla 051 – Desplazamiento de sismo “X+E”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	100
Tabla 052 – Desplazamiento de sismo “Y+E”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	101
Tabla 053 – Resumen del diseño por flexión de la viga. Fuente elaboración propia .....	102
Tabla 054 – Disposiciones para el diseño por cortante. Fuente Norma E060 .....	104
Tabla 055 – Resumen de diseño por cortante de viga. Fuente elaboración propia .....	105
Tabla 056 – Resumen de momentos y acero de losa aligerada. Fuente producción propia .....	108

Tabla 057 – Resumen de cortantes para losa aligerada. Fuente elaboración propia .....	111
Tabla 058 – Resumen de momento y acero de losa de piscina en el eje “X”. Fuente elaboración propia .....	113
Tabla 059 – Resumen de momento y acero de losa de piscina en el eje “Y”. Fuente Producción propia.....	115
Tabla 060 – Cargas y momentos en eje “X” y eje “Y”. Fuente elaboración propia + ETABS .....	116
Tabla 061 – Combinaciones de cargas en eje “X” y eje “Y”. Fuente producción propia + ETABS.....	117
Tabla 062 – Cuadro de acero y detalles de columnas y columnetas. Fuente producción propia + AutoCAD.....	118
Tabla 063 – Cuadro de acero y detalles de columnas y columnetas. Fuente producción propia + AutoCAD.....	119
Tabla 064 - Cuadro de acero y detalles de placas. Fuente producción propia + AutoCAD .....	119
Tabla 065 – Resumen del diseño de cimentación. Fuente elaboración propia.....	121

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 001 – Diagrama de Flujos. Fuente elaboración propia .....	27
Imagen 002 – Ubicación del proyecto. Fuente elaboración propia + Google Maps .....	29
Imagen 003 - Zona sísmica del Perú. Fuente Norma E030.....	30
Imagen 004 – Frontis del proyecto. Fuente fotográfica propia.....	36
Imagen 005 – Fachada principal de la edificación. Fuente producción propia.....	37
Imagen 006 – Distribución de la arquitectura, pisos 1, 2 y 3. Fuente producción propia + AutoCAD.....	38
Imagen 007 - Distribución de la arquitectura, pisos 4, azotea y techos. Fuente producción propia + AutoCAD.....	39
Imagen 008 - Combinaciones de cargas. Fuente elaboración propia + ETABS .....	47
Imagen 009 – Detalle geométrico de la Losa Aligerada. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	49
Imagen 010 – Sección de viga crítica. Fuente producción propia + AutoCAD.....	53
Imagen 011 – Columna con mayor carga axial. Fuente elaboración propia + AutoCAD ..	58
Imagen 012 – Columna con mayor carga axial. Fuente elaboración propia + ETABS.....	59
Imagen 013 – Peso de la edificación y cortante basal. Fuente elaboración propia + ETABS .....	62
Imagen 014 – Distribución de Placas y Columnas, pisos 1, 2 y 3. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	64
Imagen 015 - Distribución de Placas y Columnas, pisos 4 y azotea. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	64
Imagen 016 – Tipos de cimentación. Fuente Ovidio Serrano Zelada .....	65
Imagen 017 – Alternativa de zapata cuadrada. Fuente EMS .....	66

Imagen 018 – Alternativa de cimiento corrido. Fuente EMS.....	67
Imagen 019 – Carga muerta y carga viva en ejes “F-F/1-5”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	68
Imagen 020 – Diseño por corte de una zapata rectangular. Fuente elaboración propia en base a la norma E060.....	70
Imagen 021 – Sección crítica para el diseño por punzonamiento. Fuente elaboración propia en base a la norma E060.....	71
Imagen 022 – Diseño por punzonamiento de una zapata rectangular. Fuente elaboración propia en base a la norma E060.....	71
Imagen 023 - Vista en 3D del modelamiento. Fuente elaboración propia + ETABS.....	76
Imagen 024 – Gráfica de espectro de pseudo aceleración en “X” e “Y”. Fuente producción propia.....	81
Imagen 025 – Análisis dinámico para Función “X”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	83
Imagen 026 – Análisis dinámico para Función “Y”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	83
Imagen 027 – Cortante debido al sismo absorbido por columnas en el eje “X”. Fuente producción propia + ETABS.....	92
Imagen 028 - Cortante debido al sismo absorbido por muros en el eje “X”. Fuente producción propia + ETABS.....	93
Imagen 029 – Cortante debido al sismo absorbido por columnas en el eje “Y”. Fuente producción propia + ETABS.....	93
Imagen 030 - Cortante debido al sismo absorbido por muros en el eje “Y”. Fuente producción propia + ETABS.....	93
Imagen 031 – Esquema de Fuerza “Fa” aplicada a la estructura. Fuente Norma E030 ...	95
Imagen 032 – Periodos de participación de masa “Tx” y “Ty”. Fuente elaboración propia + ETABS.....	95

Imagen 033 – Representación del desplazamiento. Fuente elaboración propia + ETABS .....	98
Imagen 034 – Representación de las derivas Inelásticas sismos “X + E”. Fuente elaboración propia .....	100
Imagen 035 – Representación de las derivas inelásticas sismos “Y + E”. Fuente elaboración propia .....	101
Imagen 036 – Diagrama de momentos máximos de viga. Fuente elaboración propia + ETABS.....	103
Imagen 037 - Diagrama de cortante última de viga. Fuente elaboración propia + ETABS .....	106
Imagen 038 – Distribución de carga muerta en el 1er piso. Fuente elaboración propia + SAP2000 .....	107
Imagen 039 – Distribución de carga viva en el 1er piso. Fuente elaboración propia + SAP2000 .....	107
Imagen 040 - Diagrama de momento flector. Fuente producción propia + SAP2000 .....	108
Imagen 041 – Distribución del acero de la losa aligerada en los pisos 1, 2 y 3. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	109
Imagen 042 – Distribución del acero de la losa aligerada en los pisos 4 y 5. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	110
Imagen 043 – Cortante último de losa aligerada. Fuente elaboración propia .....	110
imagen 044 – Carga viva de losa de piscina.....	112
Fuente elaboración propia + ETABS.....	112
Imagen 045 - Diagrama de momento flector eje “X”.....	113
Fuente producción propia + ETABS.....	113
Imagen 046 - Diagrama de momento flector eje “Y”. Fuente Elaboración propia + ETABS .....	114

Imagen 047 – Distribución del acero en losa de concreto armado para piscina. Fuente Producción propia + AutoCAD .....	115
Imagen 048 – Distribución de acero de columna C1 (0.23x0.47). Fuente elaboración propia + ETABS.....	116
Imagen 049 – Columnas y placas de la edificación. Fuente elaboración propia + ETABS .....	117
Imagen 050 – Interacción de la columna C1(0.23x0.47). Fuente elaboración propia + ETABS.....	118
Imagen 051 – Distribución de acero en placas, PL-1, PL-2. Fuente producción propia + AutoCAD.....	120
Imagen 052 - Distribución de acero en placas, PL-3, PL-4, PL-5. Fuente producción propia + AutoCAD.....	120
Imagen 053 – Cortes de cimentaciones, corte 1-1, 2-2, 3-3. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	122
Imagen 054 – Cortes de cimentaciones, corte 4-4, 5-5. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	122
Imagen 055 – Cortes de cimentaciones, 6-6, 7-7, 8-8. Fuente elaboración propia + AutoCAD.....	122
Imagen 056 – Cortes de cimentaciones, 9-9, 10-10. Fuente elaboración propia + AutoCAD .....	123
Imagen 057 – Plano de planta de Cimientos. Fuente elaboración propia + AutoCAD ....	123
Imagen 058 – Diagrama de presión del suelo. Fuente elaboración propia + ETABS .....	124
Imagen 059 – Asentamientos. Fuente elaboración propia + ETABS.....	125

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo la verificación de desplazamientos para una edificación multifamiliar de cinco pisos, en la provincia Constitucional Del Callao. La investigación fue realizada bajo un enfoque cuantitativo cuyo tipo de investigación es aplicada, no experimental transversal descriptivo simple, cuenta con un nivel de investigación de tipo descriptivo, cuya estructura principal son los elementos de concreto armado, como son: la losa, los muros estructurales, la viga peraltada y cimientos; así como los elementos de albañilería confinada como: muros estructurales de albañilería. La edificación cuenta con un área de 160.00m<sup>2</sup> y un área techada de 545.249m<sup>2</sup> que consta de cinco pisos. El sistema estructural está compuesto por elementos de concreto armado con albañilería confinada. Se realizó análisis sísmico y de desplazamiento basándonos en lo indicado en la norma E030, posteriormente se verificó el comportamiento de la estructura mediante el programa ETABS, obteniendo los datos ideales para la verificación de los desplazamientos. Su importancia radica en la zona sísmica del proyecto, en la dificultad debido a la variación de ambientes y en la poca consecuencia de muros estructurales, presentados por niveles en la presente edificación. Siendo estos factores críticos ante la ocurrencia de sismos.

**Palabras claves:** Sistema estructural, Análisis sísmico y Desplazamientos.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to verify displacements for a five-story multifamily building in the Constitutional province of Callao. The research was carried out under a quantitative approach whose type of research is applied, not a simple descriptive cross-sectional experiment, has a descriptive type of research level, whose main structure is the reinforced concrete elements, such as: the slab, the structural walls, the banded beam and foundations; as well as confined masonry elements such as: structural masonry walls. The building has an area of 160.00m<sup>2</sup> and a roofed area of 545.249m<sup>2</sup> consisting of five floors. The structural system is composed of reinforced concrete elements with confined masonry. Seismic and displacement analysis was carried out based on what is indicated in the E030 standard, later the behavior of the structure was verified through the ETABS program, obtaining the ideal data for the verification of displacements. Its importance lies in the seismic zone of the project, in the difficulty due to the variation of environments and in the little consequence of structural walls, presented by levels in the present building. These factors being critical to the occurrence of earthquakes.

**Keywords:** Structural system, Seismic analysis and Displacements.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, según el libro del Ministerio de Defensa CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastre) que lleva como título “Escenario De Riesgo Por Sismo y Tsunami Para Lima Metropolitana y La Provincia Constitucional Del Callao” indica los registros históricos de mayor impacto sísmico en el país originados al occidente del Perú, debido a la fricción de las placas Occidental y Oceánica y a la vulnerabilidad que presenta la zona donde se ubicó el proyecto se optó por desarrollar la verificación de desplazamientos, mediante el análisis estructural de una edificación que emplea estructuras de concreto armado y muros de albañilería, de ahí la importancia de la investigación basada en la vulnerabilidad que presentan este tipo estructuras al no realizar una buena verificación de desplazamientos, ante la ocurrencia de sismos, a ello se agrega la dificultad del proyecto debido a la variabilidad de ambientes y a los pocos muros consecutivos presentados por niveles, los cuales han representado riesgo alto ante la presencia de sismos.

Debido a la naturaleza aleatoria de los sismos nace la inquietud siguiente: ¿Es posible reducir la vulnerabilidad ante los sismos de las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, mediante una verificación de desplazamientos? Para ello se emplearon el objetivo general de verificar los desplazamientos de una edificación de 5 pisos de concreto armado y albañilería confinada en la provincia constitucional del Callao.

Se plantearon en el desarrollo de los elementos de concreto armado, como las losas, vigas, placas, cimientos, escaleras y elementos de albañilería como es el caso de la mayoría de muros perimetrales, así como el análisis sísmico y de desplazamiento de la edificación de cinco pisos ubicado en la Provincia Constitucional Callao.

En virtud a lo que se mencionaron en los párrafos precedentes se entendieron que la gran importancia de la verificación sísmica de una edificación, se tuvo como finalidad la de verificar los desplazamientos,

realizar el análisis de edificaciones de mediana altura que emplearon elementos de concreto armado y albañilería confinada. Para evitar daños sísmicos significativos ante la ocurrencia de sismos y sobre todo evitar pérdidas de vidas humanas, así mismo puede servir de guía para los estudiantes de ingeniería civil en el desarrollo de proyectos similares.

El desarrollo se basó en el conocimiento adquirido en los cursos de análisis estructural, concreto armado y albañilería confinada en la facultad de ingeniería civil, complementada por el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como libros de los ingenieros Ángel San Bartolomé, Antonio Blanco Blasco, Teodoro Harmsen, Roberto Morales Morales, entre otros grandes autores.

## II. MARCO TEÓRICO

En lo que se refiere a investigaciones estructurales de una edificación, en el distrito Jesús María, la Pontificia Universidad Católica del Perú, Gonzales Tapia (2021) desarrollo la tesis denominada “Diseño estructural de un edificio de cuatro niveles y un sótano” donde desarrolla el análisis estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado, realizando el predimensionamiento usando los criterios del libro “Estructuración y Diseño de Edificaciones en Concreto Armado” de Antonio Blanco Blasco (1994).

Del mismo modo en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Llamosas Consiglieri, Gino (2017), desarrolló la tesis “Edificio de Viviendas con Concreto Armado y Albañilería Confinada” donde desarrolla el análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar, esta se encuentra compuesta por muros estructurales de albañilería confinada.

Con respecto al sismo, en la Universidad Nacional de Ingeniería, Kawakami Okada, Augusto (1977), desarrolló la tesis “Manual de Diseño Sísmico de Construcciones de Albañilería” donde nos da de conocimientos y aplicaciones prácticas para el diseño de construcciones en albañilería sismo resistente.

Según la SEAOC (1995) indicaron que el diseño sismorresistente es definido como una selección de criterios el cual debe contener un sistema estructural adecuado, proporciones ideales, así como componentes estructurales detallados, con el fin de mantener la calidad en la construcción, procurando que la edificación pueda soportar los esfuerzos sísmicos sin caer en daños graves.

La norma ATC- 40 (1996) indicó que el diseño de edificaciones se basa en el criterio estructural en función a las exigencias de los elementos.

Según FEMA- 273 (1997), el desempeño de una edificación está en función a la seguridad que ofrece a los ocupantes ante la presencia de un evento sísmico y el daño a la edificación.

Según las investigaciones expuestas anteriormente se entiende que es fundamental el análisis de la edificación, adecuado dimensionamiento y ubicación de los elementos estructurales, con la finalidad de que la estructura, soporte la carga viva y muerta contenidas en el presente edificio, así como las sobrecargas y los esfuerzos probables de sismos a los que podrá estar sometido. Como predimensionamiento calcularemos las dimensiones tentativas para evaluar las diferentes sollicitaciones que exigen para la presente edificación, teniendo en cuenta su funcionalidad con los elementos contenidos.

Según la norma E030, el análisis sísmico de una edificación debe realizarse para que la estructura no colapse ante la presencia de un sismo, para que los servicios instalados en la edificación continúen funcionando luego de un evento sísmico y sobre todo para evitar pérdidas de vidas.

La verificación de desplazamientos en el análisis sísmico es de vital importancia para asegurar un adecuado comportamiento de la estructura ante el sometimiento de esfuerzos sísmicos

Luego de hacer mención a las referencias nacionales e internacionales y principios, se detalla el marco conceptual referido a conceptos, para ello se detalla lo siguiente:

La columna es un elemento vertical utilizado para soportar fuerzas de compresión y flexión, así como para lograr la transmisión de cargas.

La losa es un elemento estructural de espesor variable, utilizara para separar los pisos, puede ser aligerada, en una o dos direcciones, o de concreto armado.

El concreto es una mezcla compuesta de cemento, agregados fino y gruesos, agua el cual puede contener o no aditivos. Puede ser un concreto simple, sin refuerzo de acero o un concreto reforzado el cual contiene armadura de acero.

El estribo es un tipo de refuerzo colocado en la armadura de acero, con el fin de soportar los esfuerzos cortantes, esfuerzos de torsión, control de pandeo (para el caso de los elementos longitudinales) y confinamiento del concreto.

Muro de tabiquería, es un elemento no estructural, generalmente de ladrillo hueco, cuya función se centra en la separación de ambientes.

Un muro estructural o también llamado placa, es aquel elemento vertical que sirve para rigidizar la estructura, resistir y transmitir cargas, también es usado para dividir ambientes.

La viga es un elemento estructural que va unido a la columna, se encarga de soportar las estructuras superiores como las losas y transmitir las cargas, principalmente trabaja a flexión y cortante.

El peralte efectivo es una distancia, que contiene solo la altura útil que va desde el centroide hasta la fibra extrema.

La resistencia de diseño es la resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia.

La resistencia nominal, es la resistencia que tiene un elemento antes de ser afectada por la reducción de resistencia.

La resistencia requerida es la resistencia que tiene un elemento que le permite soportar las cargas amplificadas, fuerzas de combinaciones de carga, momentos.

El cortante basal en una edificación es la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes de cada piso.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

La investigación fue realizada bajo un enfoque cuantitativo donde se sometieron los resultados a las exigencias de las normas peruanas. Hernández, Fernández y Baptista (2014), hace mención al enfoque cuantitativo, el cual indica que es aquel que maneja la recolección de datos para el desarrollo de una hipótesis con la finalidad de establecer modelos y demostrar teorías.

El tipo de investigación es aplicada, según Lafuente Ibáñez (2008) en el libro “Metodología de la investigación en las ciencias sociales” indica que un tipo de investigación aplicada es aquel que pretende brindar soluciones a los problemas presentados de forma práctica, sin desarrollar teorías o principios. Al respecto Edelsys Hernández Meléndrez (2006) afirma que el tipo de investigación expone elementos base para el fundamento de una investigación, en función a los antecedentes y planteamientos de problemas.

El diseño de investigación es no experimental transversal descriptivo simple. No experimental porque se rige a las exigencias establecidos por las normas, transversal porque se analizan datos de variables de una población o muestra, descriptivo simple porque se describe el tema de investigación. Al respecto Ana María Martínez de Sánchez (2013) afirma que la investigación puede ser comprendida en procesos lógicos que permiten una visualización en conjunto.

El nivel de investigación es descriptivo porque describe los datos y características del objeto de estudio.

#### **3.2. Variables y operacionalización**

Al respecto Linton Freeman (1971) afirma que toda variable tiene características de diferentes valores y categorías.

Como variables se tienen las siguientes:

- Verificación de desplazamientos en zona sísmica, para una edificación de cinco pisos con pocos muros consecutivos entre niveles.
- Análisis de una edificación de concreto armado con albañilería confinada, destinada a vivienda multifamiliar.

*Tabla 001 - Definiciones de las variables y dimensión. Fuente elaboración propia*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión
Verificación de desplazamientos	Es un sistema de referencia en el cual se pueden observar las posibles propiedades elásticas e inelásticas de los elementos que componen la estructura, de este modo se puede garantizar la viabilidad de una edificación en relación a los elementos que la componen.	Es la deformación obtenida de un análisis modal de una estructura, donde se define la ductilidad del sistema. Dicho de otro modo, es la distancia entre la posición inicial y final de un sistema sometidos a movimientos.	Fuerza Actuante.
Análisis Estructural	Es un conjunto de criterios los cuales permite la verificación de desplazamientos, el cálculo de las fuerzas resistentes sobre la edificación y las dimensiones de los elementos estructurales.	La fuerza resistente es la carga que ejerce el elemento estructural en contraposición de la fuerza actuante.	Fuerza Resistente.

*Se considerará el cuadro de la matriz de operacionalización de variables en el "Anexo 02 - Matriz De Operacionalización De Variable".*

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se considera como población al conjunto que concuerda con nuestras especificaciones. Por otro lado, Arias (2012) precisa a la población como un conjunto finito o infinito de elementos, que contiene características similares a las conclusiones de investigación. En base a los conceptos anteriores se consideró como población a los edificios multifamiliares en la provincia constitucional del Callao.

Se entiende que la muestra es una parte perteneciente a una población, la cual representa al total y se separa para su análisis o experimentación. Tamayo y Tamayo (2006), indica que la muestra un conjunto de operaciones realizados con el fin de verificar la distribución de características de una población, el cual parte del análisis de una fracción de esta. Según lo descrito se consideró como muestra de la presente investigación a la vivienda multifamiliar ubicada en la provincia constitucional del Callao.

Para Arias (2006), un muestreo es un proceso que te permite conocer la probabilidad que cada elemento tiene para formar parte de la muestra. Así mismo Tamayo y Tamayo (2006) explica que para un muestreo no probabilístico “los miembros usados en la investigación dependerán del criterio específico del investigador”, de este modo se entiende que el muestreo es la distribución de probabilidades de un parámetro de una o más poblaciones, para la presente investigación se considerará un muestreo por selección intencionada debido al manejo de información que tenemos del elemento a investigar, en consecuencia se tienen como muestreo a la misma unidad de análisis siendo está la vivienda multifamiliar ubicada en la provincia constitucional del Callao.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Como técnica e instrumento de recolección de datos tomaremos como referencias las siguientes normas:

*Tabla 002 – Normas Nacionales. Fuente RNE*

<b>NORMAS NACIONALES</b>
- E020 - Normas de Cargas.
- E030 - Normas de Diseño Sismo resistente.
- E050 - Norma de Suelos y Cimentaciones.
- E060 - Norma de Concreto Armado.
- E070 - Norma de Albañilería.

Además de las siguientes normas de American Concrete Institute (ACI):

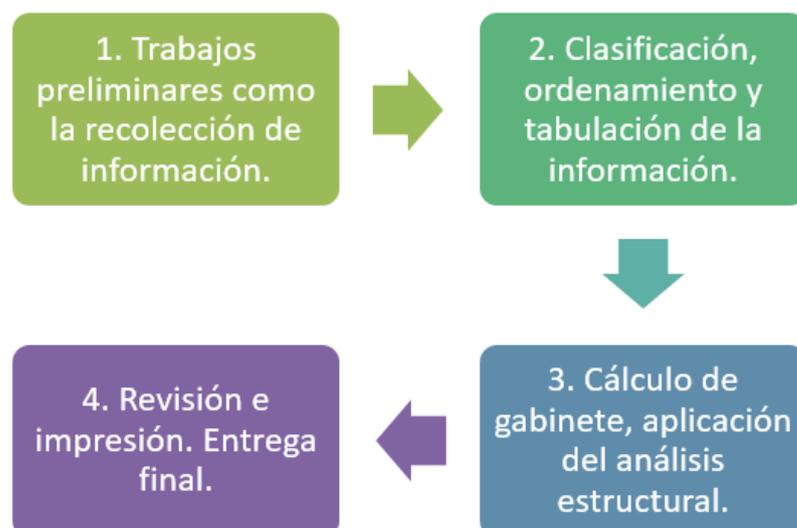
*Tabla 003 – Normas Internacionales. Fuente ACI*

<b>NORMAS INTERNACIONALES</b>
- ACI 318 – Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- ACI 350 - Environmental Engineering Concrete Structures.

### 3.5. Procedimientos

1. Trabajos preliminares que comprenden la recolección de información, referencias bibliográficas, búsqueda en Internet.
2. Clasificación, ordenamiento de la información, dibujo de los planos básicos con ayuda del programa AutoCAD.
3. Cálculo, aplicación del análisis estructural, empleando las normas desarrolladas para dicho fin, uso del programa Excel, Sap2000 y el programa ETABS, para el análisis y diseño final de la edificación.
4. Revisión e impresión, comprende la revisión ortográfica, semántica y la preparación para la impresión y entrega del trabajo final.

*Imagen 001 – Diagrama de Flujos. Fuente elaboración propia*



### **3.6. Método de análisis de datos**

Como método se utilizó la técnica cuantitativa descriptiva debido a que permite la obtención, organización, presentación y descripción de los datos. Se consideraron los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), así como programas como el AutoCAD para el diseño de la edificación, ETABS para el modelamiento estructural, para los apuntes, procesamiento de datos, representaciones de gráficos o cuadros, se utilizarán los programas Excel y Word. Se recopilará la información documentada del proyecto en la zona de estudio.

### **3.7. Aspectos éticos**

Para el desarrollo de la siguiente investigación, nos comprometemos a respetar las Normas Técnicas de Edificaciones del Perú, Así mismo nos comprometemos a respetar las investigaciones de otros ingenieros titulados, también nos comprometemos que la obtención de datos que se presenta es verídica.

### **3.8. Información general.**

#### **3.8.1. Ubicación del terreno**

El Proyecto Multifamiliar Vivienda Espejo, se encuentra ubicado en la Urb. 200 Millas, Calle 2-Segunda Etapa Mz. M Lt-25, Callao – Lima – Perú.

La propiedad ocupa una superficie de 160.00 m<sup>2</sup>, posee una forma regular y encierra un perímetro de 56.00 metros lineales.

Contiene servicios básicos como agua potable, desagüe y alcantarillado y energía eléctrica. Cuenta con la habilitación de las vías peatonales y vehiculares, con una estructura de concreto y una de asfalto respectivamente.

Imagen 002 – Ubicación del proyecto. Fuente elaboración propia + Google Maps



### 3.8.2. Características del suelo

El informe de estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación para "El Proyecto Multifamiliar Vivienda Espejo" presentado por Laboratorio EMSGEO S.A.C. realizados en la provincia constitucional del Callao, se basa en lo indicado en la norma E050.

Para definir las características dinámicas del suelo se realizaron trabajos geotécnicos con fines de cimentación, de este modo se pudieron obtener los datos necesarios para el modelamiento en el programa ETABS. El estudio de suelos del presente proyecto se realizó siguiendo las siguientes normas:

Tabla 004 - Normas consideradas para el estudio de suelos. Fuente EMS

NORMAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO DE SUELOS	
• Extracción de muestras representativas	ASTM D4220
• Extracción de muestras representativas	ASTM D4220
• Descripción e Identificación de suelos	ASTM D2488
• Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422
• Contenido de Humedad	ASTM D2216
• Clasificación SUCS	ASTM D2487
• Límite de consistencia	ASTM D4318
• Peso específico relativo de sólidos	ASTM D854

### 3.8.3. Parámetros del suelo

El Perú cuenta con diversas zonas de actividad sísmica, las cuales están establecidas según las características de mayor o menor actividad, para ello nos guiaremos de lo indicado en la norma E030, de acuerdo a este criterio se define si nuestra zona de estudio (Lima – Callao) se encuentra en una zona de alto sismo, para posteriormente obtener los valores de los parámetros del suelo y factores de amplificación sísmica, datos necesarios para el análisis de la edificación y la verificación de los desplazamientos.

#### 3.8.3.1. Factor de zona (Z)

La Norma E030, indica el tipo de zona sísmica para los diferentes sectores del Perú, asignando un factor “z” a cada zona” (valor de zona), definiendo el nivel de sismicidad, el cual se encuentra detallado en la imagen siguiente:

Imagen 003 - Zona sísmica del Perú. Fuente Norma E030



Según la Norma E030, indica que “el factor “z” está representado como la máxima aceleración horizontal en un suelo rígido, con probabilidad de diez por ciento de ser excedida en 50 años. Este factor “z” se expresa como parte de la aceleración de la gravedad, como se indica en la siguiente tabla:

*Tabla 005 – Factores de zona sísmica en el Perú. Fuente Norma E030*

<b>FACTORES DE ZONA</b>	
<b>ZONA</b>	<b>FACTORES DE ZONA</b>
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Según lo indicado se recomienda usar un factor de zona de 0.45 correspondiente a la zona 4.

### **3.8.3.2. Factor de uso (U)**

Según información la Norma E030, indica que cada estructura está clasificada según su categoría, siendo el factor de uso o importancia (U) definido como sigue en la siguiente tabla:

*Tabla 006 – Factor de uso (U). Fuente Norma E030*

<b>CATEGORIA</b>	<b>CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>FACTOR U</b>
	<b>DESCRIPCION</b>	
<b>A</b>	<i>Hospitales, Centrales de Comunicaciones, Cuarteles de Bomberos, Policía, Reservorios, Instalaciones de generación de electricidad Centros Educativos, Edificaciones de Refugio.</i>	<b>1.5 (*)</b>
<b>B</b>	<i>Teatros, Estadios, Centros Comerciales, Establecimientos Penitenciarios, Museos, Bibliotecas, Archivos, Depósitos de Granos, Almacenes.</i>	<b>1.3</b>

<b>C</b>	<i>Viviendas, Oficinas, Hoteles, Restaurantes,</i>	<b>1.0</b>
	<i>Depósitos, Instalaciones Industriales.</i>	
<b>D</b>	<i>Cercos de menos de 1.50m. de Altura, Depósitos temporales, Pequeñas Viviendas Temporales y Construcciones Similares.</i>	<b>(**)</b>

(\*) Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar  $U = 1.5$

(\*\*) En estas edificaciones a criterio del Proyectista, se podrá omitir el Análisis por Fuerzas Sísmicas, pero deberá de proveerse de la Rigidez y Resistencia

Según se detalla en la tabla precedente el proyecto es de categoría “C” cuya edificación está relacionada a viviendas, oficinas, hoteles y restaurantes, obteniendo un factor “U” de 1.0 como se indica en la tabla.

### 3.8.3.3. Parámetros de sitio (S, TP y TL)

El factor de amplificación del suelo “S” y los periodos “ $T_p$ ” y “ $T_L$ ” fueron considerados según el tipo de perfil y la ubicación del proyecto, conforme indica la norma E030:

Tabla 007 - Factor De Suelo “S”. Fuente Norma E030

<b>FACTOR DEL SUELO “S”</b>				
<b>SUELO</b> <b>TIPO</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
<b>Z<sub>4</sub></b>	0.80	1.00	1.05	1.10
<b>Z<sub>3</sub></b>	0.80	1.00	1.15	1.20
<b>Z<sub>2</sub></b>	0.80	1.00	1.20	1.40
<b>Z<sub>1</sub></b>	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla 008 – Periodos “Tp” y “TL”. Fuente Norma E030

PERIODOS “Tp” Y “TL”				
	PERFIL DE SUELO			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
T <sub>L</sub> (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Según el informe del laboratorio realizado por Laboratorios EMSGEO se tiene un factor de amplificación de suelo “S3”, con una zona “Z4”, se adjunta el informe de laboratorio en el “Anexo 016 - EMS”. De este modo se define que con un factor de suelo “S<sub>3</sub>” de 1.10 se obtienen los periodos T<sub>p</sub>=1 y T<sub>L</sub>=1.60 referentes al perfil de suelo.

#### 3.8.3.4. Factor de amplificación sísmica (C)

Es la variación de la respuesta de la estructura al ser sometido a esfuerzos sísmicos (aceleración del suelo). Según la norma E030 definen un factor “C” conforme se detalla a continuación:

Tabla 009 – Fórmulas para definir el factor “C”. Fuente Norma E030

T < T <sub>p</sub>	C=2.5
T <sub>p</sub> < T < T <sub>L</sub>	C=2.5(T <sub>p</sub> /T)
T > T <sub>L</sub>	C=2.5((T <sub>p</sub> ·T <sub>L</sub> ) / T <sup>2</sup> )

El coeficiente “T” es el factor de amplificación de respuesta respecto a la aceleración del suelo. Este coeficiente se relaciona como el periodo en que vibra la estructura para cada dirección, la cual está representada como:

$$T = h_m/CT$$

Dónde:

$H_m$  = Altura del edificio, para el presente proyecto de cinco pisos tenemos una altura igual a 14.85 metros.

$CT = 60$ , según la norma E030 para edificios duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada.

Reemplazando: Se obtiene que el coeficiente “T” es igual a 0.25 segundos. Donde según lo prescrito  $T_p=1$  y  $T_L=1.60$ , de este modo se cumple con el factor de amplificación sísmica:

$$T < T_p = 0.25 < 1.60$$

Por lo tanto, según lo prescrito se obtiene que el valor de  $C=2.5$

### 3.8.3.5. Coeficiente de reducción sísmica ( $R_o$ )

La Norma E030 indica que se pueden clasificar los elementos estructurales en función a los materiales que lo componen y al sistema estructural sismorresistente. Se considera un menor valor de ( $R_o$ ), para una edificación que contenga más de un sistema estructural.

Tabla 010 – Coeficiente de reducción sísmica para ambos ejes. Fuente Norma E030

SISTEMA ESTRUCTURAL	R	LIMITE DE
	(*) (**)	ALTURA
PÓRTICOS DE ACERO.	9.5	ILIMITADO.
PÓRTICOS DE CONCRETO ARMADO.	8	ILIMITADO.
SISTEMAS DUALES.	7	ILIMITADO.
MUROS ESTRUCTURALES.	6	ILIMITADO.
ALBAÑILERÍA ARMADA O CONFINADA.	3	15m.
CONSTRUCCIONES DE MADERA.	7	8m.

(\*) Los coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras donde los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de energía manteniendo la estabilidad de la estructura.

(\*\*) Para estructuras irregulares, los valores de  $R$  deberán ser  $3/4$  de los valores de la tabla.

Para el cálculo es necesario definir el valor de ( $R_0$ ) en el eje “X” e “Y”, debido que en ambos ejes presentan muros estructurales el valor de ( $R_0$ ) es el mismo, siendo este igual a 6, correspondiente a un sismo moderado.

### 3.8.4. Resumen de parámetros del suelo

Según la norma E030 se agrupan los valores para el cálculo de la cortante basal, para posteriormente ser usados en el análisis dinámico sismorresistente y parámetros de diseño.

*Tabla 011 – Resumen de parámetros del suelo. Fuente elaboración propia en base a la norma E030*

FACTOR	NOMENCLATURA	CLASIFICACIÓN CATEGORIA TIPO	VALOR	JUSTIFICACIÓN
ZONA	Z	4	0.45	Zona sísmica 4
USO	U	C	1.00	Vivienda Unifamiliar- Multifamiliar
SUELO	S	S3	1.10	Suelos Blandos
		$T_P(s)$	1.00	
		$T_L(s)$	1.60	
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	$R_x$	Muros estructurales	6.00	Mayor de 70% de la cortante la absorben los muros.
	$R_y$	Muros estructurales	6.00	Mayor de 70% de la cortante la absorben los muros.

### 3.9. Descripción de la arquitectura

La edificación “Vivienda Espejo” pretende la construcción de un edificio de cinco pisos con piscina en la azotea usando sistema de muros estructurales de concreto armado y albañilería. Para ello se realizó el

predimensionamiento, Análisis Dinámico, Análisis Sísmico, Análisis Estructural, Verificación de desplazamientos y Planos.

*Imagen 004 – Frontis del proyecto. Fuente fotográfica propia*



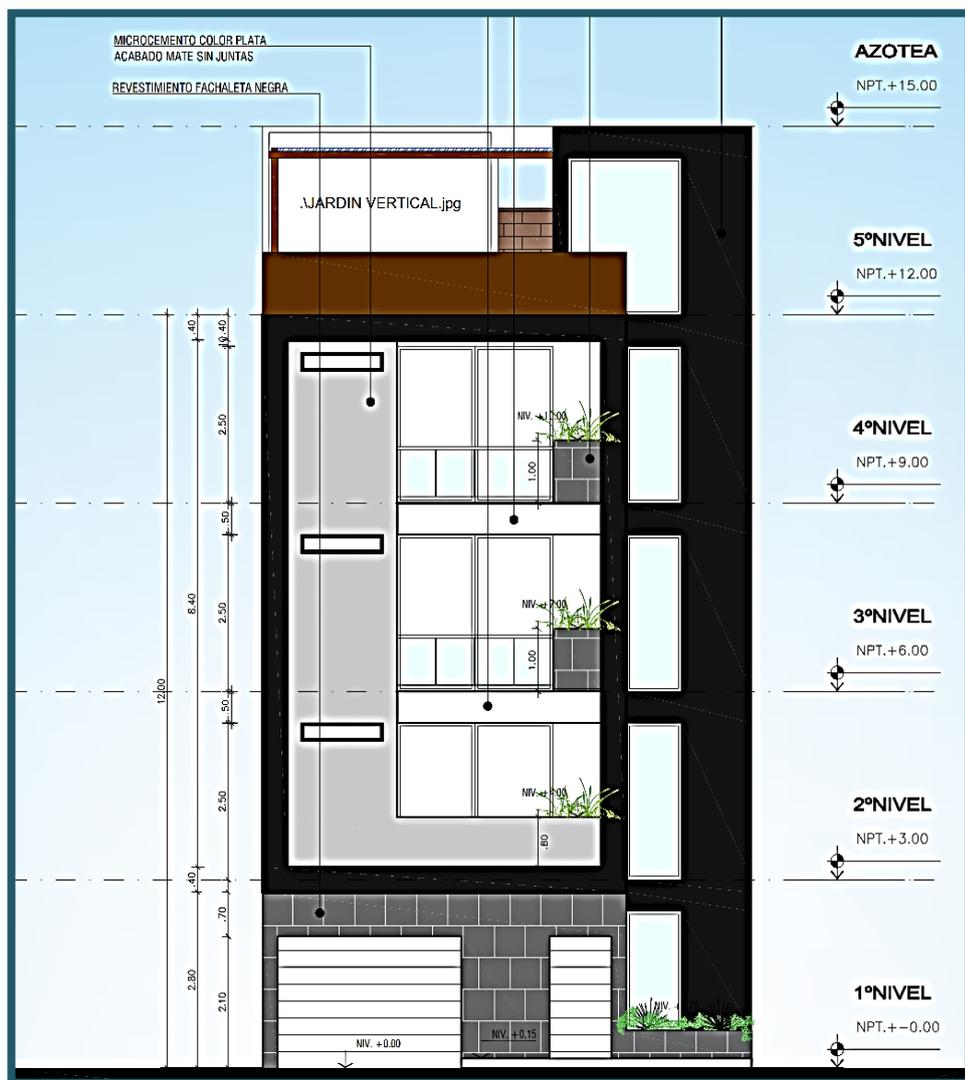
El desarrollo arquitectónico del proyecto cuenta con los siguientes ambientes:

- El primer piso cuenta con un dormitorio, SS.HH., almacén, consultorio, sala de espera, garaje con espacio para dos plazas y una escalera.
- El segundo piso está proyectado para dos grupos familiares, familia “A” la cual se encuentra en el lado derecho y familia “B” ubicado en el lado izquierdo de la edificación. La familia “A” con un área de 47.30m<sup>2</sup> cuenta con una sala, dos cocinas, comedor, SS.HH, lavandería y dormitorio. La familia “B” con un área de 70.55 m<sup>2</sup> cuenta con un balcón, dormitorios, cocinas, sala, lavandería, SS.HH y una escalera compartida.
- El tercer piso, diseñada como nivel principal cuenta con una escalera compartida y escalera flotante, comedor, lavandería, estudio, SS.HH., sala, bar y una escalera.

- El cuarto piso, diseñado como zona privada, cuenta con un dormitorios, SS.HHs, sala TV, WC y una escalera.
- El quinto piso, diseñado como área recreativa, cuenta con una piscina de aproximadamente 36 m3, terraza, SS.HH., lavandería, zona BBQ y EstarTV.

A continuación, se muestra la fachada principal de la edificación multifamiliar “Vivienda Espejo”.

*Imagen 005 – Fachada principal de la edificación. Fuente producción propia*



El proyecto se desarrolla en un terreno de 8.00m x 20.00m y cuenta con un área techada total de 545.25 m<sup>2</sup> distribuidos de acuerdo al siguiente cuadro:

*Tabla 012 - Cuadro de áreas por niveles. Fuente producción propia*

PISO	NIVEL	ÁREA TECHADA
Primer piso	+ 0.15	129.0435
Segundo piso	+ 3.00	129.0435
Tercer piso	+ 6.00	123.3235
Cuarto piso	+ 9.00	129.0435
Quinto piso	+ 12.00	34.7950
<b>ÁREA TECHADA TOTAL</b>		<b>545.2490</b>

Las siguientes imágenes muestran el esquema de la arquitectura para la edificación multifamiliar “Vivienda Espejo”.

*Imagen 006 – Distribución de la arquitectura, pisos 1, 2 y 3. Fuente producción propia + AutoCAD*



Imagen 007 - Distribución de la arquitectura, pisos 4, azotea y techos. Fuente producción propia + AutoCAD



### 3.10. Descripción de la estructura

La estructuración está compuesta por un sistema de pórticos y muros estructurales, que brindan mayor rigidez y reducen los desplazamientos.

Se planteó una estructura tipo Muros Estructurales en sentido de análisis del eje “X” e “Y”, con losa aligerada de 20 cm de espesor en el 1er, 2do y 3er piso; para el 4to y 5to piso, llevará en la zona de la Piscina un sistema de losa maciza  $e= 20\text{cm}$ , cimentación superficial con zapatas céntricas, zapatas excéntricas conectadas por una viga de conexión, zapatas corridas y cimientos corridos.

#### 3.10.1. Normas y códigos empleados

Para el análisis y predimensionamiento de las cimentaciones, columnas, losas de la presente edificación, se consideraron las siguientes normas:

Tabla 013 – Normas Nacionales. Fuente RNE

<b>NORMAS NACIONALES</b>
- E020 - Normas de Cargas.
- E030 - Normas de Diseño Sismo resistente.
- E050 - Norma de Suelos y Cimentaciones.
- E060 - Norma de Concreto Armado.
- E070 - Norma de Albañilería.

Tabla 014 – Normas Internacionales. Fuente ACI

<b>NORMAS INTERNACIONALES</b>
- ACI 318 – Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- ACI 350 - Environmental Engineering Concrete Structures.

### 3.10.2. Configuración estructural

Las características estructurales para el diseño planteadas para el proyecto usado para la presente tesis, se basa en la zona en la que se encuentra ubicado. El predimensionamiento se realizó en base a las cargas de servicio, el área tributaria, fuerzas sísmicas, entre otras consideraciones. Para todos los casos se consideró el EMS, el cual indica que tiene un esfuerzo del terreno igual a 1.97 ton/m<sup>2</sup>, para zapatas cuadradas y 1.97 ton/m<sup>2</sup>, para cimiento corridos. A continuación, se tienen las siguientes características:

Tabla 015 – Características de la configuración estructural. Fuente E060

<ul style="list-style-type: none"><li>• La cimentación es superficial convencional, formado de zapatas aisladas céntricas en cada columna, conectando a través de una viga de conexión y en zonas donde funden los muros de albañilería, la cimentación será a través de cimiento corrido, de acuerdo a los factores del suelo, rigidez (esfuerzos admisibles y asentamientos máximos) y carga de las estructuras.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Las Vigas, losa aligerada, columnas se han diseñado con el efecto de la carga viva, carga Muerta y carga sísmica de acuerdo al método de rotura y combinaciones de carga que la Norma E060 indica, evitando la falla Frágil.</li></ul>

### 3.10.3. Especificaciones de materiales

Especificación de materiales según los requerimientos mínimos de la norma E060:

Tabla 016 – Especificaciones de materiales. Fuente Norma E060

Especificación de materiales:	
• Zapatas, Losa Aligerada, Vigas	: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
• Columnas	: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
• Placas	: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
El acero deberá garantizar la fluencia y será del tipo corrugado, grado 60, con diámetros variables dependiendo de la función del elemento, y deberá actuar en forma conjunta con el concreto.	
• Acero Corrugado	: $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$
Las albañilerías utilizadas para el diseño de los muros de tabiquería tienen las siguientes características:	
• Tipo de ladrillo	: King Kong 18 Huecos (muros portantes)
• Dimensiones	: (9x13x24)
• Mortero	: 1:4 (cemento: Arena)
• Junta	: 1.5 cm Máximo
Los pesos específicos considerados par el Análisis Según la norma E020 referente a cargas, se consideran:	
• Concreto Armado	: 2400 Kg. /m <sup>3</sup>
• Unidades de albañilería (huecas)	: 1350 Kg. /m <sup>3</sup>

## **IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### **4.1. Procesamiento de la información usando el programa ETABS**

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa ETABS el cual ayuda en el análisis y diseño de sistema de edificaciones, siendo una herramienta confiable para el análisis de una edificación en los proyectos de ingeniería. El programa viene con una interfaz gráfica la cual permite realizar el modelamiento y análisis gracias a una base de datos común, permitiendo realizar el análisis de variados y complejos modelos de edificaciones, el cual incluye un extenso rango de comportamientos no lineales, varios procedimientos de diseño y códigos internacionales de diseño, los cuales ayudan en el procesamiento de datos en los proyectos de construcción.

Se establecieron los metrado de las cargas gravitantes de la estructura, así como la forma de la misma, las características de los materiales a utilizar como son: concreto, acero, unidades de albañilería entre otros. De igual modo se establecieron la distribución de los pórticos, altura de los niveles, entre otros elementos, una vez establecidos se procedió con la creación de un solo sistema de modelo de piso, sistema de barras verticales y laterales para que el programa analice y diseñe el edificio completo. Los modelos son definidos de forma lógica como son: piso por piso, columna por columna, viga por viga, muros por muros y tramo por tramo.

Procesada la información, el programa arrojó los resultados de las combinaciones de carga muerta y viva, esfuerzos axiales, fuerzas horizontales cortantes, normales y momentos flectores de cada uno de los elementos que conforman el pórtico de la estructura. Al termino el programa arroja los resultados para su interpretación, de este modo garantizar los criterios técnicos y económicos, según la factibilidad del proyecto de construcción.

## **4.2. Análisis estructural**

### **4.2.1. Albañilería confinada**

Para el diseño de la albañilería confinada se siguieron los lineamientos de la norma E0.70, la cual la define como un conjunto de muros de albañilería reforzados con elementos de concreto armado.

Para el diseño de los muros de albañilería nos basamos en la resistencia que la edificación necesita para soportar los efectos sísmicos, de modo que los daños en los muros sean menores y reparables.

Para el caso de los elementos de concreto armado entre muros, se diseña de modo que, ante un efecto sísmico fallen por ductilidad antes que los muros de albañilería, debiendo fallar por corte ante un sismo de gran magnitud.

### **4.2.2. Concreto armado**

Para el diseño de los elementos de concreto armado se siguen los lineamientos de la norma E060 la cual indica que se debe realizar un diseño por resistencia (diseño a la rotura) para que los elementos que componen la edificación tengan una resistencia adecuada, para ello se utilizan los factores de reducción de la resistencia y carga.

### **4.2.3. Cargas de diseño**

#### **4.2.3.1. Carga muerta (CM)**

La norma E020 define a la carga muerta como el peso propio del conjunto de los elementos estructurales (losas, vigas columnas, muros, entre otros) así como el peso de los elementos de losas, acabados y el peso de la estructura neta, los cuales son permanentes o variables en una amplitud pequeña. Según indica la norma estas son algunas consideraciones en cuanto a los valores de la Carga Muerta:

- Peso específico de albañilería maciza 1850 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico de albañilería tubular 1350 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico del concreto armado 2,400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del agua dulce 1,000 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico de la tabiquería 120 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico de acabados 100 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico de la losa e=0.20m 300 kg/m<sup>2</sup>

#### **4.2.3.2. Carga viva (CV)**

De igual modo la norma E020 define la carga viva como el peso de los elementos móviles, como son los ocupantes, equipos, materiales, mobiliario entre otros elementos presentes en la edificación, los cuales representan un peso eventual llamado sobrecarga, el cual es calculado como una carga uniforme distribuida en función al peso unitario por metro cuadrado. La norma E020 (Artículo 06) indica que para el caso de las cargas vivas para viviendas se deberán considerar los valores mínimos siguientes:

- Peso específico de la carga viva para viviendas 200 kg/m<sup>2</sup>
- Azotea 100 kg/m<sup>2</sup>

#### **4.2.4. Combinaciones de carga**

Así mismo la norma E060 indica que las combinaciones de cargas que nos da la envolvente máxima de esfuerzos en los elementos estructurales, se diseñan con las siguientes consideraciones:

- Elementos que deberán cumplir en todas sus secciones cargas de sismos:

$$CU 1 = 1.4 CM + 1.7 CV$$

$$CU 2, 3 = 1.25 (CM + CV) \pm CS$$

$$CU 4, 5 = 0.90 (CM) \pm CS$$

- Elementos considerando el viento:

$$CU 6 = 1.25 (CM + CV \pm CVi)$$

$$CU 7 = 0.9 (CM) \pm 1.25 CVi$$

Según lo indicado en la norma E060 no es necesario tomar en cuenta las acciones del sismo y del viento simultáneamente, por tal motivo solo se considerarán las cargas de sismo.

Donde:

U = Resistencias requeridas, las cuales se calculan para las cargas y fuerzas aplicadas en las combinaciones conforme se indica en la E060.

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

CS = Carga correspondiente al sismo

#### **4.2.4.1. Resistencia de diseño ( $\phi RN$ )**

Cada diseño de los elementos de concreto armado se encuentran en conexión con otros elementos, secciones transversales de flexión, carga

axial, cortante y torsión; estos elementos soportan una resistencia de diseño el cual se considera como una resistencia nominal (resistencia del elemento antes de aplicar un factor de resistencia), la cual deberá ser multiplicada por un factor  $\phi R_n$ , con el fin de representar una resistencia real colocada. Según la norma E060 el factor  $\phi R_n$ , obtiene los siguientes valores:

*Tabla 017 – Valores de reducción de resistencia  $\phi R_n$ . Fuente Norma E060*

Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión	0.90
Carga axial de compresión con o sin flexión:	-
- Elementos con refuerzo en espiral	0.75
- Para otros elementos	0.70
Corte y torsión	0.85
Aplastamiento de concreto	0.70
Flexión, compresión, cortante y aplastamiento:	-
- Concreto estructural simple	0.65

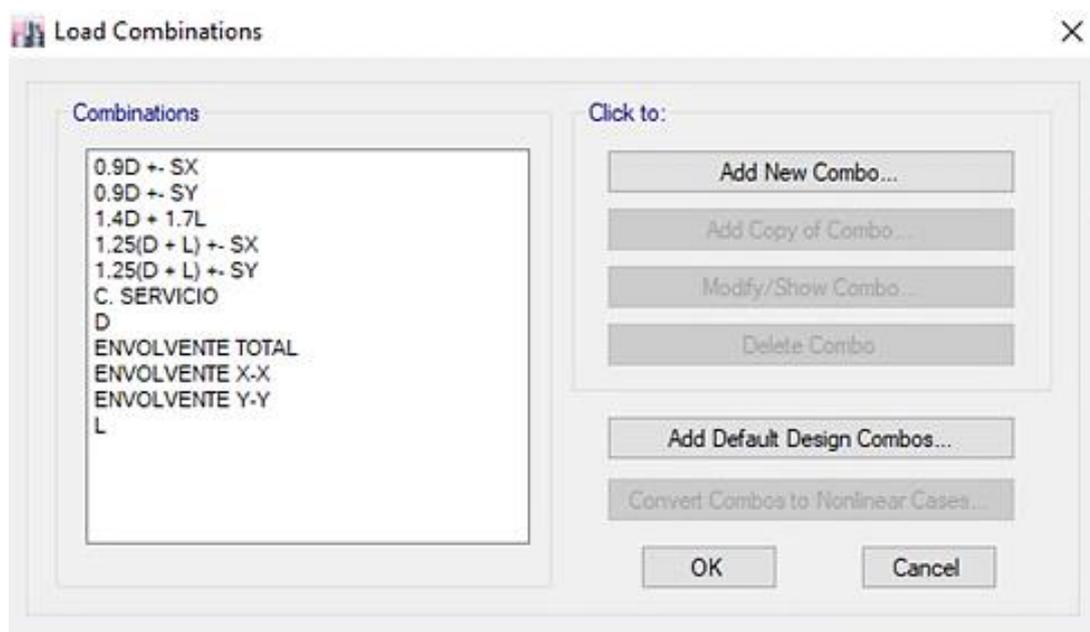
Para nuestra verificación de desplazamientos es necesario considerar los factores para el análisis por flexión y por cortante, según lo prescrito usaremos los siguientes valores de reducción de resistencia:

- $\phi R_n = 0.9$  para flexión
- $\phi R_n = 0.85$  para cortante.

Tanto las combinaciones de carga como los factores de reducción de resistencia, son colocados en el programa ETABS, realizando el análisis de alternancia de carga viva (posibles combinaciones de carga a los que estará sometida la estructura) sometiendo a la estructura a los esfuerzos prescritos, de este modo obtener los esfuerzos máximos que podrán soportar la estructura, para posteriormente ser considerados en el cálculo

del análisis. En el programa ETABS colocaremos las combinaciones de cargas las cuales serán consideradas alternándolas tanto en “X” como en “Y”, según se muestra en la siguiente imagen:

*Imagen 008 - Combinaciones de cargas. Fuente elaboración propia + ETABS*



#### 4.2.5. Procedimiento de análisis

En el análisis realizado en la estructura, se efectuó considerando las dos cargas fundamentales a los que estará sometida esta estructura:

*Tabla 018 – Cargas fundamentales a los que está sometida la estructura. Fuente Norma E060*

1	Cargas de gravedad (viva y muerta). Que actúan sobre la estructura por acciones de la gravedad.
2	Fuerzas sísmicas de inercia, originadas por los movimientos sísmicos, interactuando con la masa de la estructura.

En este análisis se utilizó el programa ETABS, en concordancia con los capítulos 4, 5 y 6 de la norma E030. Para el procedimiento de análisis se procede del siguiente modo:

*Tabla 019 – Procedimiento de análisis. Fuente Norma E030*

1. Medrado de cargas de gravedad.
2. Predimensionamiento de los elementos estructurales.
3. Modelamiento en el programa de cómputo.
4. Análisis del espectro sísmico.
5. La distribución de las fuerzas sísmicas para las direcciones “X” e “Y”.
6. Verificación de los desplazamientos máximos permisibles.

#### **4.2.5.1. Predimensionamiento**

Para el dimensionamiento inicial de los elementos estructurales que componen la vivienda multifamiliar, se establecieron los criterios y recomendaciones en función a lo establecido por la norma E060 y en base a nuestra experiencia y experiencia de nuestros tutores.

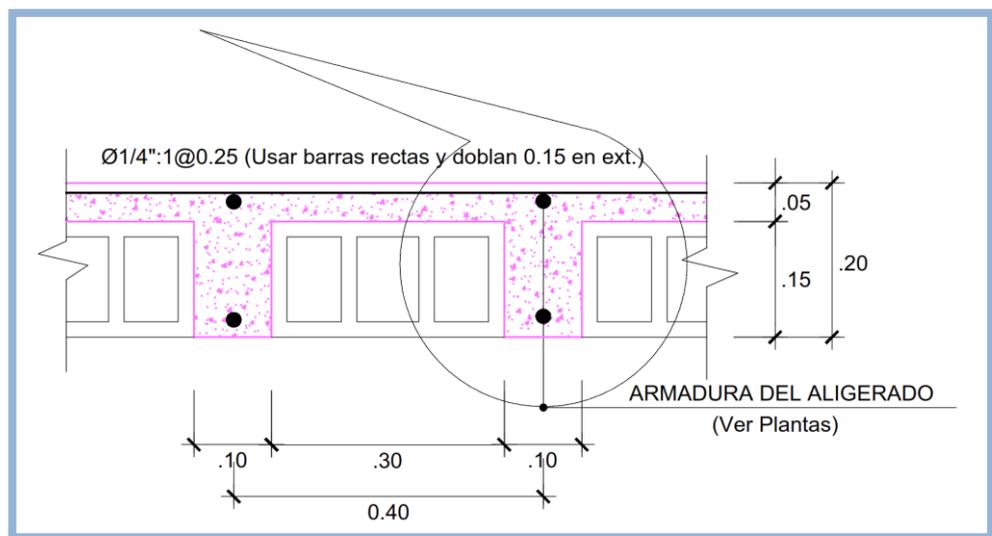
El diseño de vigas, columnas y losa, fueron obtenidos mediante cálculos aproximados, donde se asumieron valores, factores y relaciones promedios, para el desarrollo se consideraron las condiciones más desfavorables para verificar si las dimensiones asumidas son capaces de soportar los esfuerzos requeridos del análisis sísmico. El predimensionamiento inicial sufrió variaciones hasta obtener un resultado satisfactorio, que cumpliera con las exigencias de las normas establecidas para fines del presente desarrollo.

Debido que las columnas aportan mayor rigidez lateral en el sentido de la mayor longitud serán estos elementos los que se modifiquen en cuando a dimensiones, para alcanzar el correcto funcionamiento de la estructura ante las condiciones desfavorables.

### A) Losa aligerada

En su mayoría las losas en nuestro territorio peruano están conformadas por losas aligeradas, las cuales se caracterizan por tener un vacío entre viguetas, también llamadas nervaduras o vigas “T”, las cuales son llenadas con ladrillos tubulares denominados bovedillas, por lo general las viguetas de la losa de aligeradas son de 0.10m de ancho separadas una de otras por los ladrillos los cuales tienen un ancho de 0.3m.

*Imagen 009 – Detalle geométrico de la Losa Aligerada. Fuente elaboración propia + AutoCAD*



Se opta por el uso de este tipo de losas debido al ahorro significativo del concreto, así como en el encofrado de las viguetas, puesto que el ladrillo se encarga de darle la forma lateral y solo se colocaría el encofrado de las viguetas en las zonas perimetrales que las requieran. Según la información proporcionada por Teodoro Harmsen, en el mercado peruano se pueden encontrar los siguientes tipos de ladrillos:

*Tabla 020 – Tipos de ladrillos encontrados en el mercado peruano. Fuente Teodoro Harmsen*

Material	# de huecos	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)
Arcilla	8	30	30 25	12 15
Arcilla	4	30	30 25	20
Mortero	2	30	25	12 15 20 25 30

Para el cálculo del peso de la losa aligerada con ladrillos, se pueden estimar los valores según lo indica Teodoro Harmsen en función a la altura de la losa, conforme se indica en la siguiente tabla:

*Tabla 021 – Peso de la Losa aligerada según su altura. Fuente Teodoro Harmsen*

Altura de la losa	Bloques de mortero	Ladrillos de arcilla
17 cm (12+5)	300 kg/m <sup>2</sup>	250 kg/m <sup>2</sup>
20 cm (15+5)	350 kg/m <sup>2</sup>	280 kg/m <sup>2</sup>
25 cm (20+5)	400 kg/m <sup>2</sup>	320 kg/m <sup>2</sup>
30 cm (25+5)	450 kg/m <sup>2</sup>	370 kg/m <sup>2</sup>

El acero de refuerzo en las losas puede ser en una sola dirección o en dos direcciones, para ello se considera la relación entre el lado de mayor longitud y el de menor longitud.

Para el cálculo de la losa aligerada se cuenta con dos opciones, la norma E060 donde indica los espesores mínimos o peraltes mínimos para las losas (ver tabla adjunta) y segundo lo indicado en el libro de Antonio Blanco Blasco “Predimensionamientos de elementos estructurales” donde indica

en el capítulo de “Predimensionamiento de losas” que para luces de 4.0m a 5.5m se usaría el peralte de 20 cm en el caso de losas aligeradas.

*Tabla 022 – Espesores o peraltes mínimos para losas. Fuente Norma E060*

	Espesor o peralte mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Según lo prescrito se obtuvieron las siguientes fórmulas para el cálculo del peralte de la losa aligerada, donde para efectos de diseño utilizaremos el menor valor que arroje su desarrollo:

$$h_1 = L/20 \text{ y } h_2 = L/25$$

Dónde:

H = altura de losa

L = Luz libre entre el ancho posible de las columnas, considerando la luz más crítica. Para este caso la losa se apoya en sentido “X” la cual cubre una luz de 4.5m.

Reemplazando: Se obtiene que el menor valor de peralte es de 0.18m lo cual se redondea a 0.20cm como altura del diafragma rígido de la losa aligerada.

Tabla 023 – Predimensionamiento de Peralte de Losa. Fuente elaboración propia

Bloque	Luz libre	Espesor calculado	Espesor colocado	Tipo Aligerado
BLOQUE 1	4.5	0.18	0.2	Unidireccional

## B) Losa maciza

Debido que la carga de la piscina ubicada en el último nivel afectaría en el soporte y resistencia del diafragma que lo contiene, se consideró la inclusión de la losa maciza en el piso cuatro. De este modo según Antonio Blanco Blasco al tener bordes formados por vigas y muros, la losa trabajaría en dos direcciones aportando resistencia y rigidez a la estructura.

Según Antonio Blanco Blasco en el libro de “Predimensionamientos de elementos estructurales” indica que las losas macizas podrán ser calculadas considerando espesores de 5cm.

- Para luces de 4.0m podrá tener un espesor de 0.12m o 0.13m
- Para una luz de 5.5m podrá tener un espesor de 0.15m
- Para una luz de 6.5m podrá tener un espesor de 0.20m
- Para una luz de 7.5m podrá tener un espesor de 0.25m

Para efectos de aislamiento acústico y vibraciones de la piscina que se encuentra ubicada en la parte superior de la losa del piso cuatro, se consideró un aumento en el espesor de la losa de 5cm, de este modo para una luz de 4.5m obtendremos una losa maciza de 0.20m.

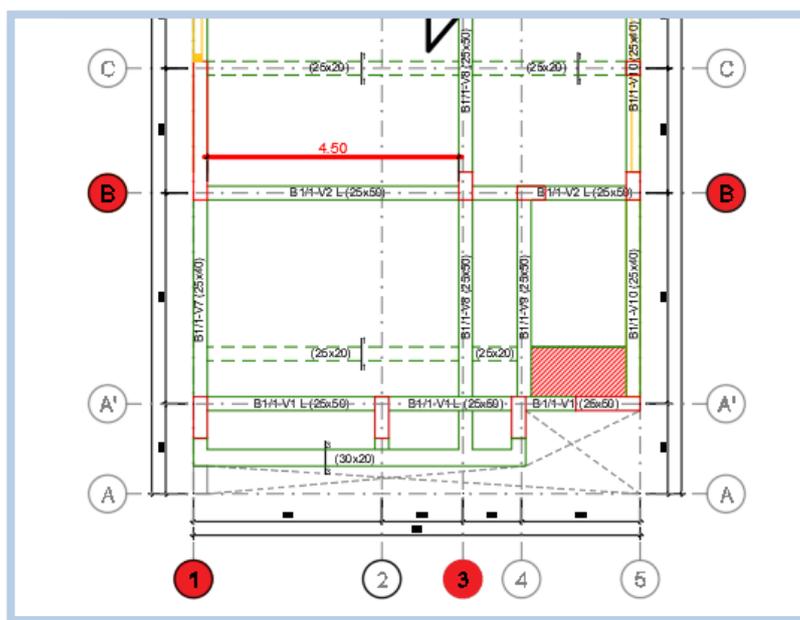
### C) Viga

Las vigas son las encargadas de recibir la carga de la losa y transmitirlas hacia los muros o columnas. Se denomina viga peraltada cuando se encuentra formando un pórtico con una columna, una viga peraltada que tenga el mismo peralte de la losa es denominada viga chata, se denomina viga solera cuando se encuentra sobre un muro.

Las vigas como tal tienen la función de resistir los esfuerzos sísmicos y proporcionar la rigidez lateral, flexión y corte, por tal motivo es siempre recomendable colocar vigas en especial peraltadas en ambas direcciones.

Para proceder con los cálculos se determinó la luz de mayor longitud, el cual representa el elemento más desfavorable. Para el presente proyecto se tiene la luz mayor en el eje "B-B" / "1-3", el cual es de 4.50m, como se indica en la figura:

*Imagen 010 – Sección de viga crítica. Fuente producción propia + AutoCAD*



Según la Norma Peruana de Concreto armado E060 una viga debe tener las siguientes características para resistir los esfuerzos sísmicos:

- La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) debe ser como mínimo 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- Las relaciones de ancho entre peralte de la viga no deben ser menores que 0.3 ( $b/d < 0.3$ ). Pudiendo variar la relación de 0.3 a 0.5 de altura.
- El peralte efectivo ( $d$ ) debe ser menor o igual que un cuarto de la luz libre.
- Indica que el ancho ( $b$ ) mínimo debe ser de 0.25m, para el caso en que las vigas formen parte del pórtico o parte de elementos sismorresistente de las estructuras de concreto armado.
- Las vigas no deben ser mayores al ancho de la columna.
- Adicional se menciona que, si una viga no forma parte de pórticos de los elementos estructurales, estos pueden tener un valor de 0.15m a 0.20m. Este tipo de vigas se denominan secundarias dado que no soportan el peso de la losa de los pisos o techos.
- Es recomendable no reducir el peralte de las vigas debido que se estaría reduciendo la rigidez lateral en dicha dirección.

Debido que en la mayoría de casos se consideran a las vigas de igual peralte y según lo prescrito por Antonio Blanco Blasco, se indican las dimensiones usuales para el caso de vigas, donde se recomiendan factores de rigidez lateral y diseño sismorresistente, se tienen las siguientes consideraciones:

- $L \leq 5.5m$                       0.25x0.50, 0.30x0.50
- $L \leq 6.5m$                       0.25x0.60, 0.30x0.60, 0.40x0.60

- $L \leq 7.5\text{m}$                       0.25x0.70,            0.30x0.70,            0.40x0.70,  
0.50x0.70
- $L \leq 8.5\text{m}$                       0.30x0.75,            0.40x0.75,            0.30x0.80,  
0.40x0.80
- $L \leq 9.5\text{m}$                       0.30x0.85,            0.30x0.90,            0.40x0.85,  
0.40x0.90

Para controlar las deflexiones y por efectos de diseño, se procederá con el cálculo de las vigas principales y secundarias según el libro de Antonio Blanco Blasco "Predimensionamientos de elementos estructurales" el cual indica:

- Peralte (d) de viga principal y secundaria, cálculo de la altura:

$$\text{Viga principal} = \text{Luz Libre} / 10 \text{ (Viga)}$$

$$VP = 4.5/10 = 0.45 = 0.50$$

$$\text{Viga secundaria} = \text{Luz Libre} / 12 \text{ (Viga)}$$

$$VS = 4.5/12 = 0.375 = 0.40$$

- Ancho (b) de viga inferior y exterior, cálculo de la base. Se recuerda que el ancho mínimo según lo establecido en la norma E060, deberá ser 0.25m.

$$\text{Ancho principal} = 0.30 \text{ h}$$

$$\text{Ancho de VP} = 0.30 \times 0.5 = 0.15 = 0.25$$

$$\text{Ancho secundario} = 0.50 \text{ h}$$

$$\text{Ancho de VS} = 0.50 \times 0.40 = 0.20 = 0.25$$

Según Teodoro Harmsen las dimensiones de las vigas están en función a los requerimientos mínimos de las deflexiones, por tal motivo recomienda para luces de 7.0m una relación de ancho y peralte de 1/2 y 2/3, esto debido que para luces mayores es conveniente usar vigas delgadas y con mayor peralte con relación de ancho (b) y peralte (d) de 1/4 y 1/3, representándose como sigue:

$$1/2 < b/d < 2/3 \quad \text{Para } L \leq 7.0\text{m}$$

$$1/4 < b/d < 1/3 \quad \text{Para } L > 7.0\text{m}$$

- Según los cálculos de viga principal se obtuvo un ancho de 0.25m y un peralte de 0.50m, logrando una relación ancho peralte de 1/2, por lo que aseguramos que nuestro cálculo se encuentra dentro de los requerimientos mínimos.
- Según los cálculos de viga secundaria se obtuvo un ancho de 0.25m y un peralte de 0.40m, logrando una relación ancho peralte de 2/3, por lo que aseguramos que nuestro cálculo se encuentra dentro de los requerimientos mínimos.

De este modo se obtienen las dimensiones de las vigas principales y las vigas secundarias, para mayor entendimiento se detalla en el siguiente cuadro:

*Tabla 024 - Predimensionamiento de Peralte de Viga. Fuente elaboración propia*

<b>Bloque</b>	<b>Luz libre</b>	<b>Peralte calculado</b>	<b>Peralte colocado</b>	<b>Tipo</b>
BLOQUE 1	4.5	0.40	0.50	0.25x0.50
BLOQUE 1	4.5	0.40	0.40	0.25x0.40
BLOQUE 1	4.5	0.40	0.60	0.25x0.60

## D) Elementos de confinamiento

Para el predimensionamiento de los elementos, como son vigas soleras y columnas de amarre, se siguieron los lineamientos de la norma E070, el cual indica lo siguiente:

*Tabla 025 – Lineamiento para elementos de confinamiento. Fuente Norma E070*

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• El peralte mínimo de la viga solera debe ser igual al espesor de la losa.</li></ul>                               |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• El espesor mínimo de la columna de amarre y la viga solera debe ser igual al espesor efectivo del muro.</li></ul> |

## E) Columnas

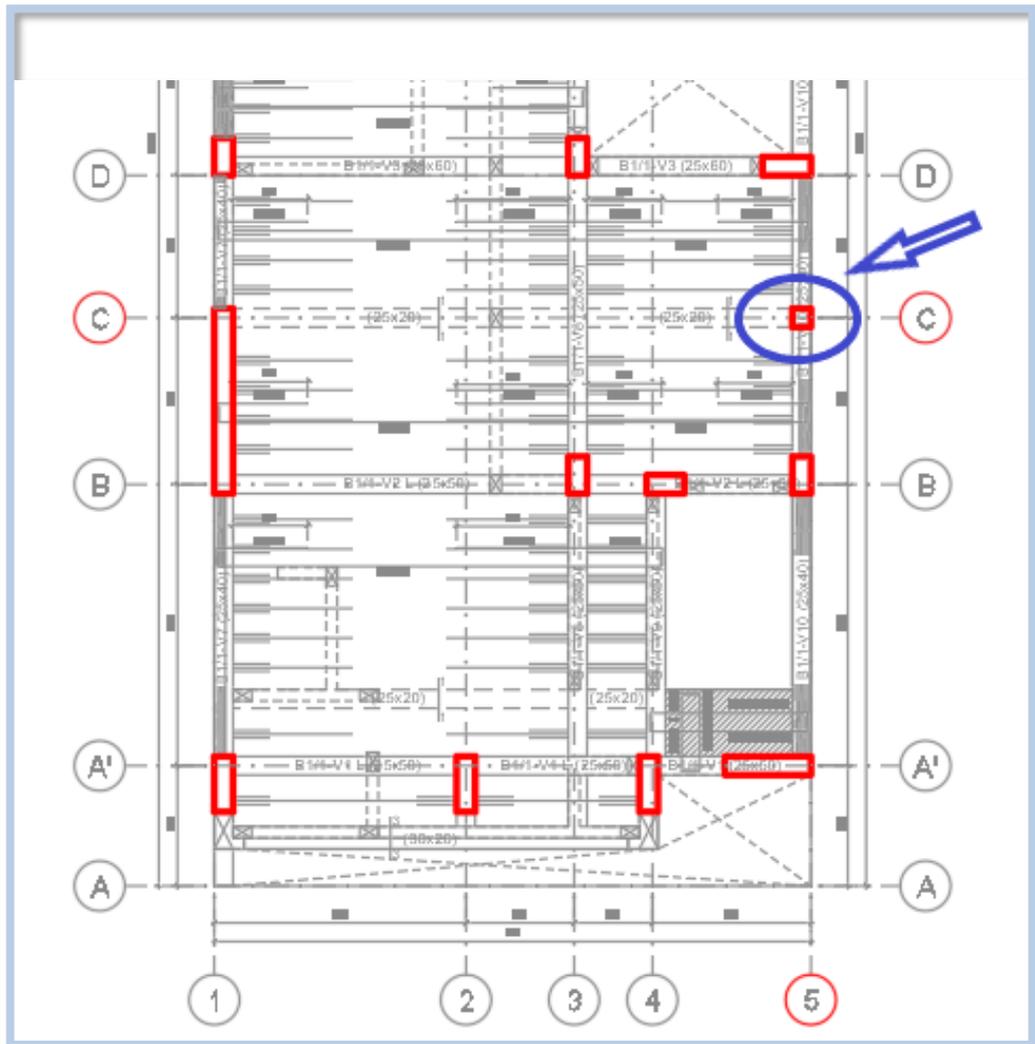
Debido que las columnas están sometidas a cargas de flexión y compresión (flexocompresión), se analizan simultáneamente para verificar cuál de las dos cargas es la que influye en el dimensionamiento. Para ello la norma E060 indica que para las columnas que se encuentran sujetas a flexocompresión que resistan fuerzas sísmicas, debe tener un ancho mínimo de 0.30m y que la relación entre las dimensiones menor a mayor de la sección transversal de la columna deberá ser como mínimo 0.4.

Antonio Blanco Blasco indica que la columna es sometida a cargas de flexión y cargas axiales, para reducir los momentos en las columnas debido a los esfuerzos sísmicos, se recomienda diseñar sistemas mixtos de pórticos y muros de corte. De este modo para edificaciones que contengan muros de corte en dos direcciones, donde la rigidez lateral y la resistencia son controladas por los muros, se recomienda dimensionar en función a la siguiente fórmula:

$$\text{Área de la columna} = \frac{P \text{ servicio}}{(0.45 f'c)}$$

Para el desarrollo se consideró la columna con mayor carga axial, es decir la carga que actúa a lo largo del eje longitudinal que produce un esfuerzo uniforme. Para el desarrollo del cálculo, consideramos la columna más crítica la cual se encuentra entre los ejes "C-C" y "5-5".

*Imagen 011 – Columna con mayor carga axial. Fuente elaboración propia + AutoCAD*



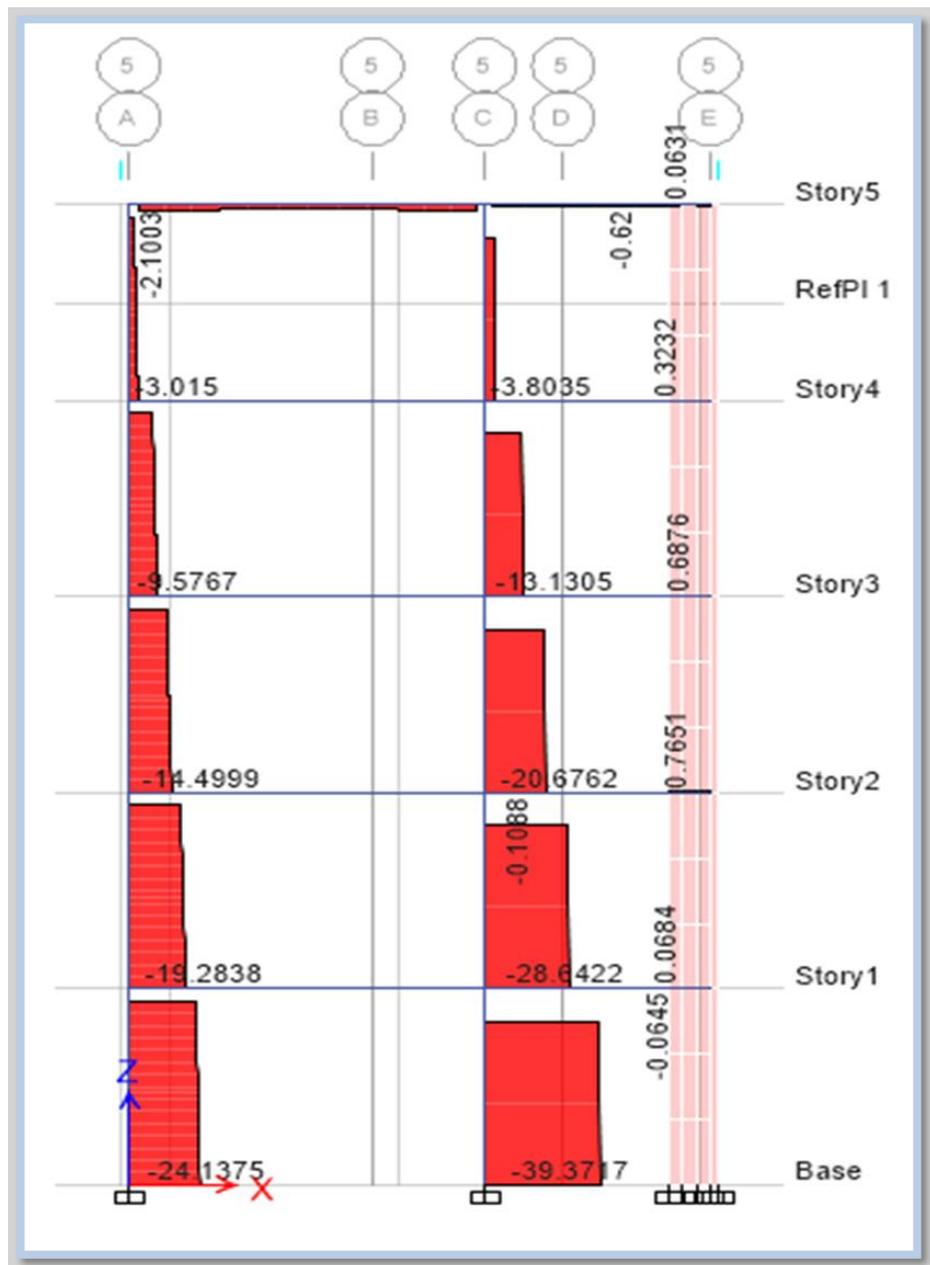
Gracias al desarrollo en el programa ETABS (Ver imagen adjunta) tenemos que la carga de servicio es de 39.3717Tn equivalente a 39,371.7kg, como máxima carga axial.

Reemplazando obtenemos:

$$\text{Área de Columna} = \frac{39,371.7 \text{ kg}}{0.45 \times 210 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\text{Área de Columna} = 416.63 \text{ cm}^2$$

Imagen 012 – Columna con mayor carga axial. Fuente elaboración propia + ETABS



Según lo calculado se planteó colocar columnas que puedan soportar la máxima carga axial calculada por el programa ETABS, para ello se colocaron dimensiones de columnas que superen el área requerida, para mayor entendimiento se detalla en el siguiente cuadro:

*Tabla 026 - Predimensionamiento de Columna. Fuente elaboración propia*

<b>Bloque</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Área (cm)</b>	<b>Tipo</b>
BLOQUE 1	23	23	529	0.23x0.23
BLOQUE 1	23	37	851	0.23x0.37
BLOQUE 1	23	47	1081	0.23x0.47

#### **F) Placas o muros estructurales**

La inclusión de placas o muros estructurales fueron necesarios para la absorción de la cortante basal, para que pueda absorber la acumulación progresiva de las fuerzas cortantes correspondientes a cada piso. Las fuerzas sísmicas de cada piso se acumulan conforme nos acercamos a la base y la longitud de la placa es la encargada de absorber un porcentaje de la cortante basal. La norma E030 indica las siguientes consideraciones:

- Para un sistema de pórticos, la placa absorbe el 20% de la cortante basal.
- Para un sistema mixto o dual, la placa absorbe entre el 20 al 70% de la cortante basal.
- Para un sistema de muros estructural, la placa absorbe 70% de la cortante basal.

Francis D. K. Ching y Adams Cassandra, recomiendan las siguientes consideraciones en relación a los espesores mínimos para las placas:

Placas estructurales:

- Mínimo 150 mm (6") para muros de carga o 1/25 de la altura entre los elementos rigidizantes con las losas.
- Mínimo 205 mm (8") para muros empleados bajo el nivel de terreno natural, como sótanos.

Placas no estructurales:

- Mínimo 100 mm (4") para muros sin carga o 1/36 de la altura de pandeo o de la longitud entre elementos rigidizantes.
- Mínimo 51 mm (2") para muros divisorios interiores sin carga que no se usen como elementos de cortante.
- Mínimo 150 mm (6") para muros sencillos (sin refuerzo) con una relación de altura a espesor menor que 22.

Tomando en cuenta las consideraciones usamos una placa de 0.25m. Determinado el espesor de la placa nos disponemos a calcular la cortante basal:

$$V = \frac{ZUCS}{R}P$$

Dónde:

V = Cortante basal

Z = Factor de zona, según lo calculado es 0.45

U = Factor de uso de la edificación, según lo calculado es 1.00

C = Factor de amplificación sísmica, según lo calculado es 2.5

S = Factor o parámetro de suelo, 1.10

R = Sistema estructural, según lo calculado es 6

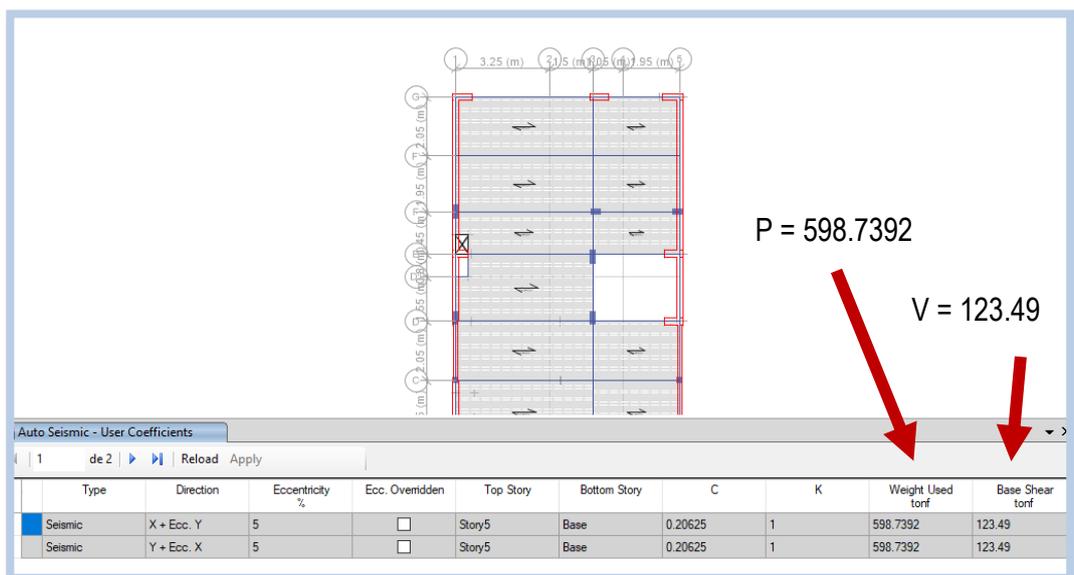
P = Peso de la edificación

Reemplazando:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P = \frac{(0.45)(1)(2.5)(1.1)}{6} P = 123.49 \text{ Ton}$$

Comparando con el resultado obtenido del cálculo con el programa ETABS, obtenemos que la cortante basal es igual a 123.49 Ton y el peso de la edificación es de 598.7392 Ton, según se indica en la siguiente imagen:

*Imagen 013 – Peso de la edificación y cortante basal. Fuente elaboración propia + ETABS*



Conocidos los valores de la cortante basal y el peso de la edificación, se procedió a calcular el corte de un elemento estructural, el cual se rige a la siguiente expresión:

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b d$$

Dónde:

$f'_c$  = Resistencia del concreto, según lo prescrito es 210kg/cm<sup>2</sup>

$\phi$  = Factor de reducción al corte, según lo prescrito es 0.85

b = Espesor del muro, según lo calculado 25cm

d = peralte de la longitud del muro, donde peralte es 0.8L

Reemplazando estos valores obtenemos:

$$123.49 = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} 25 \times 0.8 L$$

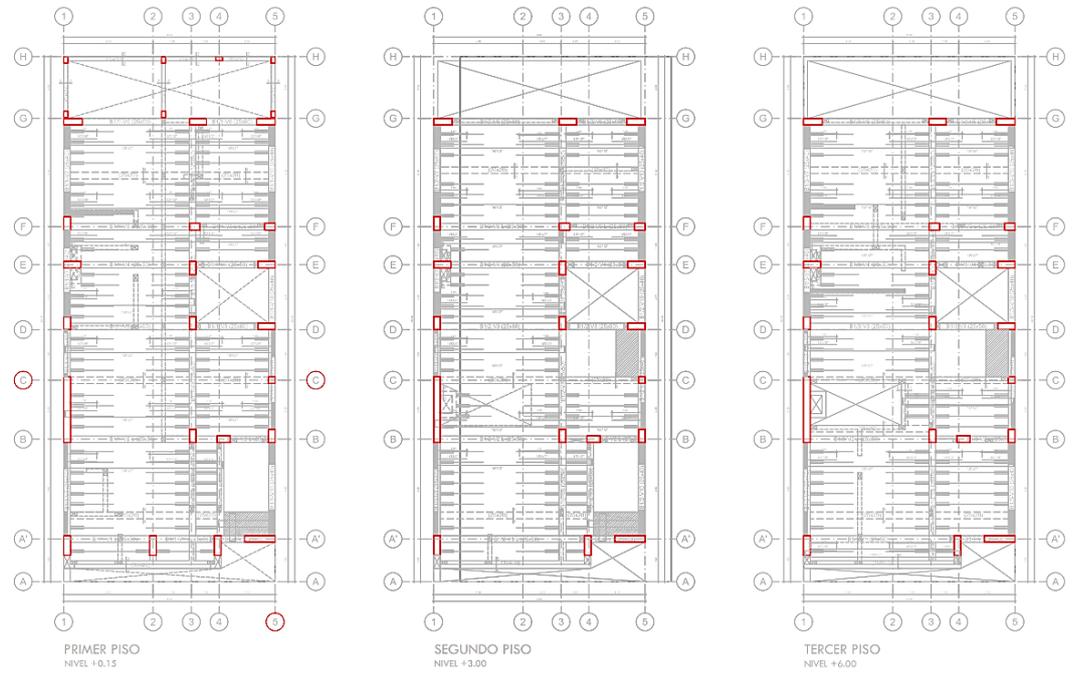
$$L = \frac{123.49 \times 10^3}{0.85 \times 0.53 \sqrt{210} \times 25 \times 0.8} = 945.795 \text{ cm} = 9.46 \text{ m}$$

El resultado nos indica que la edificación necesita como mínimo 9.46m de placa en total, las cuales distribuiremos para ambos ejes,

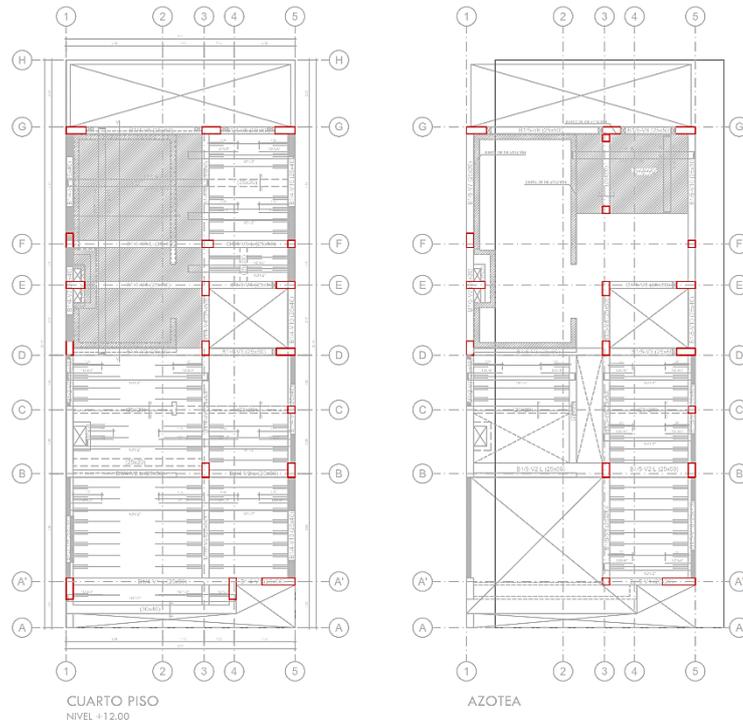
*Tabla 027 – Longitud total de placas en la edificación por piso. Fuente elaboración propia*

Placa	Longitud	Cantidad	Longitud Final
PL1	1.15	1	1.15
PL2	0.75	3	2.25
PL3	0.7	2	1.4
PL4	0.65	6	3.9
PL5	2.5	1	2.5
		TOTAL	11.2

*Imagen 014 – Distribución de Placas y Columnas, pisos 1, 2 y 3. Fuente elaboración propia + AutoCAD*



*Imagen 015 - Distribución de Placas y Columnas, pisos 4 y azotea. Fuente elaboración propia + AutoCAD*



## G) Cimientos (zapata)

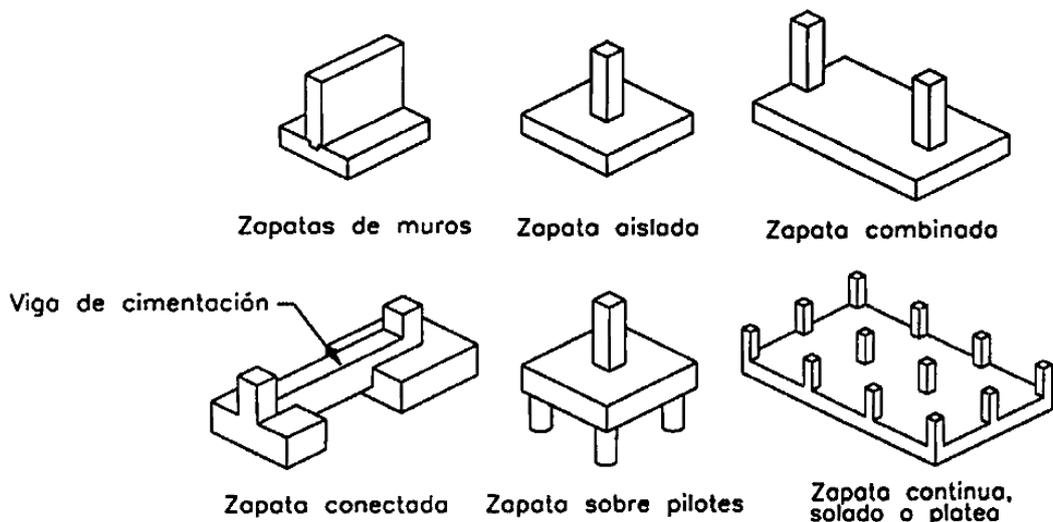
La cimentación es la que recibe todo el peso de la edificación, debido que el peso de la losa es transmitido a la viga, esta a su vez transmite el peso a la columna, la columna transmite el peso a la cimentación y finalmente la cimentación se encarga de transmitir todo el peso de la edificación al terreno.

Las cargas como las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos producen un esfuerzo en el terreno, este valor debe ser menor al esfuerzo admisible del terreno, dicho valor es 19.6Ton/m<sup>2</sup>, valor proporcionado por el EMS.

Existen diferentes tipos de cimentaciones, los cuales varían en función a las características presentadas por el terreno y factores del mismo.

Estos pueden ser la resistencia a la compresión, cargas que soportan las columnas, presencia de napa freática y su ubicación dentro de la zona de influencia y profundidad de la cimentación de las edificaciones aledañas.

*Imagen 016 – Tipos de cimentación. Fuente Ovidio Serrano Zelada*



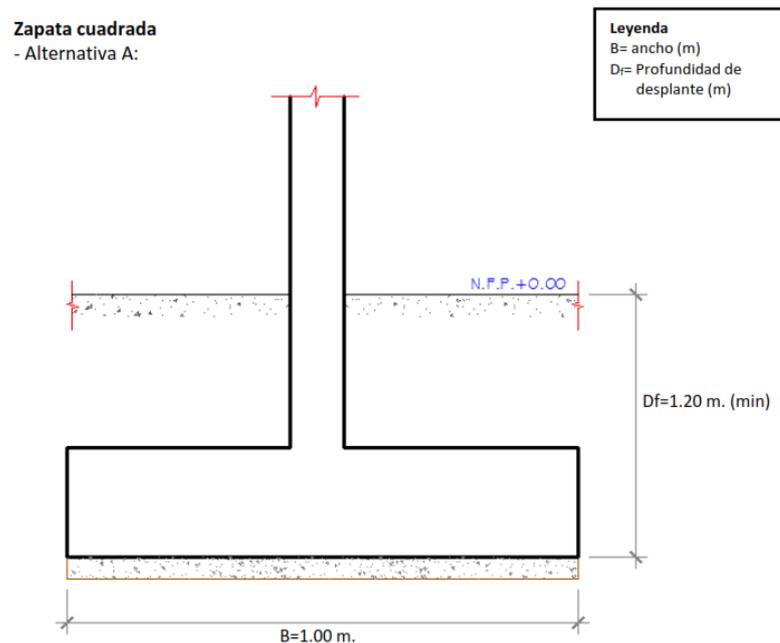
Para poder definir las dimensiones de la zapata se realizó el predimensionamiento, en función a la carga de servicio y el esfuerzo admisible del terreno.

### Dimensionamiento de la zapata

Para el predimensionamiento de la zapata solo nos basamos en las cargas vivas y muertas, teniendo en cuenta que la presión admisible del terreno no debe ser sobrepasada. Las dimensiones de la zapata están en función a las cargas transmitidas por las columnas, placas y muros, de igual modo se consideró la capacidad admisible del terreno.

El EMS recomienda las siguientes dimensiones para zapata y cimiento corrido, donde “Df” es la altura de desplante y “B” es el ancho de la zapata:

*Imagen 017 – Alternativa de zapata cuadrada. Fuente EMS*

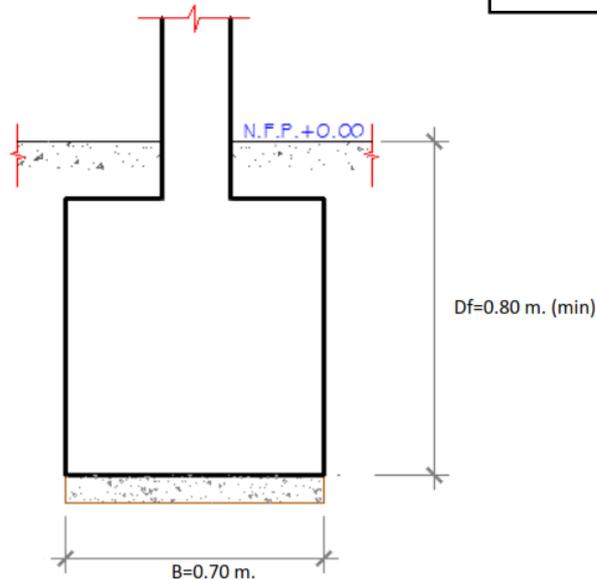


Para el proyecto utilizaremos una altura o peralte de zapata de 0.60m para todas las zapatas.

Imagen 018 – Alternativa de cimiento corrido. Fuente EMS

Cimiento Corrido  
- Alternativa B:

**Leyenda**  
B= ancho (m)  
D<sub>f</sub>= Profundidad de  
desplante (m)



Cada columna genera un peso sobre la zapata que lo contiene, al procesarlo en el modelamiento con el programa ETABS se amplifican las cargas con las combinaciones de cargas. Para el cálculo del área correspondiente de cada zapata, primero se calcula el peso de servicio que está soportando cada columna, en función a esos valores se determina el área de la zapata siguiendo la siguiente fórmula:

$$q_{adm} = \frac{P_u}{A_z}$$

Dónde:

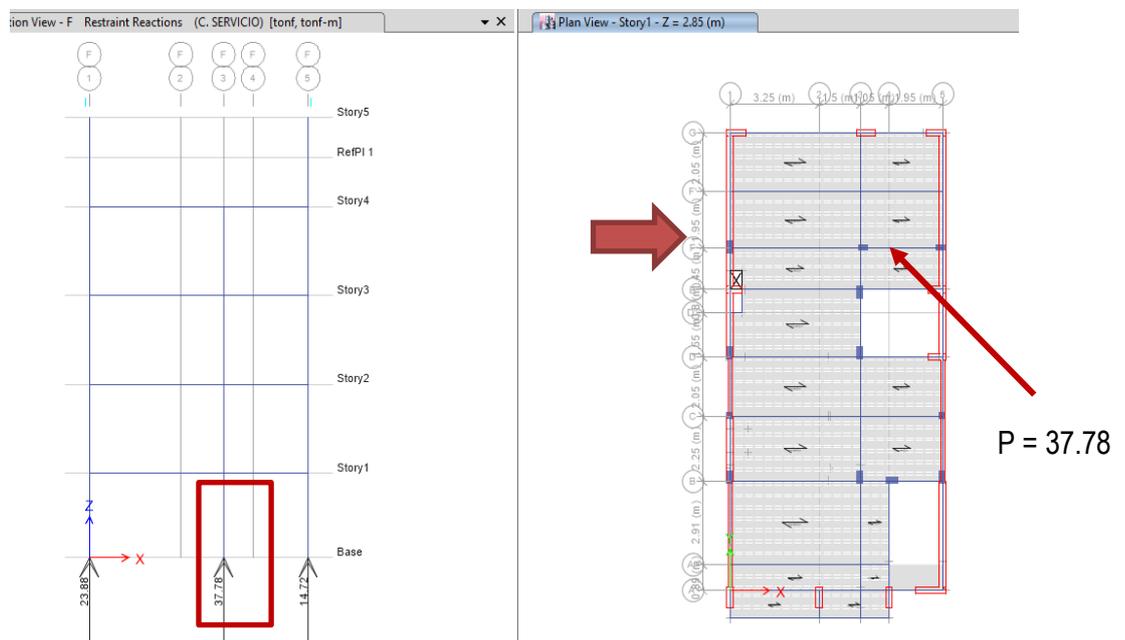
$q_{adm}$  = Presión admisible de trabajo, según EMS es igual a 19.7 Ton/m<sup>2</sup>

$P_u$  = carga de servicio, sumatoria de la Carga muerta + la Carga viva que es soportada por cada columna

$A_z$  = área de la cimentación

Gracias al programa ETABS podemos obtener los valores de carga viva y carga muerta a los que está sometida cada columna. Como verificación tomamos los valores de la carga de servicio para una zapata céntrica, columna eje "F-3" con una carga de 37.78 Ton/m<sup>2</sup> según cálculo en el programa ETABS, como se indica en la siguiente imagen:

Imagen 019 – Carga muerta y carga viva en ejes "F-F/1-5". Fuente elaboración propia + ETABS



Reemplazando los valores obtenemos:

$$19.7 = \frac{37.78}{A_z}$$

$$A_z = \frac{37.78}{19.7} = 1.92 \text{ m}^2$$

Definido el valor del área de la zapata se procedió a demostrar que tanto como el ancho como el largo de la zapata cumplen con la siguiente expresión:

$$B \text{ y } L = \sqrt{A_z} \pm \frac{(B_c - L_c)}{2}$$

Dónde:

$A_z$  = Área de la zapata

$B_c$  = Ancho de la columna, según lo calculado 0.25m

$L_c$  = Largo de la columna, según lo calculado 0.40m

Reemplazando:

$$B = \sqrt{1.92} + \frac{(0.40 - 0.25)}{2} = 1.46 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{1.92} - \frac{(0.40 - 0.25)}{2} = 1.31 \text{ m}$$

Obtenidas las dimensiones mínimas que deberá tener la zapata para soportar las cargas de servicio, se establecen los valores ideales para el ancho y largo de la zapata, considerando para el ancho un valor de 1.85m y para el largo un valor de 1.80m. Posteriormente se procedió a calcular la presión que genera la zapata sobre el terreno para verificar que no sobrepase la presión admisible del mismo (19.70Ton/m<sup>2</sup>):

$$w_{uz} = \frac{P_u}{A_z} = \frac{37.78}{1.85 \times 1.80}$$

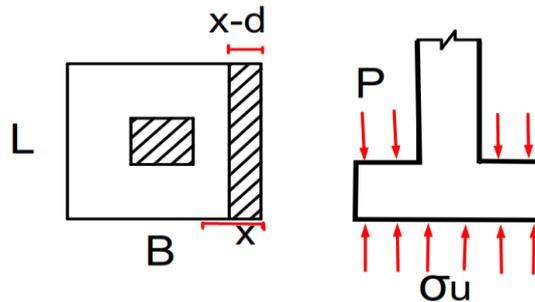
11.35 Ton/m<sup>2</sup> < 19.70 Ton/m<sup>2</sup> ► Conforme

### **Diseño por cortante**

En el diseño por corte las cimentaciones se pueden estudiar como losas con comportamientos en dos direcciones (corte por punzonamiento) o como vigas chatas y anchas (corte por flexión).

La norma E060 indica que la resistencia al corte de los elementos peraltados es asumida por el concreto junto con el acero de los estribos, asumiendo que la zapata actúa como una viga, en la que contiene una sección crítica ubicada a una distancia “d” de la cara de la columna o placa.

*Imagen 020 – Diseño por corte de una zapata rectangular. Fuente elaboración propia en base a la norma E060*



Donde:

$d$  = Peralte efectivo de la sección, igual a “h-10” (en cm)

$h$  = Peralte total de la zapata, predimensionando en 60cm

$B$  = Ancho de la zapata en la dirección al análisis

$L$  = Largo de la zapata en la dirección al análisis

### **Diseño por punzonamiento**

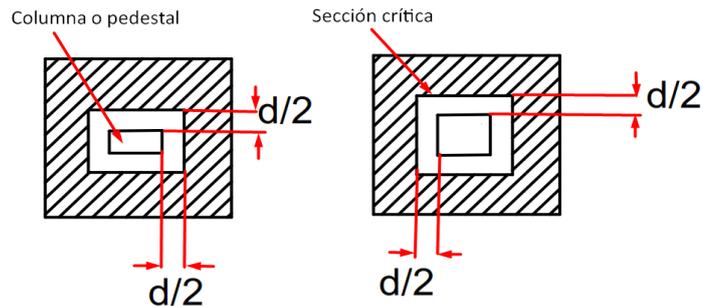
Para definir el peralte de la zapata, el cual debe ser como mínimo 0.60m, se debe partir desde la altura mínima requerida, de este modo aseguramos que desarrolle la longitud de anclaje en los elementos verticales. Para el cálculo se asumió que el peralte efectivo “d” será igual a:

$$d = h - 10\text{cm}$$

Reemplazando se obtuvo que el peralte efectivo  $d = 50\text{cm}$ .

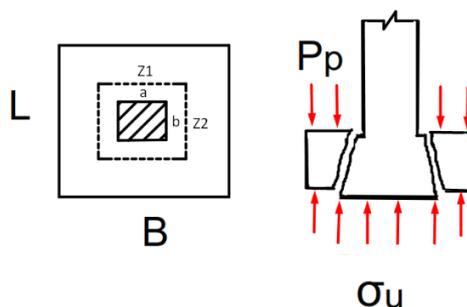
Para definir la sección crítica se asumió que la zapata actúa como una losa en dos direcciones, cuya sección crítica se encuentra perpendicular al plano de la losa, dicha sección crítica está ubicada a “ $d/2$ ” de la cara de la columna la cual contiene un perímetro mínimo “ $d$ ”.

*Imagen 021 – Sección crítica para el diseño por punzonamiento. Fuente elaboración propia en base a la norma E060*



Se debe tener en cuenta que los esfuerzos calculados no deben sobrepasar la capacidad portante del suelo, ni tener esfuerzos en tracción. Una vez obtenido el diseño se tomará el máximo valor obtenido después de amplificar las cargas actuantes “ $P_u$  máximo” Para definir el peralte efectivo se consideró que este debe resistir el cortante por penetración (punzonamiento), según indica Roberto Morales en el libro de Diseño de Concreto armado – capítulo Cimentaciones. Se asume que el punzonamiento es resistido por el área que conforma “ $Z_1$ ” y “ $Z_2$ ”, por ello es denominada como la sección crítica, para mayor entendimiento se tiene la siguiente imagen:

*Imagen 022 – Diseño por punzonamiento de una zapata rectangular. Fuente elaboración propia en base a la norma E060*



Para el cálculo de la cortante por punzonamiento actuante nos regimos a la siguiente expresión:

$$V_u = P_u - q_{adm} (Z_1 + Z_2)$$

Dónde:

$V_u$  = Cortante por punzonamiento actuante, según lo calculado por el programa ETABS es 37.78 Ton.

$q_{adm}$  = Presión admisible, según EMS 19.7 Ton

$Z_1$  = Sección crítica. Largo de la columna más "d", calculando: (0.50+d)

$Z_2$  = Sección crítica. Ancho de la columna más "d", calculando: (0.25+d)

$d$  = Peralte efectivo de la cimentación, según lo calculado 0.50m

Reemplazando:

$$V_u = 37.78 - 19.7x (0.50 + d + 0.25 + d)$$

$$V_u = 37.78 - 19.7x (0.75 + 2(0.50)) = 3.305 \text{ Ton}$$

Para poder definir el peralte efectivo de la zapata debe cumplir la siguiente expresión:

$$V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} b x d \dots (1)$$

$$b = 2 (0.80 + d) + 2(0.55 + d) = 2.7 + 4d \dots (2)$$

Dónde:

$V_c$  = resistencia del concreto al cortante por punzonamiento

$b$  = Perímetro del punzonamiento

$d$  = Peralte efectivo de la cimentación, según lo calculado 0.50m

$f'_c$  = Resistencia del concreto

Reemplazando (1) y (2):

$$V_c = 1.06 \sqrt{f'_c} (2.7 + 4d) \times d$$

$$V_c = 1.06 \sqrt{210} (2.7 + 4(0.50)) \times (0.50) = 36.10 \text{ Ton}$$

El cálculo por punzonamiento debe cumplir la siguiente expresión:

$$V_n \leq V_c$$

Dónde:

$V_n$  = Cortante nominal

$V_c$  = Resistencia del concreto al cortante por punzonamiento

$V_u$  = Cortante por punzonamiento actuante

$\phi$  = Resistencia al diseño (factor de seguridad), según lo calculado tiene un valor de 0.85

Reemplazando:

$$V_n \leq V_c$$

$$\frac{V_u}{\phi} \leq V_c$$

$$\frac{3.305}{0.85} = 3.89 \leq 36.10 \quad \blacktriangleright \text{Cumple}$$

#### 4.2.5.2. Resumen del predimensionamiento

La altura proyectada es de 2.85m en el 1er piso y 3.00 m en el resto de pisos, con un techo máximo de +15.000 m sobre la vía pública. El sistema estructural planteado consiste en:

- En el eje “X”, cuenta con un sistema de muros estructurales, en combinación con columnas, vigas, muros entre sí, pero con predominancia de muros estructurales las cuales absorben más del 70% de la cortante en la base.
- En el eje “Y”, cuenta con un Sistema de Muros Estructurales y albañilería estructural en el perímetro de la estructura, en combinación con columnas, vigas, muros entre sí, pero con predominancia de muros estructurales las cuales absorben más del 70% de la cortante en la base.
- Se tiene 3 secciones de columnas: Cuadrada de 0.23x0.23 m. Rectangular de 0.23x0.37 m., 0.23x0.47 m.
- Se tiene 5 Secciones de placa con Núcleos en los extremos: PL1(0.23x1.12), PL2(0.23x0.72), PL3(0.23x0.67), PL4(0.23x0.62), PL5(0.23x2.47).
- El diafragma rígido está compuesto por una losa aligerada de 20 cm. En el primer, segundo, tercer, cuarto piso. Y una combinación de losa maciza donde se encontrará la piscina y aligerada para el resto del quinto piso.

#### 4.2.6. Medrado de cargas

Para el medrado de cargas aplicadas a la estructura se consideran las cargas de gravedad, carga vida y carga muerta, para ello se considera un ancho unitario de 1.0m donde la resistencia requerida (U) se regirá a lo siguiente:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

Donde:

U = Resistencia requerida

CM = Carga Muerta

CV = Carga Viva

Según la norma E020 para el medrado de cargas se consideran las zonas de influencia (área tributaria) donde se separa la carga viva de la carga muerta, los siguientes pesos unitarios:

- Peso específico del concreto armado 2,400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico de la tabiquería 120 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico de acabados 100 kg/m<sup>2</sup>
- Peso específico de la losa e=0.20m 300 kg/m<sup>2</sup>

Para el análisis usamos el programa ETABS, para ello se colocaron las cargas de gravedad y se definieron las cargas sísmicas. Para el modelamiento se colocaron las dimensiones de los elementos, definiendo también la densidad del concreto para poder tener una idea más real de cómo se comportará la estructura en conjunto, ante la presencia de sismos.

#### 4.2.6.1. Determinación de masa de la estructura para las fuerzas sísmicas

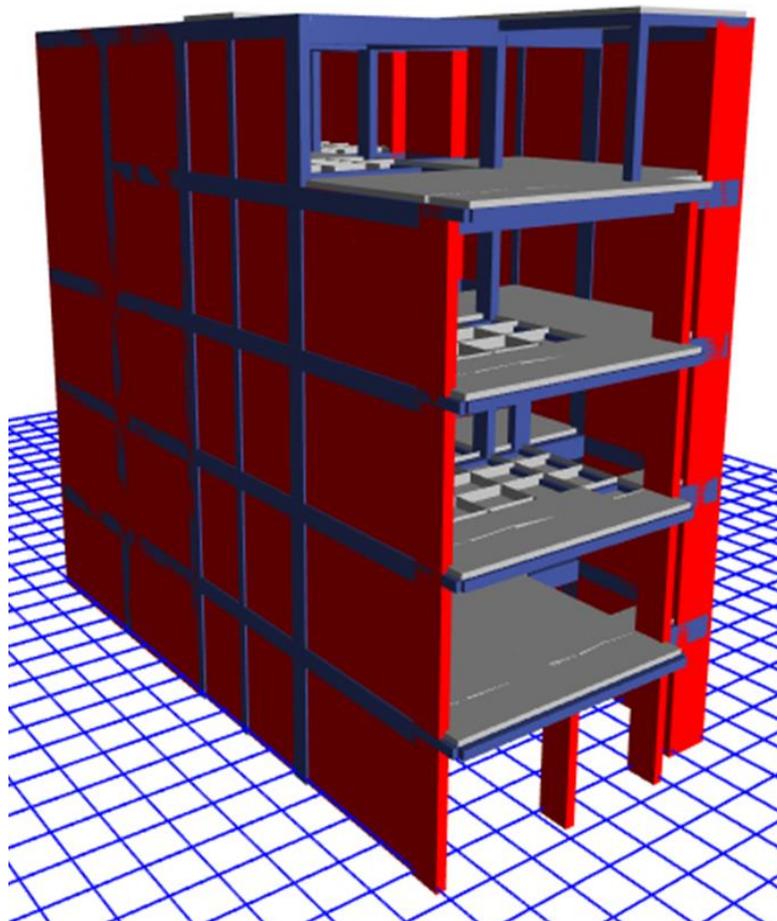
Según indica la norma E0.30 para la determinación de la masa de la estructura para las fuerzas sísmicas, se considera lo siguiente:

100% de la carga muerta + 25% de la carga viva

#### 4.2.6.2. Modelamiento de la estructura

EL modelo de la estructura está formado por elementos en tres dimensiones, para brindar una mayor realidad en cuanto al comportamiento estructural. Se utiliza el programa ETABS para el modelamiento estructural.

*Imagen 023 - Vista en 3D del modelamiento. Fuente elaboración propia + ETABS*



#### 4.2.7. Análisis sísmico

La norma E030 de Diseño Sismo Resistente, para en análisis estructural se puede emplear el análisis estático y dinámico, para efectos de diseño consideramos las referencias del RNE y las especificaciones del ACI.

Debido que los elementos verticales están conectados con diafragmas horizontales, se realiza un modelo matemático tridimensional, los cuales se presumen infinitamente rígidos en sus planos. La norma E030 indica que para cada dirección se considera una excentricidad accidental de 0.05 veces la dimensión de la edificación en dirección perpendicular a la acción de la fuerza. Según los lineamientos de la norma E030 se calcularon los parámetros sísmicos en el capítulo “Parámetros de suelo”, para facilidad de entendimiento se tiene la siguiente tabla:

Tabla 028 – Resumen de parámetros del suelo. Fuente elaboración propia

FACTOR	NOMENCLATURA	CLASIFICACIÓN CATEGORIA TIPO	VALOR	JUSTIFICACIÓN
ZONA	Z	4	0.45	Zona sísmica 4
USO	U	C	1.00	Vivienda Unifamiliar-Multifamiliar
SUELO	S	S3	1.10	Suelos Blandos
		T <sub>F</sub> (s)	1.00	
		T <sub>L</sub> (s)	1.60	
COEFICIENTE DE REDUCCIÓN	R <sub>x</sub>	Muros estructurales	6.00	Mayor de 70% de la cortante la absorben los muros.
	R <sub>y</sub>	Muros estructurales	6.00	Mayor de 70% de la cortante la absorben los muros.

#### 4.2.8. Irregularidades estructurales

##### 4.2.8.1. Irregularidad de rigidez – Piso blando

Tabla 029 - Irregularidad de rigidez. Fuente Norma E030

Existe un factor de irregularidad para piso blando cuando en un entrepiso, la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior a este, o es menor que el 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores.

Siguiendo lo indicado en la norma E030 se calculó mediante el programa ETABS, la presencia de irregularidad tanto en sentido “X” como en “Y”.

Tabla 030 – Irregularidad en el eje “X”. Fuente elaboración propia + ETABS

IRREGULARIDAD EN EJE “X”					
PISO	ALTURA (m)	DESPLAZ. PROMEDIO (m)	DERIVA	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ- PISO BLANDO	
4	3	0.015297	0.001185667	1.241495642	NO EXISTE IRREGULARIDAD
3	3	0.01174	0.001472	1.069519928	NO EXISTE IRREGULARIDAD
2	3	0.007324	0.001574333	0.779693995	NO EXISTE IRREGULARIDAD
1	2.85	0.002601	0.000912632		
BASE	0	0			

Tabla 031 – Irregularidad en el eje “Y-Y”, Fuente elaboración propia + ETABS

Y-Y					
PISO	ALTURA (m)	DESPLAZ. PROMEDIO (m)	DERIVA	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ- PISO BLANDO	
4	3	0.001393	0.000100333	1.212624585	NO EXISTE IRREGULARIDAD
3	3	0.001092	0.000121667	1.095890411	NO EXISTE IRREGULARIDAD
2	3	0.000727	0.000133333	0.783928571	NO EXISTE IRREGULARIDAD
1	2.85	0.000327	7.79E-05		
BASE	0	0			

#### 4.2.8.2. Irregularidad de masa

Según la norma E030 la irregularidad de masa o peso se presenta cuando el peso de un piso es mayor que 1.5 veces el peso del piso superior, se

tiene en cuenta que este criterio no es aplicado en azoteas o en sótanos. Según lo indicado se obtuvieron los siguientes resultados por piso:

Tabla 032 – Irregularidad de masa. Fuente elaboración propia + ETABS

IRREGULARIDAD DE MASA POR PISO				
PISO	MASA POR PISO (TON-S <sup>2</sup> /M)	GRAVEDAD M/S <sup>2</sup>	PESO (TON)	IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
4	12.60859	9.806652	123.65	1.090806347
3	13.75353	9.806652	134.88	0.992066764
2	13.64442	9.806652	133.81	1.017081708
1	13.87749	9.806652	136.09	0
BASE	0	9.806652	0	

Como se expresa en la tabla la edificación no presenta irregularidad de masa, debido que, para cada caso, el peso del piso de abajo no llega a ser mayor en 1.5 del peso del piso superior.

#### 4.2.9. Análisis dinámico

##### 4.2.9.1. Espectro de pseudo aceleración

Conforme indica la norma E030, se debe comparar la fuerza cortante mínima en la base con los resultados del análisis estático, para ejes “X” e “Y”, para calcular el espectro inelástico de pseudo aceleración se considera la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

Dónde:

S<sub>a</sub> = Espectro inelástico de pseudo aceleración

Z = Factor de zona, según lo calculado es 0.45

U = Factor de uso de la edificación, según lo calculado es 1.00

C = Factor de amplificación sísmica, este valor varía conforme varíe el coeficiente “T” (ver tabla 016 - Resultados del espectro de pseudo aceleración en “X” e “Y”), teniendo en cuenta que el valor de periodos es igual a  $T_p=1$  y  $T_L=1.60$ . Se calcularía el valor de “C” según las fórmulas prescritas en los capítulos anteriores y mencionadas en la norma E030.

Tabla 033 – Fórmulas para definir el factor “C”. Fuente Norma E030

$T < T_p$	$C=2.5$
$T_p < T < T_L$	$C=2.5(T_p/T)$
$T > T_L$	$C=2.5((T_p \cdot T_L) / T^2)$

S = Factor o parámetro de suelo, según lo calculado es 1.10

R = Sistema estructural, según lo calculado es 6

g = gravedad, para facilidades de cálculo y dado que la gravedad es aplicada a cada uno de los esfuerzos, se le considera como 1, esto para evitar que se dupliquen valores.

Reemplazando para el caso en que C sea igual a 2.5 tenemos:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g = \frac{(0.45)(1)(2.5)(1.1)}{6} 1 = 0.206 \text{ Ton}$$

De este modo podremos calcular la cortante basal tanto para “X” como para “Y” junto al factor de amplificación sísmica en función a la variación del coeficiente “T”.

Imagen 024 – Gráfica de espectro de pseudo aceleración en “X” e “Y”. Fuente producción propia

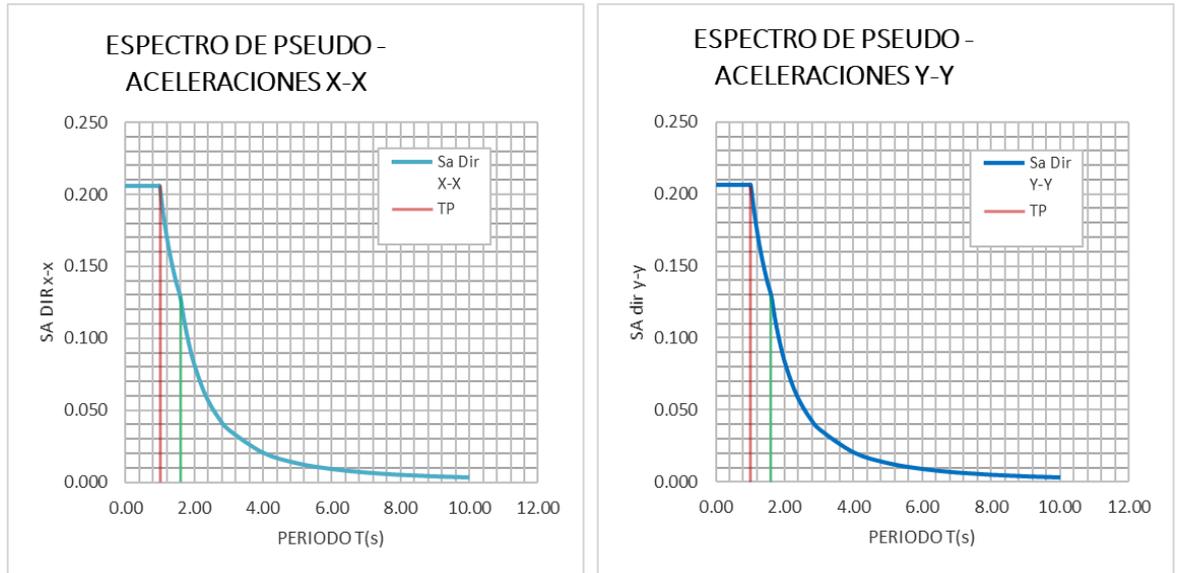


Tabla 034 – Resultados del espectro de pseudo aceleración en “X” e “Y”. Fuente elaboración propia

C	T	SA DIR X-X	SA DIR Y-Y
2.5	0	0.206	0.206
2.5	0.02	0.206	0.206
2.5	0.04	0.206	0.206
2.5	0.06	0.206	0.206
2.5	0.08	0.206	0.206
2.5	0.1	0.206	0.206
2.5	0.12	0.206	0.206
2.5	0.14	0.206	0.206
2.5	0.16	0.206	0.206
2.5	0.18	0.206	0.206
2.5	0.2	0.206	0.206
2.5	0.25	0.206	0.206
2.5	0.3	0.206	0.206
2.5	0.35	0.206	0.206
2.5	0.4	0.206	0.206
2.5	0.45	0.206	0.206
2.5	0.5	0.206	0.206
2.5	0.55	0.206	0.206

2.5	0.6	0.206	0.206
2.5	0.65	0.206	0.206
2.5	0.7	0.206	0.206
2.5	0.75	0.206	0.206
2.5	0.8	0.206	0.206
2.5	0.85	0.206	0.206
2.5	0.9	0.206	0.206
2.5	0.95	0.206	0.206
2.5	1	0.206	0.206
2.27	1.1	0.188	0.188
2.08	1.2	0.172	0.172
1.92	1.3	0.159	0.159
1.79	1.4	0.147	0.147
1.67	1.5	0.138	0.138
1.56	1.6	0.129	0.129
1.38	1.7	0.114	0.114
1.23	1.8	0.102	0.102
1.11	1.9	0.091	0.091
1	2	0.083	0.083
0.79	2.25	0.065	0.065
0.64	2.5	0.053	0.053
0.53	2.75	0.044	0.044
0.44	3	0.037	0.037
0.25	4	0.021	0.021
0.16	5	0.013	0.013
0.11	6	0.009	0.009
0.08	7	0.007	0.007
0.06	8	0.005	0.005
0.05	9	0.004	0.004
0.04	10	0.003	0.003

#### 4.2.9.2. Análisis dinámico en el programa ETABS

Una vez obtenido los valores de la cortante basal en eje “X” e “Y” se exportarán estos resultados al programa ETABS para el procesamiento de análisis. Para la “Función X” estableceré como nombre de carga “U1”, para la “Función Y” estableceré como nombre de carga “U2”,

Imagen 025 – Análisis dinámico para Función “X”. Fuente elaboración propia + ETABS

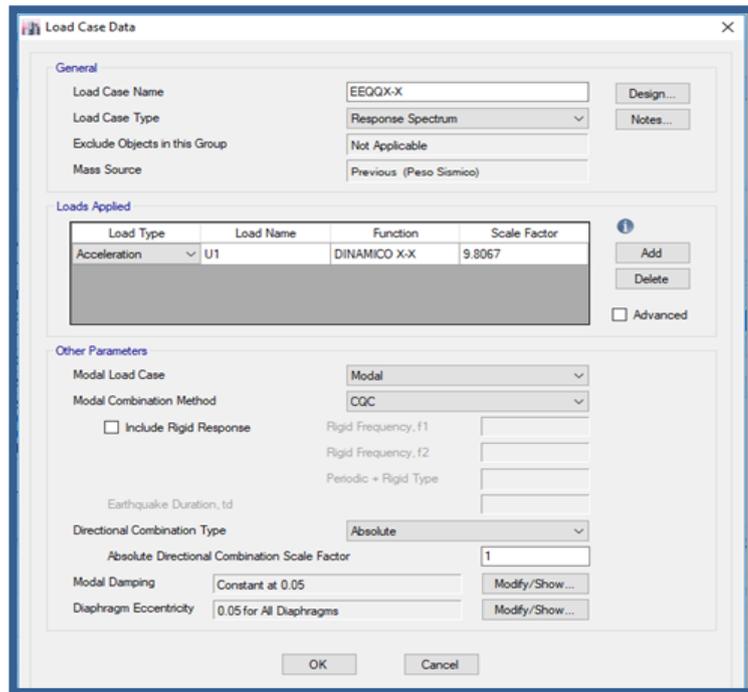
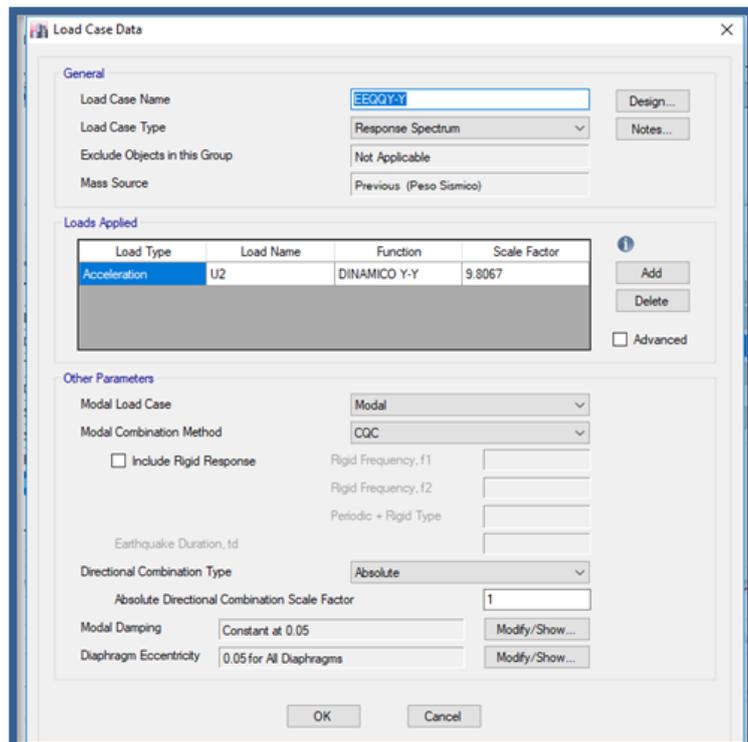


Imagen 026 – Análisis dinámico para Función “Y”. Fuente elaboración propia + ETABS



#### 4.2.9.3. Periodos y masa participante

Según la norma E030 para desarrollar un análisis dinámico modal espectral (el modo en el que vibra la estructura) se debe determinar los modos de vibración, los periodos de vibración y las masas participantes. Para calcularlos se debe seguir un análisis dinámico para 3 modos de vibración, simulando que la estructura se mueve como un péndulo en sentido “X”, “Y” y “Z Rotacional”, de este modo al someterlo a los esfuerzos estáticos y dinámicos podremos comparar el ratio de participación para cada uno de los sentidos, para posteriormente verificar si el modelo está mal diseñado o si presenta cargas mal colocadas. Para un sistema aporricado el análisis estático de los elementos (parapetos, columnas, vigas) tienen un desplazamiento y el análisis estático debe cumplir el 90% de participación. Los porcentajes que se muestran en la siguiente tabla representan la forma en la que el elemento se desplaza en los diferentes modos al ser sometido a los esfuerzos dinámicos y estáticos. Al realizar el modelamiento se debe tener porcentajes equitativos mayores a 90% en los 3 modos de vibración, de lo contrario es un indicativo que las cargas están mal colocadas o que las vigas no se encuentran colocadas en los nudos.

*Tabla 035 - Ratios de participación de carga modal. Fuente elaboración propia + ETABS*

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	99.98	95.68
Modal	Acceleration	UY	99.75	92.52
Modal	Acceleration	UZ	99.98	95.68

Una vez calculado los ratios de participación y verificando que el porcentaje se encuentra acorde a lo indicado en la norma E030 (mayor a 90% de participación) procedemos a calcular los modos de vibración por piso, recordando que se presentan 3 modos de vibración por cada piso, para 5

pisos obtendríamos 15 modos de vibración, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

*Tabla 036 - Periodos y frecuencias modales, Modos de vibración por piso.*

*Fuente producción propia + ETABS*

TABLE: Modal Periods and Frequencies					
Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	CYC/SEC	rad/sec	rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
Modal	1	0.44	2.271	14.2676	203.5657
Modal	2	0.172	5.825	36.5967	1339.3194
Modal	3	0.144	6.961	43.7377	1912.9888
Modal	4	0.134	7.485	47.0324	2212.0513
Modal	5	0.092	10.893	68.4404	4684.087
Modal	6	0.086	11.679	73.3812	5384.8017
Modal	7	0.082	12.179	76.5199	5855.2935
Modal	8	0.068	14.647	92.0308	8469.6711
Modal	9	0.06	16.543	103.9446	10804.4877
Modal	10	0.055	18.053	113.4324	12866.908
Modal	11	0.051	19.535	122.7402	15065.1459
Modal	12	0.044	22.595	141.9676	20154.8094
Modal	13	0.042	23.994	150.7564	22727.4817
Modal	14	0.041	24.437	153.5415	23574.9813
Modal	15	0.04	25.129	157.8923	24929.988

En la siguiente tabla verificaremos el porcentaje de participación para los 3 modos de vibración por piso:

*Tabla 037 - Ratios de masa de participación modal para 3 modos de vibración.*

*Fuente producción propia + ETABS*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
		sec						
Modal	1	0.44	0.7583	0.0001	0	0.75830	0.00010	0
Modal	2	0.172	0.0058	0.0052	0	0.76410	0.00530	0
Modal	3	0.144	0.1117	0.0008	0	0.87580	0.00620	0
Modal	4	0.134	0.0000	0.7881	0	0.87590	0.79430	0

Modal	5	0.092	0.0000	0.0063	0	0.87590	0.80050	0
Modal	6	0.086	0.0336	0.0006	0	0.90950	0.80110	0
Modal	7	0.082	0.0080	0.0006	0	0.91750	0.80170	0
Modal	8	0.068	0.0029	0.0020	0	0.92040	0.80370	0
Modal	9	0.06	0.0149	0.0054	0	0.93530	0.80910	0
Modal	10	0.055	0.0066	0.0007	0	0.94190	0.80970	0
Modal	11	0.051	0.0113	0.0196	0	0.95320	0.82940	0
Modal	12	0.044	0.0022	0.0363	0	0.95540	0.86570	0
Modal	13	0.042	0.0000	0.0594	0	0.95540	0.92510	0
Modal	14	0.041	0.0013	0.0000	0	0.95680	0.92510	0
Modal	15	0.04	0.0000	0.0001	0	0.95680	0.92520	0
			95.67%	92.52%				

Mayor porcentaje de participación de carga en “X” para el “modo 1”. Los resultados resaltados en el “modo 1”, periodo de vibración 0.44 segundos, en el cuadro del eje “X”, significa que cuando la estructura cumple un periodo de vibración y demora 0.44 seg, en el eje “X” participa un 75.83% del peso de toda la estructura y ahí se concentra la vibración, representando que en dicho modo crítico que los elementos en “X” son los que van a trabajar más.

Mayor porcentaje de participación de carga en “Y” para el “modo 4”. Los resultados resaltados en el “modo 4”, periodo de vibración 0.134 segundos, en el cuadro del eje “Y”, significa que en dicho eje hay una participación de 78.81% del peso de la estructura, quiere decir que los muros más representativos ante ese periodo de vibración, se encuentran en el eje “Y”.

La siguiente tabla es una continuación de la tabla anterior, la cual representa los 3 modos de vibración por piso, para el caso de rotación:

*Tabla 038 - Ratios de masa de participación modal para rotación en los 3 modos de vibración. Fuente elaboración propia + ETABS*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
0.000033	0.2549	0.0013	0.000033	0.2549	0.0013
0.0016	0.0011	0.7676	0.0017	0.256	0.7688
0.0004	0.424	0.019	0.0021	0.68	0.7878

0.2144	0.0006	0.0039	0.2165	0.6806	0.7917
0.0012	0.0000159	0.0003	0.2176	0.6806	0.7921
0.0006	0.077	0.0076	0.2183	0.7576	0.7997
0.001	0.0162	0.0088	0.2192	0.7738	0.8085
0.0011	0.0035	0.0204	0.2204	0.7773	0.8289
0.014	0.0344	0.0037	0.2344	0.8117	0.8326
0.0079	0.0117	0.0533	0.2423	0.8234	0.8859
0.0944	0.0307	0.0221	0.3367	0.8541	0.9081
0.1689	0.0082	0.00000914	0.5056	0.8623	0.9081
0.2684	0.0000157	0.0133	0.774	0.8623	0.9214
0.000012	0.0048	0.0008	0.774	0.8672	0.9223
0.0003	0.00000191	0.0007	0.7744	0.8672	0.9229

#### 4.2.10. Análisis estático

Se calcula la cortante basal estática, para ello se usaron los valores obtenidos precedentemente, de este modo se define el peso de la estructura “P” y el factor de amplificación sísmica “C”.

##### 4.2.10.1. Peso de la estructura

La norma E030 indica que, dentro de la etapa de Análisis Estructural, indica que se puede determinar el peso “P” para el cálculo de la fuerza sísmica adicionando a la carga permanente total (carga que actúa en toda la vida útil de la edificación) un porcentaje de la carga viva la cual depende del uso y categoría de la edificación, como se detalla a continuación:

*Tabla 039 – Consideraciones para la fuerza sísmica adicional. Fuente Norma E030*

✓ Edificaciones de categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
✓ Edificaciones de categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
✓ Para depósitos, se toma el 80% del peso total que pueda almacenar.
✓ En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

✓ En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que pueda contener.

Según lo prescrito, nuestra edificación clasifica a una categoría “C” por tal motivo se consideró para el análisis sísmico el 25% de la carga viva.

$$100\%CM + 25\%CV$$

Para el caso de azoteas y techos consideró de igual modo el 25% de la carga viva.

$$100\%CM + 25\%CV$$

### A) Valores de carga muerta

Según lo detallado en la norma, se consideraron las siguientes cargas muertas:

*Tabla 040 – Carga muerta de diseño. Fuente elaboración propia en función a la norma E060*

CARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO.	
PISO TÍPICO	Peso específico de Acabados: 100 kg/cm <sup>2</sup> Losa Aligerada espesor 0.20m: 300 kg/cm <sup>2</sup> Peso específico de albañilería tubular: 1,350 kg/m <sup>2</sup> Peso específico de albañilería maciza: 1,850 kg/m <sup>2</sup>
AZOTEA	Peso específico de Acabados: 100 kg/cm <sup>2</sup> Losa Aligerada espesor 0.20m: 300 kg/cm <sup>2</sup> Peso específico del agua dulce: 1,000 kg/m <sup>3</sup> Peso

### B) Valores de carga viva

De igual modo según lo indicado en la norma y lo prescrito, para la carga viva se consideraron los siguientes valores:

Tabla 041 – Carga viva de diseño. Fuente elaboración propia en función a la norma E060

SOBRECARGAS CONSIDERADAS EN EL DISEÑO.	
PISO TÍPICO	Peso específico de la carga viva para viviendas: 200kg/m <sup>2</sup> Peso específico de oficinas: 250kg/m <sup>2</sup> Peso específico de corredores para viviendas: 400kg/m <sup>2</sup> Peso específico de escalera: 400kg/m <sup>2</sup>
AZOTEA	Azotea: 100 kg/cm <sup>2</sup>

### C) Peso de la estructura

El peso de la edificación se puede calcular considerando 1m<sup>2</sup> de área de la edificación, en la cual se calculan los pesos de los elementos que lo conforman para posteriormente multiplicarlo por el área de la losa y el número de pisos, por facilidad de cálculo obtenemos este valor gracias al programa ETABS, el cual arroja un valor de P = 598.74tn.

Tabla 042 – Peso propio por elemento estructural. Fuente elaboración propia + ETABS

Section	Element Type	# Pieces	Total Length m	Total Weight tonf	# Studs
Col. 0.23x0.37	Column	9	26.7	5.45321	
Col. 0.23x0.47	Column	38	112.8	29.26483	
Col. 0.23x0.23	Column	11	32.7	4.15159	
Viga 0.23x0.60	Beam	10	38.75	12.834	0
Viga 0.23x0.20	Beam	43	115.5	12.5729	0
Viga 0.15x0.20	Beam	25	31.1	2.2392	0
Viga 0.30x0.20	Beam	3	6.775	0.9756	0
Viga 0.23x0.40	Beam	64	155.2	32.09687	0
Viga 0.23x0.50	Beam	51	158.45	40.83696	0
Viga L( P0.50, A0...	Beam	32	91.45	34.51115	0
Viga L( P0.60, A0...	Beam	1	1.5	0.6912	0
Aligerado h= 20 c...	Floor			91.75163	
Placa de concret...	Wall			70.26863	
Muro de Albañiler...	Wall			109.83006	
Losa Maciza e= ...	Floor			19.13688	
Muro de Albañiler...	Wall			37.61895	

#### 4.2.10.2. Periodo fundamental (T) y Factor de amplificación sísmica (C)

Según lo calculado en “Parámetros del suelo” se cuenta con un factor de amplificación sísmica  $T < T_p = 0.25 < 1.60$ . Por lo que se tiene que  $C=2.5$ . De igual modo se tiene que el coeficiente “T” se rige a la siguiente expresión:

$$T = h_m/CT$$

Dónde:

$H_m$  = Altura del edificio, para el presente proyecto de cinco pisos tenemos una altura igual a 14.85 metros, contados desde el piso terminado hasta el techo.

$CT$  = Para el eje “X” toma un valor de 60, según la norma E030 para edificios de albañilería y de concreto armado duales, de muros estructurales y muros de ductilidad limitada y para el eje “Y” toma un valor de 45, para edificios que contengan elementos resistentes como pórticos de concreto armado en muros de cajas de escaleras y pórticos de acero arriostrado.

Conforme indica la norma E030 para el cálculo de la fuerza cortante en la base, se debe asegurar que el factor “C” entre el sistema estructural ( $R=6$ ) sean mayores o iguales a 0.11, tanto para “X” como para “Y” según lo prescrito se tiene la siguiente tabla:

Tabla 043 – Valores de C/R para ejes “X” y eje “Y”. Fuente producción propia

Dirección	CT	Hm	T = Hm/CT	C	C/R > 0.11
X-X	45	14.85	0.330	2.50	0.4167
Y-Y	60	14.85	0.248	2.50	0.4167

#### 4.2.10.3. Fuerza cortante en la base

Se define como una parte del peso total, el cual debe ser calculada tanto para "X" como para "Y", según la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

Dónde:

V = Representa la cortante basal

Z = Factor de zona, según lo calculado es 0.45

U = Factor de uso de la edificación, según lo calculado es 1.00

C = Factor de amplificación sísmica, según lo calculado es 2.5

S = Factor o parámetro de suelo, 1.10

R = Sistema estructural, según lo calculado es 6

P = Peso de la edificación

Reemplazando:

$$V_x = \frac{ZUCS}{R} P = \frac{(0.45)(1)(2.5)(1.1)}{6} P = 123.49 \text{ Ton}$$

$$V_y = \frac{ZUCS}{R} P = \frac{(0.45)(1)(2.5)(1.1)}{6} P = 123.49 \text{ Ton}$$

Comprobando los resultados en el programa ETABS obtenemos que la cortante basal es la misma que el cálculo manual. Obtenidos los valores de la cortante basal, se calcularon los valores de las fuerzas y momentos sísmicos en cada piso. Gracias al programa ETABS obtuvimos el momento

torso en función al ancho y largo de la edificación (se considera una excentricidad de 5% de la longitud), así como los momentos en los ejes “X” e “Y” como se indica en el siguiente cuadro:

Tabla 044 – Fuerzas actuantes. Fuente elaboración propia + ETABS

TABLE: Story Forces								
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
			kgf	kgf	kgf	kg-m	kgf-m	kgf-m
TECHO 1	Sx+e	Bottom	0	-123488.38	0	1042573.8	0.0001001	-1178904.9
TECHO 1	Sy+e	Bottom	0	-0.00166	-123491.09	511534.07	1178945.6	-0.34

#### 4.2.10.4. Sistema estructural

Se verificó el tipo de sistema estructural para estructuras de concreto armado según la norma E030, para ello se obtuvo el cálculo de la cortante de la columna y muros en los ejes “X” e “Y”, esto mediante los resultados obtenidos por el programa ETABS.

Imagen 027 – Cortante debido al sismo absorbido por columnas en el eje “X”.

Fuente producción propia + ETABS

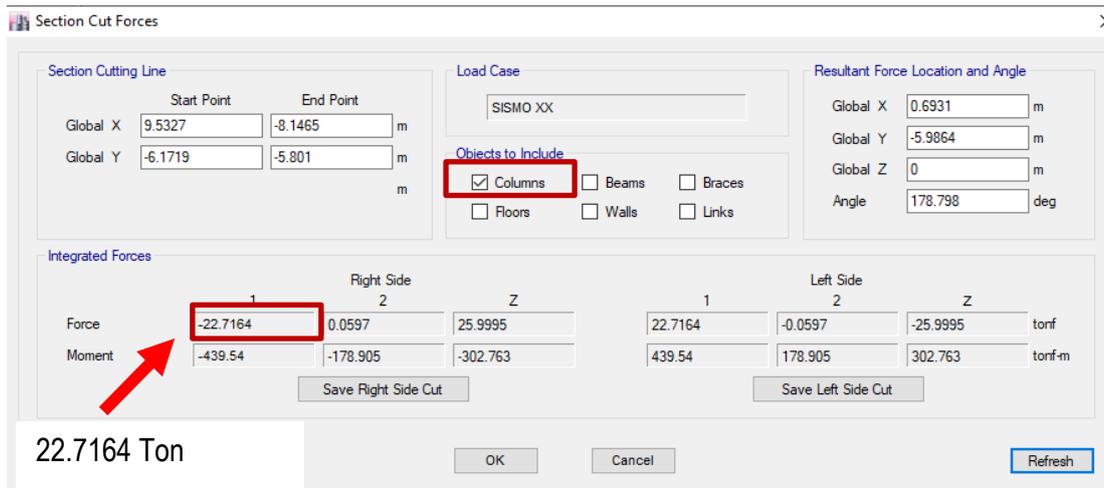


Imagen 028 - Cortante debido al sismo absorbido por muros en el eje "X". Fuente producción propia + ETABS

Section Cut Forces

Section Cutting Line

	Start Point	End Point	
Global X	9.5327	-8.1465	m
Global Y	-6.1719	-5.801	m

Load Case: SISMO XX

Resultant Force Location and Angle

Global X	0.6931	m
Global Y	-5.9864	m
Global Z	0	m
Angle	178.798	deg

Objects to Include

Columns  Beams  Braces  
 Floors  Walls  Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side			
	1	2	Z	1	2	Z	
Force	-99.1377	-2.6161	-25.9995	99.1377	2.6161	25.9995	tonf
Moment	464.238	-998.345	-1456.238	-464.238	998.345	1456.238	tonf-m

99.1377 Ton

Imagen 029 – Cortante debido al sismo absorbido por columnas en el eje "Y". Fuente producción propia + ETABS

Section Cut Forces

Section Cutting Line

	Start Point	End Point	
Global X	-7.2399	10.6454	m
Global Y	-6.3779	-6.1719	m

Load Case: SISMO YY

Resultant Force Location and Angle

Global X	1.7027	m
Global Y	-6.2749	m
Global Z	0	m
Angle	0.66	deg

Objects to Include

Columns  Beams  Braces  
 Floors  Walls  Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side			
	1	2	Z	1	2	Z	
Force	0.056	-4.341	-0.4741	-0.056	4.341	0.4741	tonf
Moment	69.662	-21.266	-13.108	-69.662	21.266	13.108	tonf-m

0.056 Ton

Imagen 030 - Cortante debido al sismo absorbido por muros en el eje "Y". Fuente producción propia + ETABS

Section Cut Forces

Section Cutting Line

	Start Point	End Point	
Global X	-7.2399	10.6454	m
Global Y	-6.3779	-6.1719	m

Load Case: SISMO YY

Resultant Force Location and Angle

Global X	1.7027	m
Global Y	-6.2749	m
Global Z	0	m
Angle	0.66	deg

Objects to Include

Columns  Beams  Braces  
 Floors  Walls  Links

Integrated Forces

	Right Side			Left Side			
	1	2	Z	1	2	Z	
Force	-1.4635	-117.8264	0.4741	1.4635	117.8264	-0.4741	tonf
Moment	1108.253	7.695	-284.834	-1108.253	-7.695	284.834	tonf-m

1.4635 Ton

Al realizar un corte en el primer piso puedo averiguar el porcentaje de cortante que está absorbiendo el muro y la columna, este resultado es el determina el tipo de sistema estructural que correspondería utilizar.

*Tabla 045 - Resistencia sísmica de muros en eje "X". Fuente producción propia + ETABS*

<b>CORTANTES</b>			
<b>SECCION X-X</b>			
<b>CORTANTE</b>		<b>% CORTANTE TOMADA</b>	
COLUMNA (Kg)	MUROS (Kg)	COLUMNA %	MUROS %
22716.40	99137.7	18.64	81.36

*Tabla 046 - Resistencia sísmica de muros en eje "Y". Fuente producción propia + ETABS*

<b>CORTANTES</b>			
<b>SECCION Y-Y</b>			
<b>CORTANTE</b>		<b>% CORTANTE TOMADA</b>	
COLUMNA (Kg)	MUROS (Kg)	COLUMNA %	MUROS %
56	1463.05	3.69	96.31

La norma E030 indica que, para el caso donde la resistencia sísmica para muros estructurales actúe en un 70% de la fuerza cortante de la base para los ejes "X" e "Y" se denominará "Sistema De Muros Estructurales". Por tal motivo según los resultados obtenidos en las tablas anteriores se cumple con lo indicado en la norma.

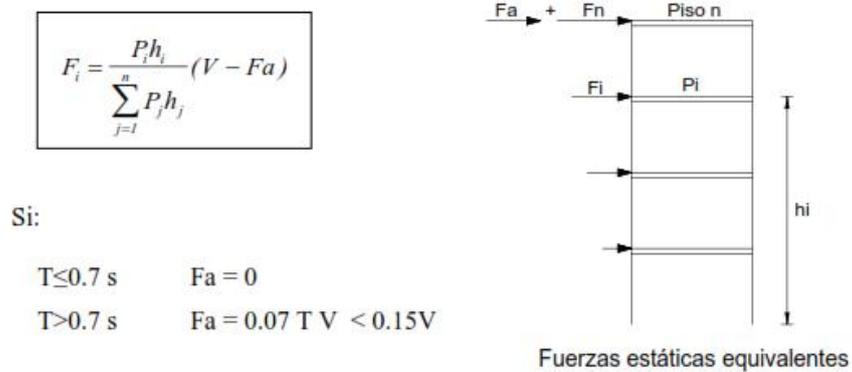
#### **4.2.10.5. Distribución de fuerza cortante en elevación**

La norma E030 indica lo siguiente, respecto a la distribución de la fuerza cortante en elevación, para el caso de un periodo fundamental "T"

*Tabla 047 - distribución de la fuerza cortante en elevación. Fuente Norma E030*

Para un periodo fundamental "T" mayor a 0.7seg (el caso de edificios mayores a 8 pisos) una parte de la fuerza cortante "V" (Cortante basal) denominada "Fa" deberá aplicarse como fuerza concentrada en la parte superior de la edificación.

Imagen 031 – Esquema de Fuerza “Fa” aplicada a la estructura. Fuente Norma E030



Para calcular la fuerza cortante aplicada de la edificación se necesita saber el periodo “Tx” y “Ty”, según el programa ETABS obtenemos el siguiente resultado:

Imagen 032 – Periodos de participación de masa “Tx” y “Ty”. Fuente elaboración propia + ETABS

Plan View - Story1 - Z = 2.85 (m)

Modal Participating Mass Ratios    Mass Summary by Story    Auto Seismic - User Coefficients

4 de 15    Reload    Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	
Modal	1	0.44	0.7583	0.0001	0	0.7583	0.0001	0	3.295E-05	0.2
Modal	2	0.172	0.0058	0.0052	0	0.7641	0.0053	0	0.0016	0.0
Modal	3	0.144	0.1117	0.0008	0	0.8758	0.0062	0	0.0004	0.4
Modal	4	0.134	4.614E-05	0.7881	0	0.8759	0.7943	0	0.2144	0.0
Modal	5	0.092	1.128E-06	0.0063	0	0.8759	0.8005	0	0.0012	1.6
Modal	6	0.086	0.0336	0.0006	0	0.9095	0.8011	0	0.0006	0.0
Modal	7	0.082	0.008	0.0006	0	0.9175	0.8017	0	0.001	0.0
Modal	8	0.068	0.0029	0.002	0	0.9204	0.8037	0	0.0011	0.0
Modal	9	0.06	0.0149	0.0054	0	0.9353	0.8091	0	0.014	0.0
Modal	10	0.055	0.0066	0.0007	0	0.9419	0.8097	0	0.0079	0.0
Modal	11	0.051	0.0113	0.0197	0	0.9532	0.8294	0	0.0944	0.0
Modal	12	0.044	0.0022	0.0363	0	0.9554	0.8657	0	0.1689	0.0
Modal	13	0.042	2.065E-05	0.0594	0	0.9554	0.9251	0	0.2683	1.5
Modal	14	0.041	0.0013	3.527E-06	0	0.9568	0.9251	0	1.15E-05	0.0
Modal	15	0.04	2.696E-06	0.0001	0	0.9568	0.9252	0	0.0003	1.9

Según lo indicado la fuerza “Fa” se calcula según lo siguiente:

$$F_a = 0.07TV < 0.15V$$

Dónde:

$F_a$  = Fuerza cortante aplicada

$T$  = Periodo el cual tendrá el mismo valor que el usado para determinar la fuerza cortante de los componentes estructurales. Según lo arrojado por el programa ETABS  $T_x = 0.440$  seg y para  $T_y = 0.134$  seg

$V$  = Cortante basal, según lo calculado  $V_x = 123.49$ ,  $V_y = 123.49$

Reemplazando:

$$F_{a_x} = 0.07(0.44)(123.49) < 0.15(123.49)$$

$$F_{ax} = 3.80 < 18.52$$

$$F_{a_y} = 0.07(0.134)(123.49) < 0.15(123.49)$$

$$F_{ay} = 1.16 < 18.52$$

El resto de las fuerzas cortantes ( $V-F_a$ ) deben ser distribuidas entre los niveles, incluido el último nivel de la edificación, según lo siguiente:

$$F_i = \frac{P_i \times h_i}{\sum(P_i \times h_i)} \times (V - F_a)$$

Dónde:

$F_i$  = Fuerza cortante por piso

$P_i$  = Peso del piso, calculado en el capítulo de Irregularidad de masa (ver tabla de Irregularidad de masa)

hi = Altura de piso

V = Cortante basal, según lo calculado  $V_x = 123.49$ ,  $V_y = 123.49$

Fa = Fuerza cortante aplicada, según lo calculado  $F_{ax} = 3.80$ ,  $F_{ay} = 1.16$

Reemplazando para calcular (V-Fa) obtenemos:

$$(V_x - F_{ax}) = 123.49 - 3.80 = 119.69$$

$$(V_y - F_{ay}) = 123.49 - 1.16 = 122.33$$

Obtenidos los valores necesarios para calcular la fuerza cortante por entrepiso, obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 048 – Fuerza cortante por entrepiso. Fuente producción propia

"F <sub>ix</sub> " - entrepisos					
NIVEL	"Pi" (Tn)	hi (m)	Pi x hi	Fix (Tn)	Fiy (Tn)
4	123.65	3	370.95	29.273	29.273
3	134.88	3	404.64	31.932	31.932
2	133.81	3	401.43	31.678	31.678
1	136.09	2.85	387.86	30.607	30.607
<b>TOTAL</b>	<b>540.41</b>	-	<b>1564.88</b>	<b>123.49</b>	<b>123.49</b>

#### 4.2.10.1. Fuerza cortante, diseño de componentes estructurales

El RNE indica que para ambas direcciones la fuerza cortante mínima en la base de la edificación no debe ser menor que el 80% de la cortante estática para edificios regulares, no menor al 90% para edificios irregulares.

Debido que la edificación es regular tanto en planta como en altura, correspondería al primer criterio indicado por el RNE, considerando el 80% del corte estático, para ello compararemos los resultados obtenidos con el valor mínimo requerido para el diseño estructural.

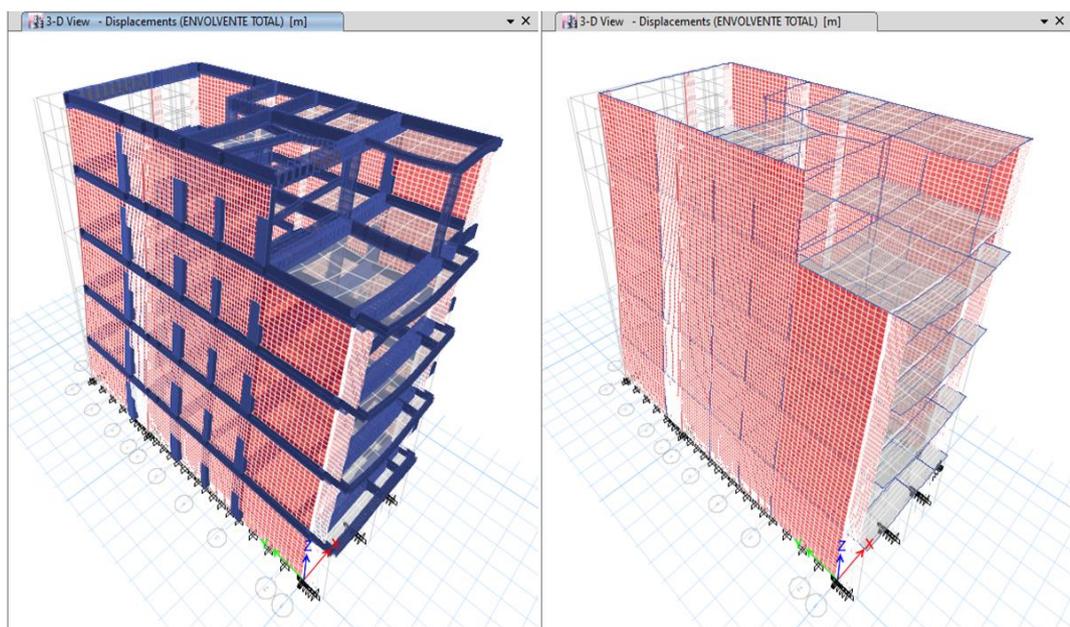
*Tabla 049 – Verificación de la fuerza cortante. Fuente elaboración propia + ETABS*

I	ANALISIS ESTATICO			ANALISIS DINAMICO		FUERZA DISEÑO
	T(s)	V (Tn)	80%V (Tn)	T(s)	V (Tn)	
X-X	0.440	123.49	98.792	0.440	98.791	123.49
Y-Y	0.134	123.49	98.792	0.134	98.793	123.49

#### 4.2.11. Control de desplazamiento

Según lo indicado en la Norma E030, para realizar el control de los desplazamientos laterales, para poder calcular los máximos desplazamientos laterales de la edificación, se deberá multiplicar un valor de 0.75R a los resultados obtenidos.

*Imagen 033 – Representación del desplazamiento. Fuente elaboración propia + ETABS*



Para el cálculo se consideran los valores del desplazamiento del centro de masa y de los ejes más alejados. La norma E030 en “Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles” indica lo siguiente:

*Tabla 050 - Límites para la distorsión del entrepiso. Fuente Norma E030*

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>MATERIAL PREDOMINANTE</b>	<b>( <math>\Delta i / h_{ei}</math> )</b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

El máximo desplazamiento relativo de un entrepiso no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según se indica en la siguiente tabla:

Donde:

$\Delta i/h_e$  = Desplazamiento relativo de entrepiso.

Para la presente edificación, predominan los muros de concreto armado en eje “X” y muros de albañilería en eje “Y”. Por tal motivo los límites para la distorsión del entrepiso para un desplazamiento relativo de entrepiso máximo fueron los siguientes:

$$\Delta iX/h_eX \text{ (máx.)} = 0.0070$$

$$\Delta iY/h_eY \text{ (máx.)} = 0.0050$$

Conforme lo prescrito se verificarán los desplazamientos relativos máximos permisibles de entrepiso  $(\Delta i/h_e)_{MAX}$  en ambas direcciones, según lo calculado se obtuvieron los siguientes desplazamientos para el eje “X” y para el eje “Y”:

Tabla 051 – Desplazamiento de sismo “X+E”. Fuente elaboración propia + ETABS

TABLE: STORY MAX/AVG DISPLACEMENTS									
Story	Load Case/Comb	Dirección	Altura	Max Momento	Deriva	Deriva	Deriva	Deriva	
			cm	Cm	ELASTICA	INELASTICA	INELASTICA	LIMITE	
TECHO4	Sx+e	X	1185	1.5311	0.001208667	0.005439	5.44 ‰	7 ‰	OK
TECHO3	Sx+e	X	885	1.1685	0.001455333	0.006549	6.55 ‰	7 ‰	OK
TECHO2	Sx+e	X	585	0.7319	0.001542667	0.006942	6.94 ‰	7 ‰	OK
TECHO1	Sx+e	X	285	0.2691	0.000944211	0.004248947	4.25 ‰	7 ‰	OK
BASE	Sx+e	X	0	0		0			

Imagen 034 – Representación de las derivas Inelásticas sismos “X + E”. Fuente elaboración propia

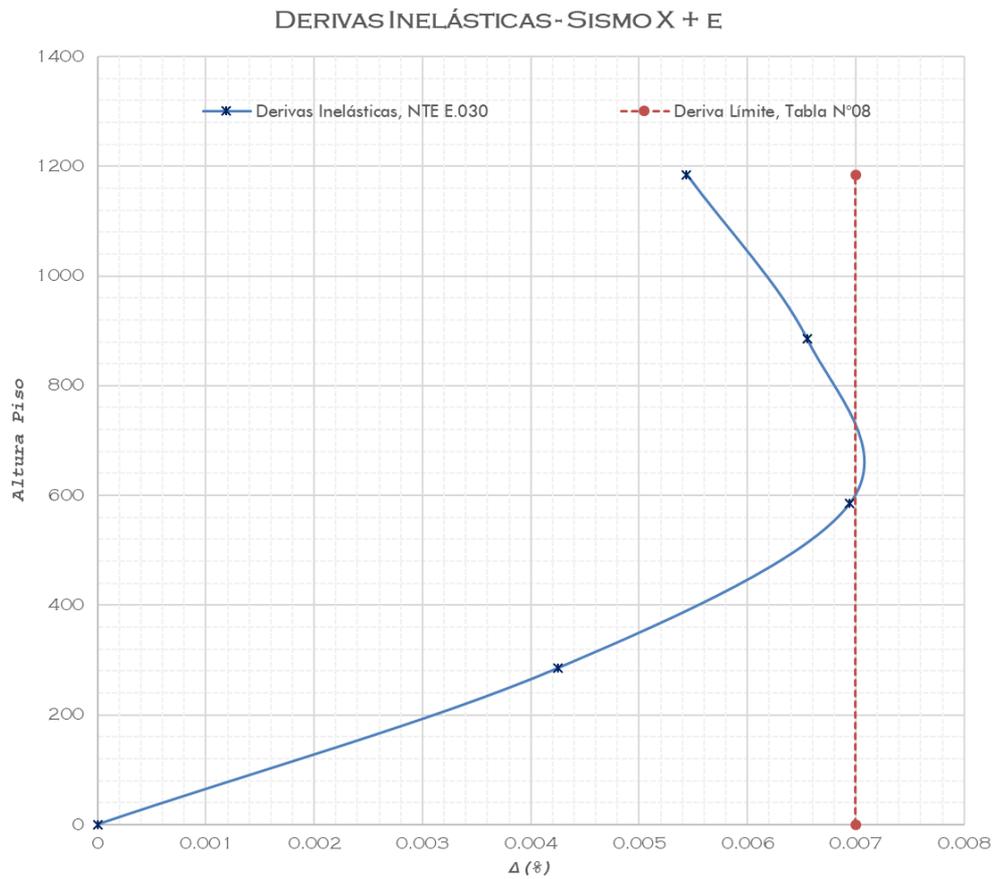
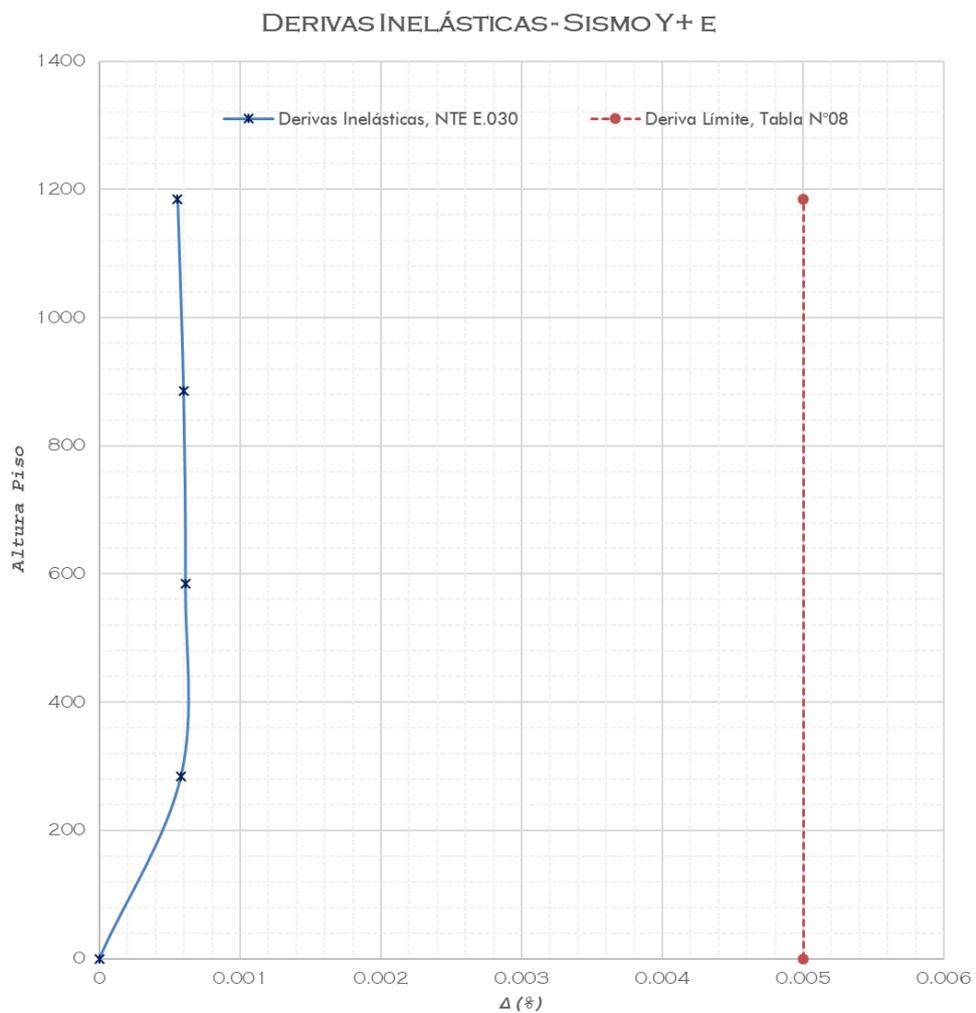


Tabla 052 – Desplazamiento de sismo “Y+E”. Fuente elaboración propia + ETABS

TABLE: Story Max/Avg Displacements									
Story	Load Case/Combo	Dirección	Altura	Max Momento	Deriva	Deriva	Deriva	Deriva	
			cm	cm	ELASTICA	INELASTICA	INELASTICA	LIMITE	
TECHO4	Sy+e	Y	1185	0.1479	0.000123556	0.000556	0.56 ‰	5 ‰	OK
TECHO3	Sy+e	Y	885	0.1175	0.000132768	0.000597458	0.60 ‰	5 ‰	OK
TECHO2	Sy+e	Y	585	0.0794	0.000135726	0.000610769	0.61 ‰	5 ‰	OK
TECHO1	Sy+e	Y	285	0.0367	0.000128772	0.000579474	0.58 ‰	5 ‰	OK
BASE	Sy+e	Y	0	0		0			

Imagen 035 – Representación de las derivas inelásticas sismos “Y + E”. Fuente elaboración propia



Como se puede apreciar tanto en el eje de centro de masa como en los ejes alejados en cada dirección, los entrepisos cumplen con los desplazamientos relativos máximos permisibles de entrepiso  $(\Delta i/h_e)_{MÁX}$  en ambas direcciones.

### 4.3. Diseño estructural

Si bien el fin del presente proyecto es la verificación de los desplazamientos de la edificación, analizamos los valores obtenidos del predimensionamiento para el diseño estructural en el programa ETABS, cuyos resultados obtenidos se muestran en tablas y diagramas, fáciles de identificar para los elementos estructurales que componen la edificación.

#### 4.3.1. Diseño de componentes de concreto armado

Modelados los valores del predimensionamiento y según el análisis correspondiente podemos realizar el diseño de componentes de concreto armado como son vigas, losa aligerada, columnas y zapatas de concreto armado.

##### 4.3.1.1. Diseño de vigas

Se desarrolló el diseño en el programa ETABS en el caso más desfavorable bajo la combinación “Envolvente”.

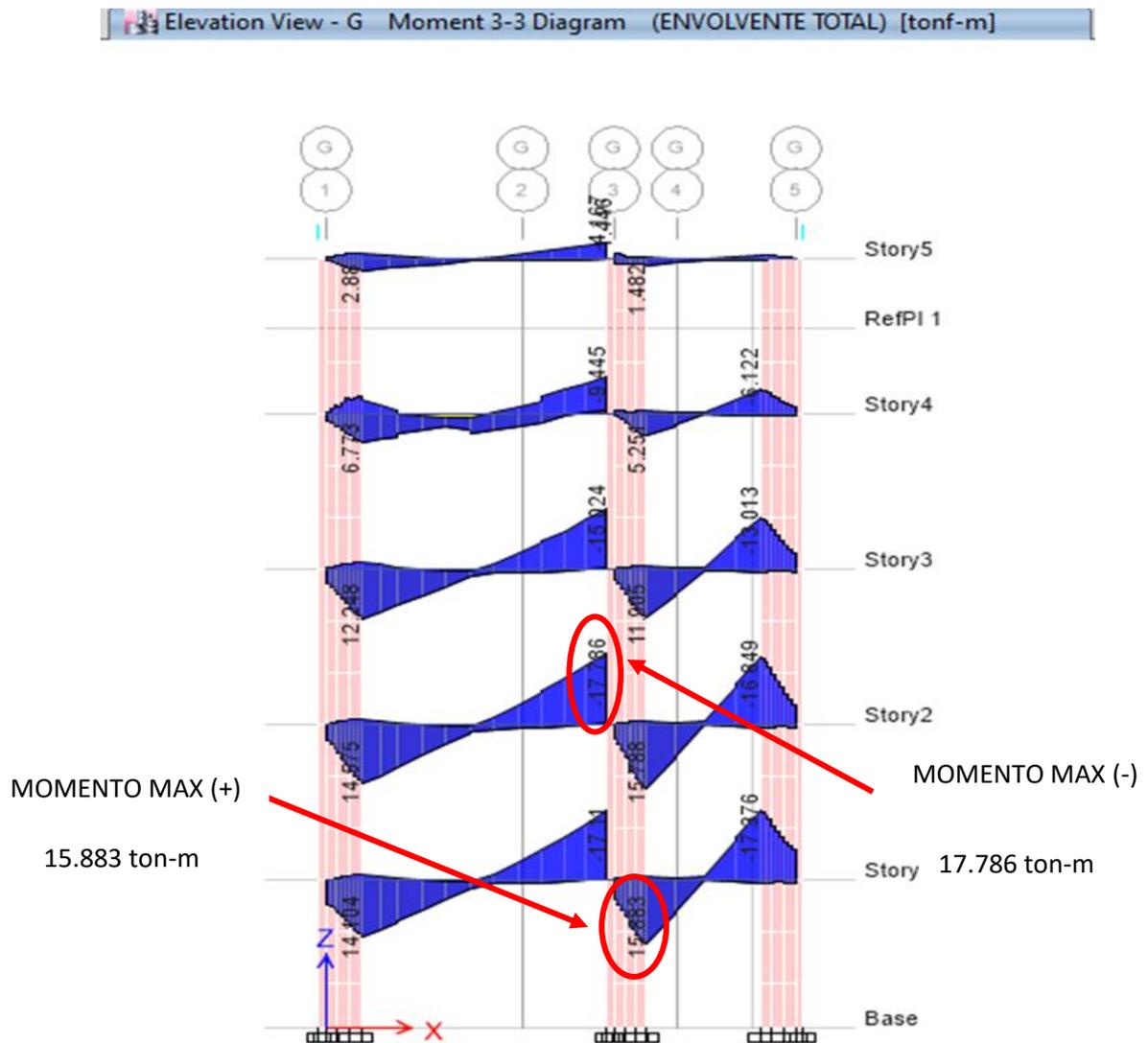
#### A) Diseño por flexión – piso 1

*Tabla 053 – Resumen del diseño por flexión de la viga. Fuente elaboración propia*

RESUMEN DE MOMENTOS Y $A_{s\phi}$	
VIGAS	VIGA 0.25X0.60 (EJE G-G)
MOMENTOS (+) ENVOLVENTE	15.883 Ton-m
MOMENTOS (-) ENVOLVENTE	17.786 Ton-m
AS (+) REQUERIDO	8.41 cm <sup>2</sup>

AS (-) REQUERIDO	9.53 cm <sup>2</sup>
AS MINIMO $As_{min.} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} bd =$	3.44 cm <sup>2</sup>
AS MAXIMO $As_{max} = 0.50 \rho_b x bxd$ (zona sísmica)	15.60 cm <sup>2</sup>
AS (+) UTILIZADO	11.88 cm <sup>2</sup>
AS (-) UTILIZADO	11.88 cm <sup>2</sup>
∅ (+) LONG. A UTILIZAR	6 ∅ 5/8"
∅ (-) LONG. A UTILIZAR	6 ∅ 5/8"

Imagen 036 – Diagrama de momentos máximos de viga. Fuente elaboración propia + ETABS



## B) Diseño por cortante – piso 1

La norma E060 en el capítulo “Disposiciones especiales para el diseño Sísmico” indica los siguientes requisitos:

Tabla 054 – Disposiciones para el diseño por cortante. Fuente Norma E060

<ul style="list-style-type: none"><li>• La longitud de confinamiento en ambos extremos debe ser de dos veces el peralte “2d”, medido desde la cara del elemento de apoyo hacia el centro de la luz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 0.10m de la cara del elemento de apoyo.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de (a), (b), (c) y (d).</li></ul>
(a) d/4, el 25% de longitud del peralte.
(b) Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
(c) 24 veces el diámetro de la barra de estribo cerrado de confinamiento.
(d) 300 mm.

Para la viga de 0.25m de ancho y 0.60 m de altura, consideramos la opción “(a) d/4”, donde “d” es igual a:

$$d = \text{altura de viga} - \text{recubrimiento} - \emptyset \text{ barra estribo} \\ - (\emptyset \text{ barra longitudinal})/2$$

$$d = 60 - 4 - 0.9525 - \frac{1.5875}{2} = 54.25 \text{ cm}$$

De este modo se obtiene el espaciamiento dentro de la longitud de confinamiento igual a (a)  $54.25/4 = 13.56$  cm.

Para la viga de 0.25x0.60 se tiene 110cm de longitud de confinamiento, cuya separación es 2 estribos a 5 cm, 10 estribos a 10 cm, la cual según lo prescrito debe ser mayor o igual a dos veces el peralte

$$2d$$

$$2 \times 54.25 = 108.50 \text{ cm}$$

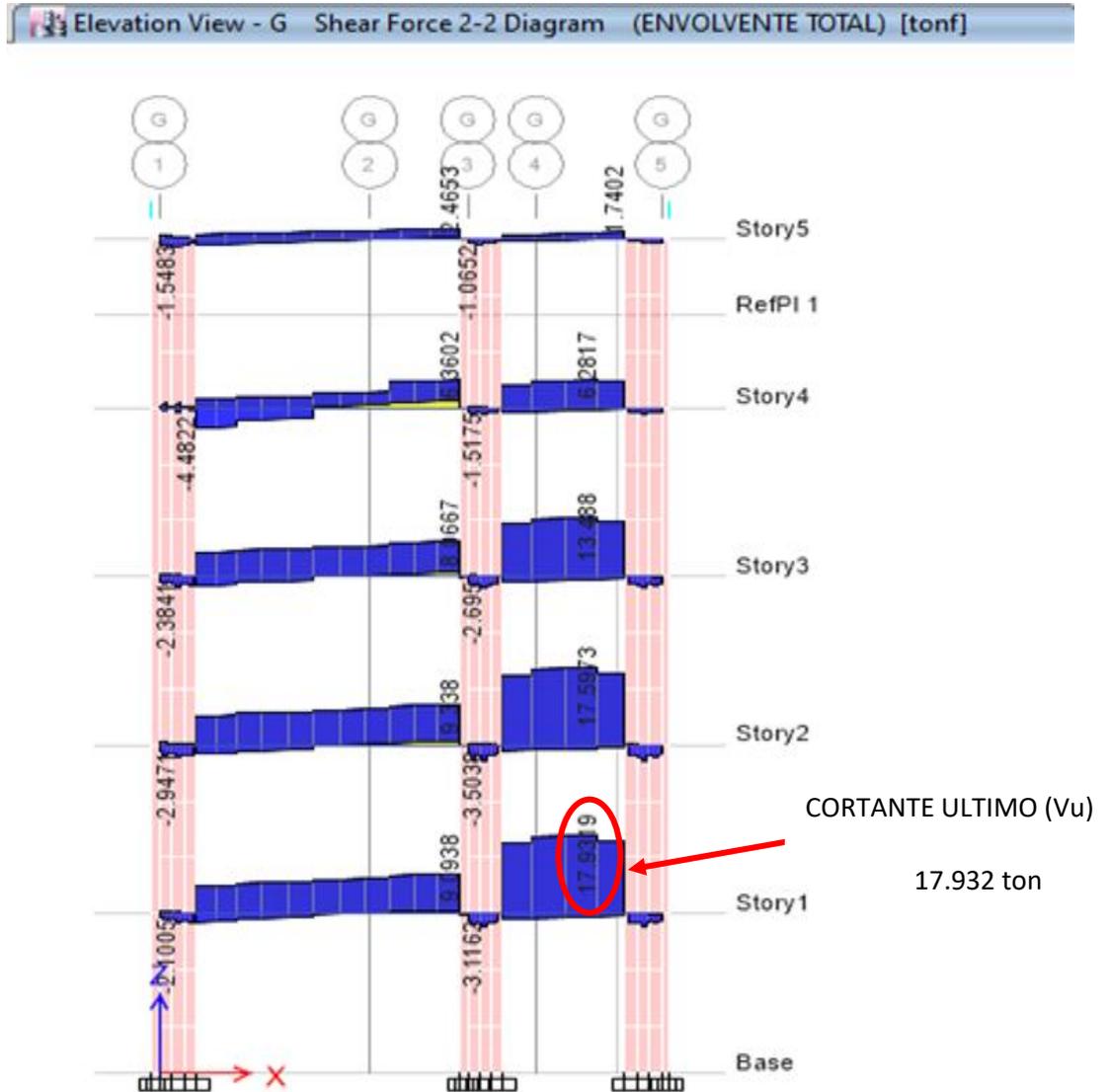
La longitud de confinamiento de nuestra viga de 0.25x0.60 es de 110 cm el cual es mayor a  $2(54.25) = 108.50$  cm requeridos, por tal motivo se considera el diseño CONFORME.

El espaciamiento de los estribos de confinamiento es 13.56 cm mayor a 10cm requeridos como mínimo, por tal motivo se considera CONFORME.

Tabla 055 – Resumen de diseño por cortante de viga. Fuente elaboración propia

RESUMEN DE CORTANTES	
VIGAS	VIGA 0.25X0.60 (EJE G-G)
CORTANTE ENVOLVENTE $V_n = \frac{v_u}{0.85}$	$\frac{17.932}{0.85}$ = 21.10 Ton.
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$	9.58 Ton
REQUIERE REFUERZO TRANSVERSAL	SI
$V_s = V_n - V_c$	11.52 Ton
$A_{vmin} = 3.5bw * \frac{s}{f_y}$	$\emptyset 3/8"$ Avmin= 1.42 cm <sup>2</sup>
$S = \frac{A_v F_y d}{V_s}$	28.09 cm
$S_{min}$	68.16 cm
ESPACIAMIENTO (S) máx. $S \leq \frac{d}{2}; S \leq 60 \text{ cm}$	27.13 cm
DISTRIBUCION DE ESTRIBOS	$\emptyset 3/8"$ 2@0.05, 10@0.10, 3@0.15, Rto@0.20

Imagen 037 - Diagrama de cortante última de viga. Fuente elaboración propia + ETABS



#### 4.3.1.2. Diseño de losa aligerada

##### A) Diseño por flexión metrado de cargas

Se desarrolla el diseño por flexión en el caso de mayor carga por gravedad, bajo la combinación "1.4D + 1.7L". Se realiza el diseño para el primer piso ejes "F-G/1-5".

##### carga muerta (D)

<b>CARGA MUERTA (D)</b>	
Peso propio: 300 Kg/ m2 x 0.40 m.	120 kg/m
Piso terminado: 100 Kg/ m2 x 0.40 m.	40 kg/m.
<b>TOTAL</b>	<b>160 Kg/m</b>

### Carga viva (L)

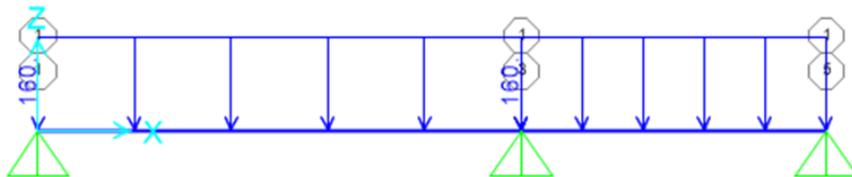
<b>CARGA VIVA (L)</b>	
Vivienda: 200 Kg/ m2 x 0.40 m.	80 kg/m
<b>TOTAL</b>	<b>80 Kg/m</b>

### Combinación de carga

$$CU = 1.4 CM + 1.7 CV$$

*Imagen 038 – Distribución de carga muerta en el 1er piso. Fuente elaboración propia + SAP2000*

$$C.D.=160 \text{ Kg/m}$$



*Imagen 039 – Distribución de carga viva en el 1er piso. Fuente elaboración propia + SAP2000*

$$C.L.= 80 \text{ Kg/m}$$

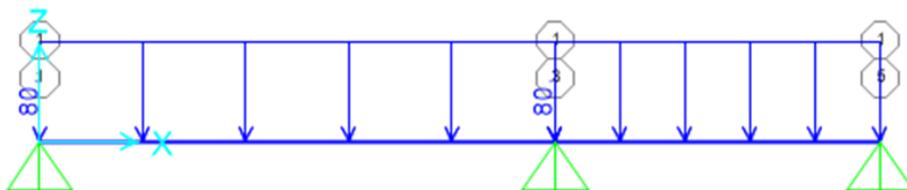
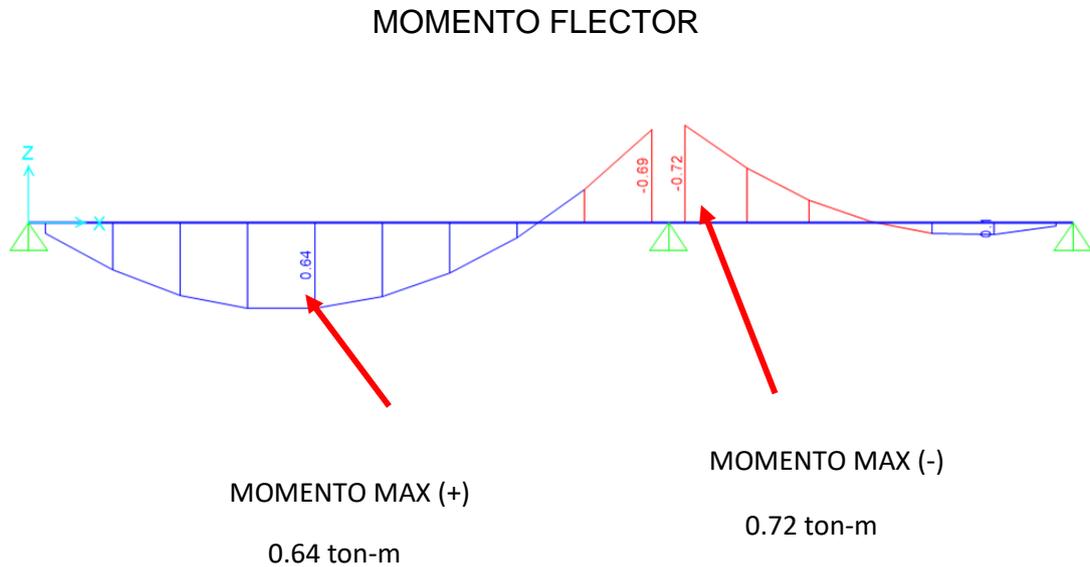


Imagen 040 - Diagrama de momento flector. Fuente producción propia + SAP2000



En el DMF (Diagrama de Momento Flector) se aprecia que la zona que se encuentra entre el eje “F-F” y “G-G”, presenta el Momento Flector Máximo  $M_{u \text{ máx. (+)}}$  de 0.64 Ton-m. en relación al resto y que tiene una cuantía obtenida de 1.04 cm<sup>2</sup>, para este caso se estará empleando 1  $\varnothing$  1/2"= 1.27 cm<sup>2</sup>.

Del diagrama se observa un momento de  $M (-) = 0.72$  Ton-m obteniendo una cuantía de 1.18 cm<sup>2</sup>, para efectos constructivos todos lo balancines serán de 1  $\varnothing$  1/2"= 1.27 cm<sup>2</sup>.

Resumen de la distribución del acero de la losa aligerada.

Tabla 056 – Resumen de momentos y acero de losa aligerada. Fuente producción propia

RESUMEN DE MOMENTOS Y $A_{s\varnothing}$	
<b>VIGUETA</b>	ENTRE EJE F-G Y 1-5
<b>MOMENTOS (+) ENVOLVENTE</b>	0.64 Ton-m

<b>MOMENTOS (-) ENVOLVENTE</b>	0.72 Ton-m
<b>AS (+) REQUERIDO</b>	1.04 cm <sup>2</sup>
<b>AS (-) REQUERIDO</b>	1.18 cm <sup>2</sup>
<b>AS MINIMO</b> $As_{min.} = 0.7 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} bd =$	0.42 cm <sup>2</sup>
<b>AS MAXIMO</b> $As_{max} = 0.50 \rho b$ (zona sismica)	1.86 cm <sup>2</sup>
<b>AS (+) UTILIZADO</b>	1.27 cm <sup>2</sup>
<b>AS (-) UTILIZADO</b>	1.27 cm <sup>2</sup>
<b>Ø (+) LONG. A UTILIZAR</b>	1 Ø 1/2"
<b>Ø (-) LONG. A UTILIZAR</b>	1 Ø 1/2"

Distribución de los elementos de acero en la losa aligerada:

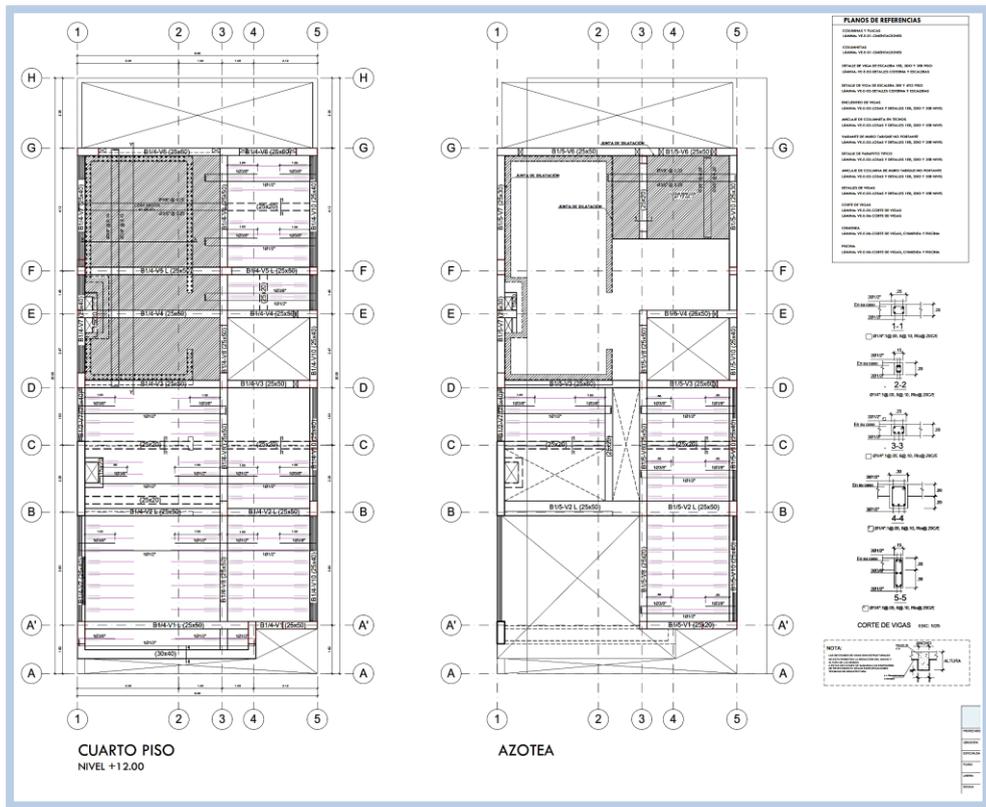
Imagen 041 – Distribución del acero de la losa aligerada en los pisos 1, 2 y 3.

Fuente elaboración propia + AutoCAD



Imagen 042 – Distribución del acero de la losa aligerada en los pisos 4 y 5.

Fuente elaboración propia + AutoCAD



## B) Diseño por cortante

Diseño por cortante diagrama de fuerza cortante (mayor carga por gravedad) combinación: “1.4D + 1.7L”. Se realiza el metrado de cargas para el primer piso ejes “F-G/1-5”.

Imagen 043 – Cortante último de losa aligerada. Fuente elaboración propia

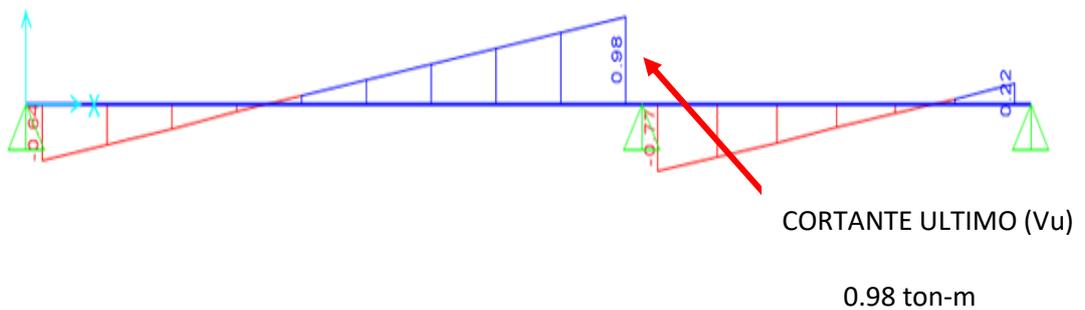


Tabla 057 – Resumen de cortantes para losa aligerada. Fuente elaboración propia

RESUMEN DE CORTANTES	
VIGUETA	ENTRE EJE F-G Y 1-5
CORTANTE ENVOLVENTE $V_n = \frac{V_u}{0.85}$	$\frac{0.98}{0.85} = 1.15 \text{ Ton.}$
$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$	1.34 Ton
CUMPLE POR CORTANTE	SI
REQUIERE REFUERZO TRANSVERSAL - NO	

#### 4.3.1.3. Diseño de la losa de concreto armado

##### A) Metrado de cargas (losa de la piscina)

##### Carga muerta (CM)

$$\text{Peso propio: } 2400 \text{ Kg/ m}^3 \times 0.20 \text{ m.} = 480 \text{ kg/m}^2$$

##### Carga por agua (CL)

$$\text{Presión de líquidos:} = 1700 \text{ kg/m}^2.$$

##### Combinación de carga

$$CU=1.4CM+1.7CV$$

En la siguiente imagen se muestra la carga viva que actúa en el techo de la losa de concreto armado (losa de la piscina). El peso propio se encuentra incluido en el modelo.

imagen 044 – Carga viva de losa de piscina.

Fuente elaboración propia + ETABS

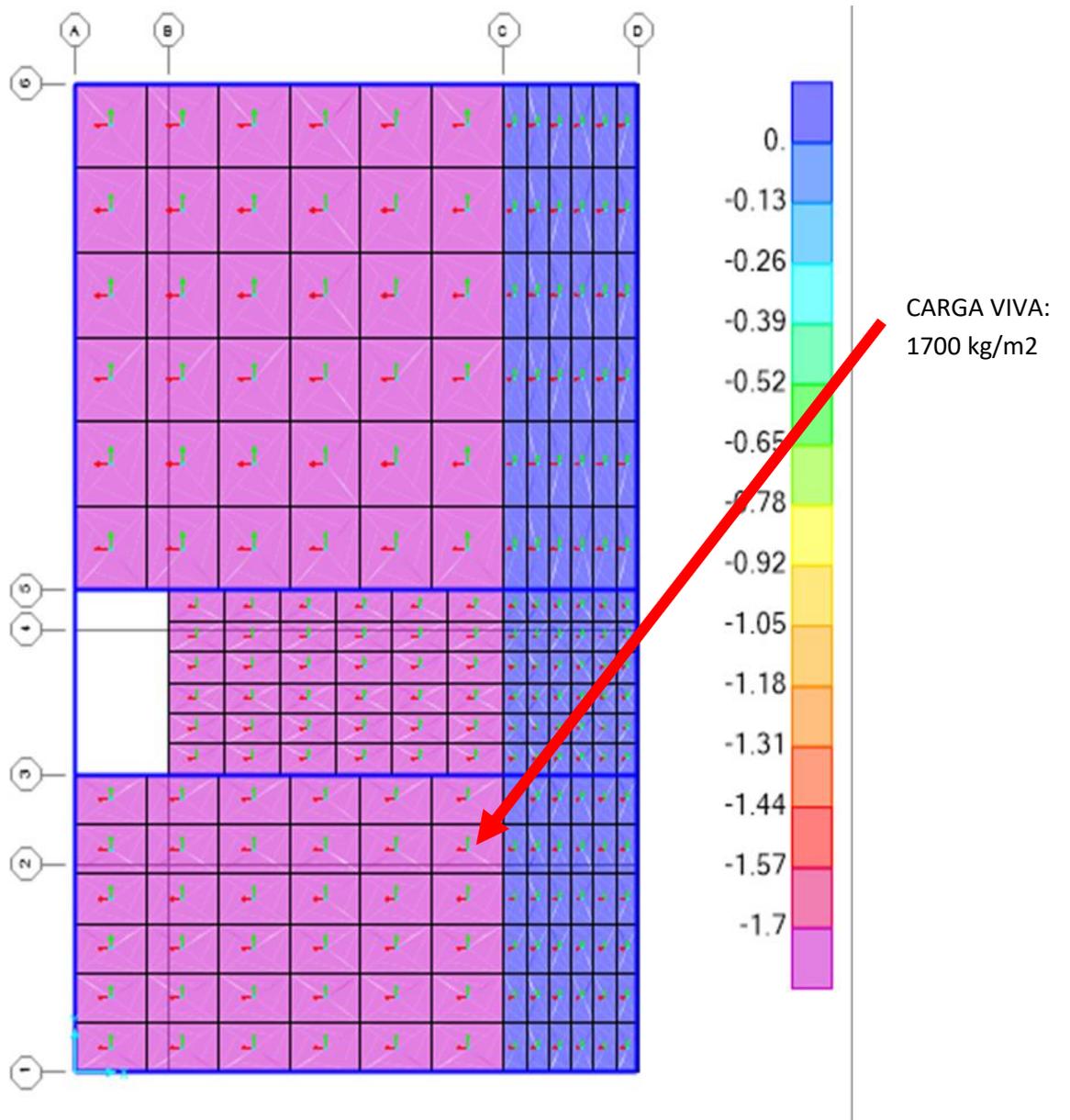


Imagen 045 - Diagrama de momento flector eje "X".

Fuente producción propia + ETABS

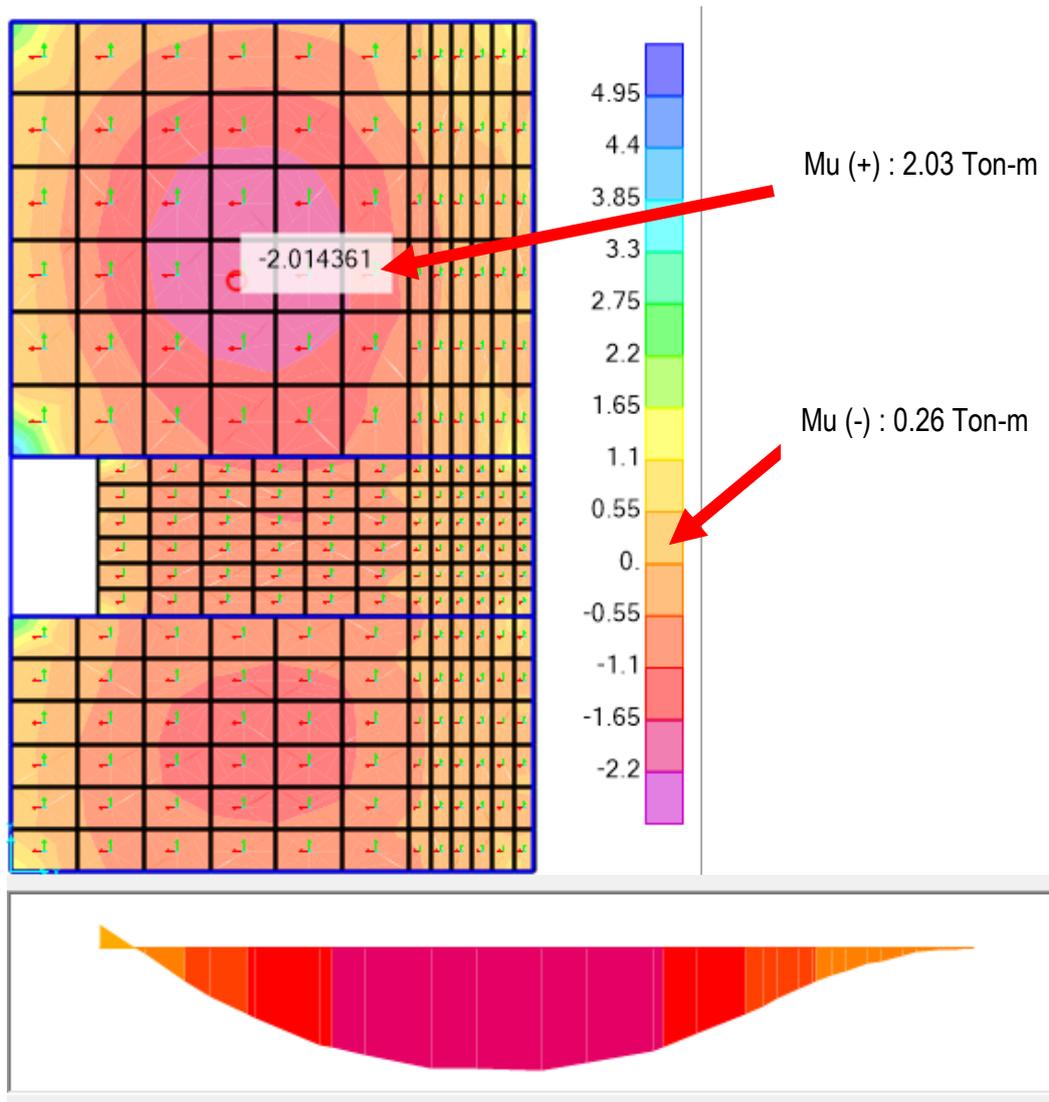


Tabla 058 – Resumen de momento y acero de losa de piscina en el eje "X".

Fuente elaboración propia

RESUMEN DE MOMENTOS Y $A_{s\phi}$ EN EL EJE X-X	
LOSA MACIZA $e= 15 \text{ CM.}$	LOSA DE LA PISCINA
MOMENTOS (+) ENVOLVENTE	2.03 Ton-m
MOMENTOS (-) ENVOLVENTE	0.55 Ton-m
AS (+) REQUERIDO	3.13 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS (-) REQUERIDO	0.84 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS MINIMO= 0.0018x $bxd$	3.15 $\text{cm}^2/\text{m}$

AS (+) UTILIZADO	3.55 cm <sup>2</sup> /m
AS (-) UTILIZADO	3.55 cm <sup>2</sup> /m
∅ (+) LONG. A UTILIZAR	∅ 3/8" @0.20
∅ (-) LONG. A UTILIZAR	∅ 3/8" @0.20

Imagen 046 - Diagrama de momento flector eje "Y". Fuente Elaboración propia + ETABS

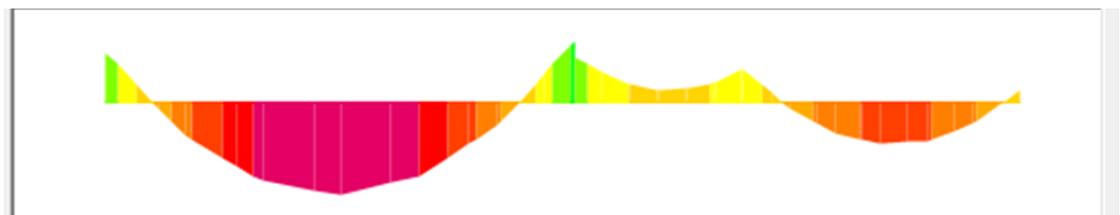
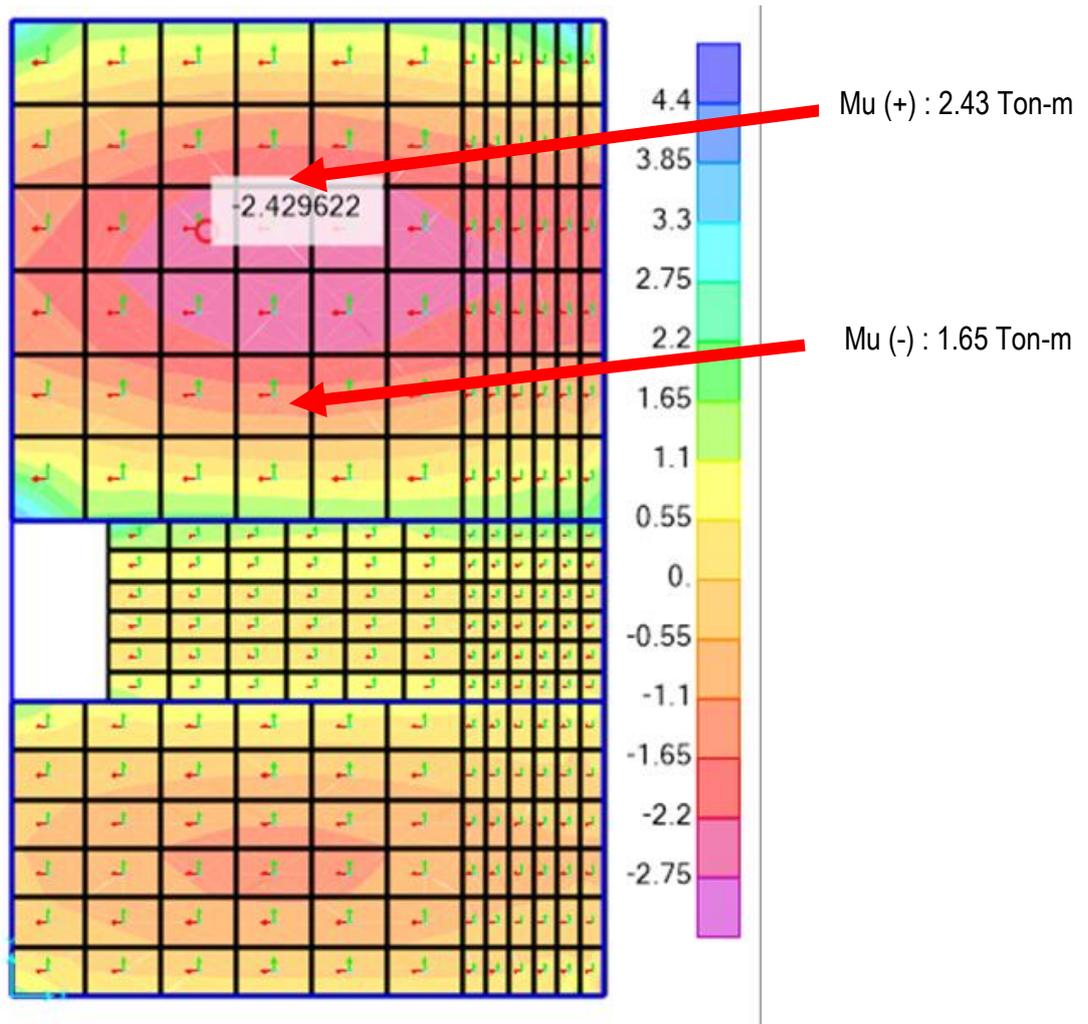


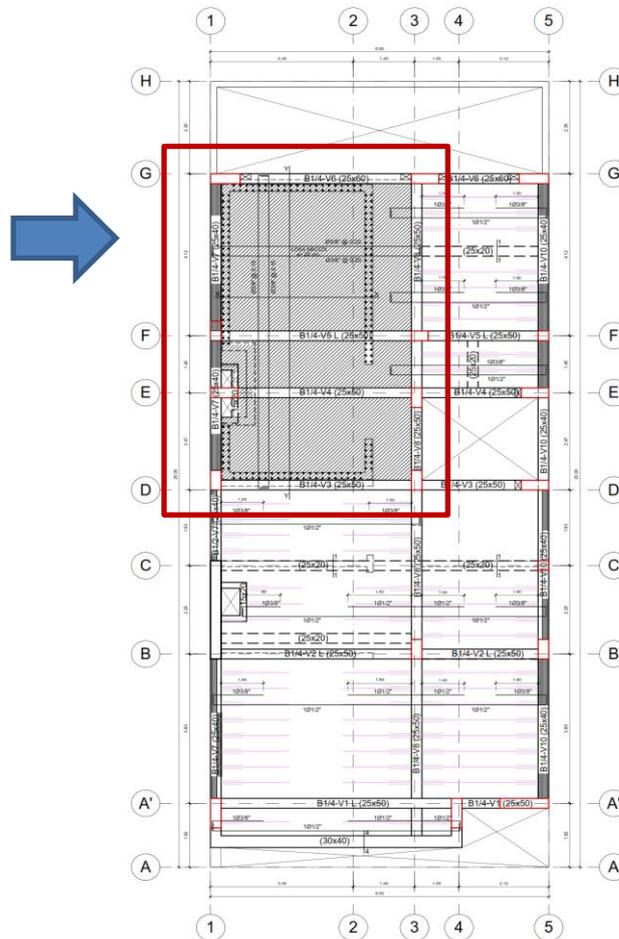
Tabla 059 – Resumen de momento y acero de losa de piscina en el eje “Y”.

Fuente Producción propia

RESUMEN DE MOMENTOS Y $A_{s\phi}$ EN EL EJE Y-Y	
LOSA MACIZA $e= 15$ CM.	LOSA DE LA PISCINA
MOMENTOS (+) ENVOLVENTE	2.43 Ton-m
MOMENTOS (-) ENVOLVENTE	1.65 Ton-m
AS (+) REQUERIDO	3.77 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS (-) REQUERIDO	2.54 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS MINIMO= $0.0018 \times b \times d$	3.15 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS (+) UTILIZADO	4.99 $\text{cm}^2/\text{m}$
AS (-) UTILIZADO	4.99 $\text{cm}^2/\text{m}$
$\phi$ (+) LONG. A UTILIZAR	$\phi$ 3/8" @0.15
$\phi$ (-) LONG. A UTILIZAR	$\phi$ 3/8" @0.15

Imagen 047 – Distribución del acero en losa de concreto armado para piscina.

Fuente Producción propia + AutoCAD



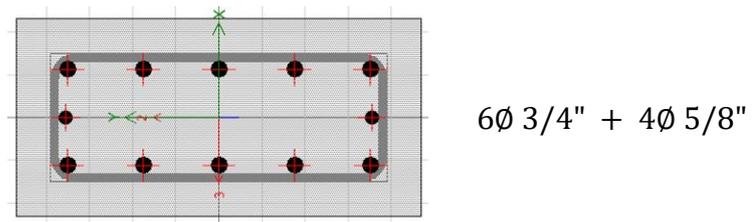
#### 4.3.1.4. Diseño de columnas

Se diseña la columna rectangular. Las tablas a continuación muestran las combinaciones de carga y momento axial provenientes del análisis del primer piso.

##### A) Diseño por flexocompresión - Columna C1 (0.23x0.47)

Una vez definida la columna, se estima la distribución del refuerzo, para obtener el diagrama de interacción, el cual representa las combinaciones de carga axial y momento flector que podrá ser resistida por la columna. En la siguiente tabla se tiene las fuerzas actuantes sobre la columna C1(0.23x0.47) en el eje "B-B/3-3".

*Imagen 048 – Distribución de acero de columna C1 (0.23x0.47). Fuente elaboración propia + ETABS*



*Tabla 060 – Cargas y momentos en eje "X" y eje "Y". Fuente elaboración propia + ETABS*

	P (ton)	Vx-x (ton)	Vy-y (Ton)	Mx-x (ton-m)	My-y (ton-m)
<b>C.M.</b>	-16.26	-0.17	-0.12	-0.10	-0.15
<b>C.V.</b>	-7.79	0.09	-0.09	-0.05	-0.06
<b>SISMO X</b>	20.01	-2.18	-0.07	-0.082	-2.65
<b>SISMO Y</b>	0.66	-0.01	0.70	0.99	-0.01

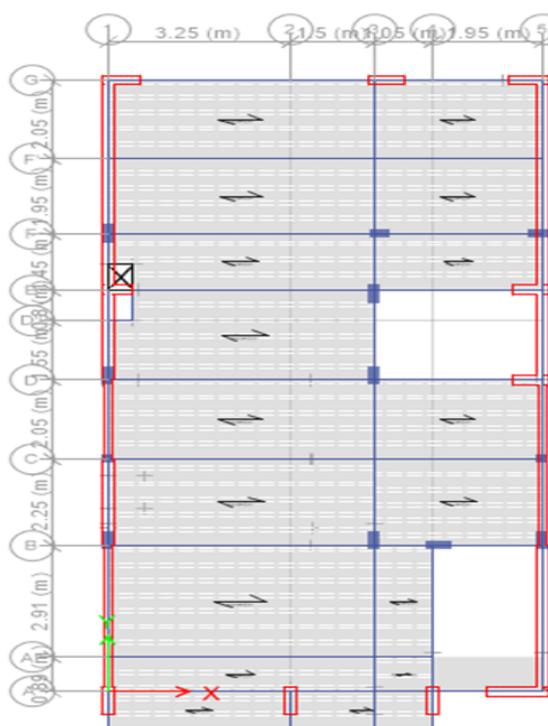
Donde el momento en "My-y" es la dirección fuerte y el momento en "Mx-x", la dirección débil. En la siguiente tabla se tiene las combinaciones de carga, donde se realiza la verificación de los momentos "Mu" y cargas "Pu" los cuales deberán encontrarse dentro del diagrama de interacción.

Tabla 061 – Combinaciones de cargas en eje “X” y eje “Y”. Fuente producción propia + ETABS

COMBINACIONES	P (ton)	Vx-x (ton)	Vy-y (Ton)	Mx-x (ton-m)	My-y (ton-m)
0.9D +- SX	-7.81	-2.40	-0.15	-0.15	-2.84
0.9D +- SY	-27.17	-0.22	0.63	0.92	-0.20
1.25(D+L) +- SX	-28.38	-2.59	-0.25	-0.23	-3.01
1.25(D+L) +- SY	-47.74	-0.41	0.53	0.83	-0.37
1.4D + 1.7L	-56.54	-0.48	-0.22	-0.19	-0.43
1.4D + 1.7L + 1.4CL	-57.04	-0.46	-0.22	-0.19	-0.41

De la tabla anterior se puede apreciar que las columnas trabajan básicamente por cargas de gravedad; sin embargo, toman una pequeña parte de las solicitaciones sísmicas.

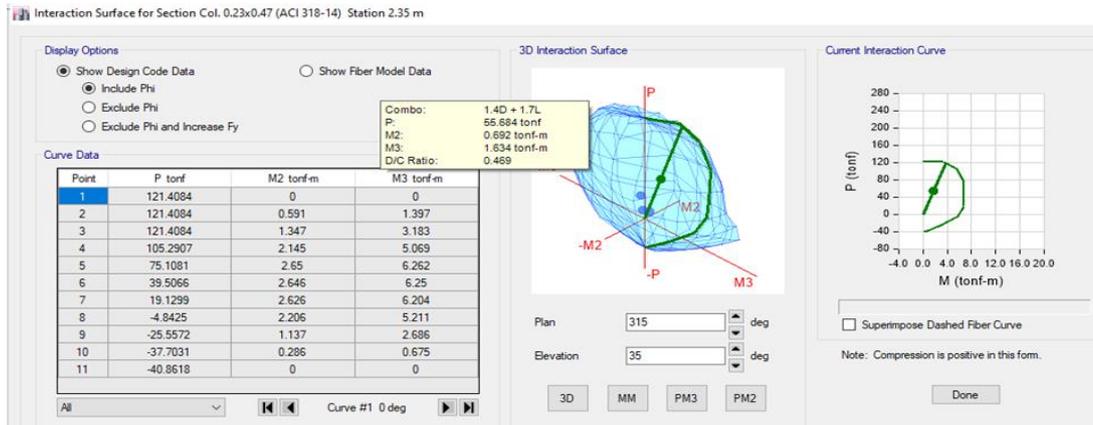
Imagen 049 – Columnas y placas de la edificación. Fuente elaboración propia + ETABS



Debido a que esta columna que confina el muro se encuentra en la dirección “Y” se puede comprobar que los momentos flectores en dicha dirección son los predominantes. Entonces se tiene:

$$M2 = MY - Y, M3 = MX - X$$

Imagen 050 – Interacción de la columna C1(0.23x0.47). Fuente elaboración propia + ETABS



Según detalla los resultados de la interacción de la columna, los puntos se encuentran dentro del diagrama de interacción. Criterio de diseño:

- As min=1%
- $6 \phi 3/4" + 4 \phi 5/8" = 27.24 \text{ cm}^2$ , siendo el 2.31 % por lo cual se determina el diseño como CONFORME

## B) Resumen de diseño de columnas

Tabla 062 – Cuadro de acero y detalles de columnas y columnetas. Fuente producción propia + AutoCAD

CUADRO DE COLUMNAS				
PISO	CONCRETO fc'(Kg/cm2)	C1	C2	C3
1° PISO	210	COL. 0.23 x 0.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.37 8 Ø 3/4" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.23 6 Ø 1/2" 1 □ 8mm. 1@.05,6@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
2° PISO	210	COL. 0.23 x 0.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.37 8 Ø 3/4" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.23 6 Ø 1/2" 1 □ 8mm. 1@.05,6@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
3° PISO	210	COL. 0.23 x 0.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.37 8 Ø 3/4" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.23 6 Ø 1/2" 1 □ 8mm. 1@.05,6@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
4° PISO	210	COL. 0.23 x 0.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.37 8 Ø 3/4" 2 □3/8" 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	COL. 0.23 x 0.23 6 Ø 1/2" 1 □ 8mm. 1@.05,6@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E

AZOTEA	210	COL. 0.23 x 0.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 2 □ 3/8"	COL. 0.23 x 0.37 8 Ø 3/4" 2 □ 3/8"	COL. 0.23 x 0.23 6 Ø 1/2" 1 □ 8mm.
		1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	1@.05,6@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E

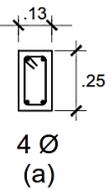
Tabla 063 – Cuadro de acero y detalles de columnas y columnetas. Fuente producción propia + AutoCAD

CUADRO DE COLUMNETA		
PISO	CONCRETO fc'(Kg/cm2)	CL1
TODOS	175	0.13 x 0.25 4Ø3/8" 1 □ Ø1/4" (a)
□ Ø1/4":1@.05,4@.10 Rto@.20 C/E		

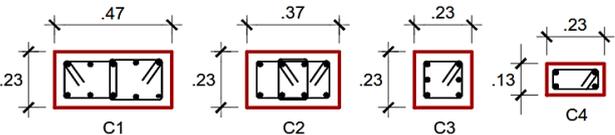
  

CUADRO DE COLUMNAS		
PISO	CONCRETO fc'(Kg/cm2)	C4
1º PISO	175	COL. 0.23 x 0.13 4 Ø 1/2" 1 □ 1/4" 1@.05,5@.10, Rto@.20 C/E


  
 4 Ø (a)


  
 C1      C2      C3      C4

LEYENDA	
□ CL1	Columneta de amarre "Pa" que nace en Cimentacion salvo indicado en planta.

Tabla 064 - Cuadro de acero y detalles de placas. Fuente producción propia + AutoCAD

CUADRO DE PLACAS						
PISO	CONCRETO fc'(Kg/cm2)	PL- 1	PL- 2	PL- 3	PL- 4	PL- 5
1º PISO	210	PL- 1. 0.23 x 1.12 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 10Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 1 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 2. 0.23 x 0.72 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 6Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 2 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 3. 0.23 x 0.67 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 3 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 4. 0.23 x 0.62 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 4 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 5. 0.23 x 2.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 6 Ø 1/2" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" 1 □ 3/8" PL- 5 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
2º PISO	210	PL- 1. 0.23 x 1.12 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 10Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 1 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 2. 0.23 x 0.72 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 6Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 2 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 3. 0.23 x 0.67 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 3 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 4. 0.23 x 0.62 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 4 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 5. 0.23 x 2.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 6 Ø 1/2" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" 1 □ 3/8" PL- 5 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
3º PISO	210	PL- 1. 0.23 x 1.12 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 10Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 1 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 2. 0.23 x 0.72 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 6Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 2 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 3. 0.23 x 0.67 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 3 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 4. 0.23 x 0.62 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 4 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 5. 0.23 x 2.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 6 Ø 1/2" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" 1 □ 3/8" PL- 5 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
4º PISO	210	PL- 1. 0.23 x 1.12 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 10Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 1 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 2. 0.23 x 0.72 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 6Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 2 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 3. 0.23 x 0.67 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 3 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 4. 0.23 x 0.62 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 4 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 5. 0.23 x 2.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 6 Ø 1/2" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" 1 □ 3/8" PL- 5 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E
AZOTEA	210	PL- 1. 0.23 x 1.12 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 10Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 1 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 2. 0.23 x 0.72 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 6Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 2 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 3. 0.23 x 0.67 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 3 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 4. 0.23 x 0.62 8 Ø 3/4" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" PL- 4 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E	PL- 5. 0.23 x 2.47 6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" 6 Ø 1/2" ACERO H. Ø 3/8" @.15 ACERO V. 4Ø 3/8" 2 □ 3/8" 1 □ 3/8" PL- 5 1@.05,8@.10, 3@.15 Rto@.20 C/E

Imagen 051 – Distribución de acero en placas, PL-1, PL-2. Fuente producción propia + AutoCAD

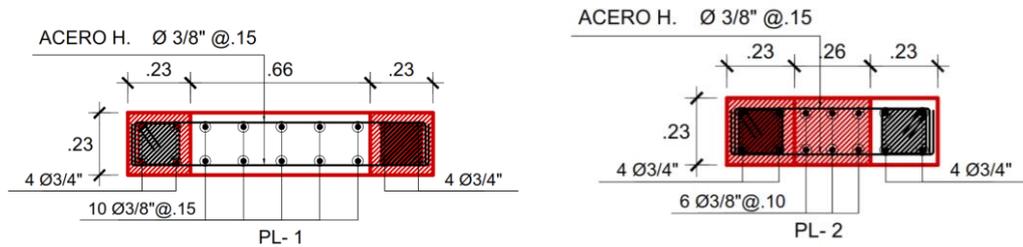
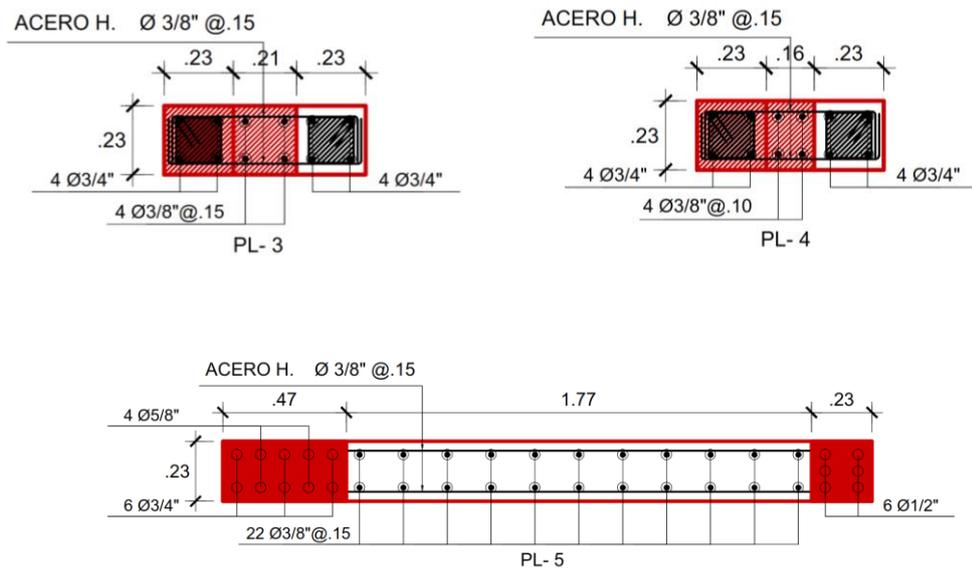


Imagen 052 - Distribución de acero en placas, PL-3, PL-4, PL-5. Fuente producción propia + AutoCAD



#### 4.3.1.5. Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación tomaremos como la zapata ubicada ente el eje “B-3”, siguiendo la siguiente combinación de carga:

$$CU = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

Dónde:

CM= Carga muerta, según lo analizado con el programa ETABS, se obtiene el valor de 30.92 ton.

CV= Carga viva, según lo analizado con el programa ETABS, se obtiene el valor de 7.79 ton

Reemplazando:

$$CU = 1.4 (30.92) + 1.7 (7.79)$$

$$CU = 56.53 \text{ ton.}$$

Tabla 065 – Resumen del diseño de cimentación. Fuente elaboración propia

DISEÑO DE CIMENTACIÓN		
Reacción del Terreno $Wu = \frac{Pu}{Azap}$	$\sigma = 0.86 \text{ kg/cm}^2$	CUMPLE $\sigma_{suelo} = 1.97 \text{ kg/cm}^2$
Verificación por cortante $Vu = Wu * S * (Lv - d)$ $\frac{Vu}{\phi} = Vn$ Comparación $Vc = 0.53 * \sqrt{210} * b * d$	Vu= 15.50 ton Vn= 18.22 ton Vc= 105.61 ton	CUMPLE $Vc > Vn$
Diseño por Flexión $Mu = \frac{Wu * S * Lv^2}{2}$ $As = \frac{Mu}{\phi * fy * (d - \frac{a}{2})}$	Mu= 16.97 Ton-m Iterando As= 8.31 cm <sup>2</sup>	
$Asmin = 0.0018 * b * d$ Longitud más Larga	Asmin= 9.72 cm <sup>2</sup>	
LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ACEROS DE LA ZAPATA ESTARÁN ESPECIFICADA EN LOS PLANOS		

Dónde:

S = Lado más corto de la zapata

Lv = Diferencia entre la longitud más larga y la columna

D = Peralte de la zapata

$W_u =$  Carga de la estructura por m<sup>2</sup>

Imagen 053 – Cortes de cimentaciones, corte 1-1, 2-2, 3-3. Fuente elaboración propia + AutoCAD

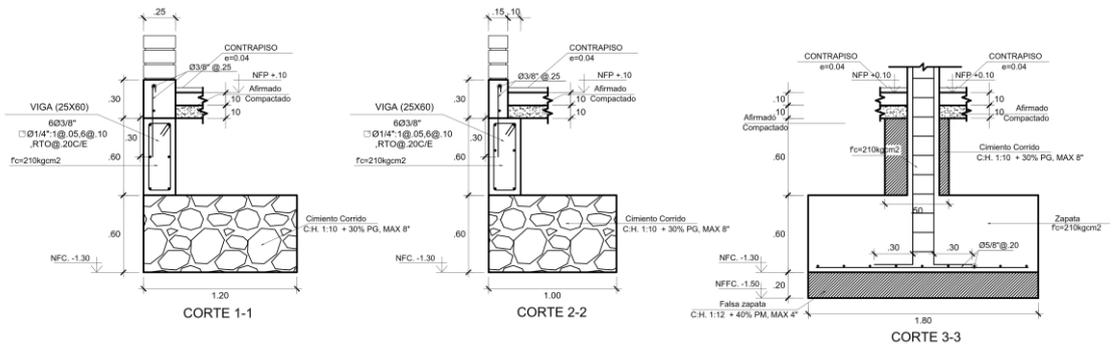


Imagen 054 – Cortes de cimentaciones, corte 4-4, 5-5. Fuente elaboración propia + AutoCAD

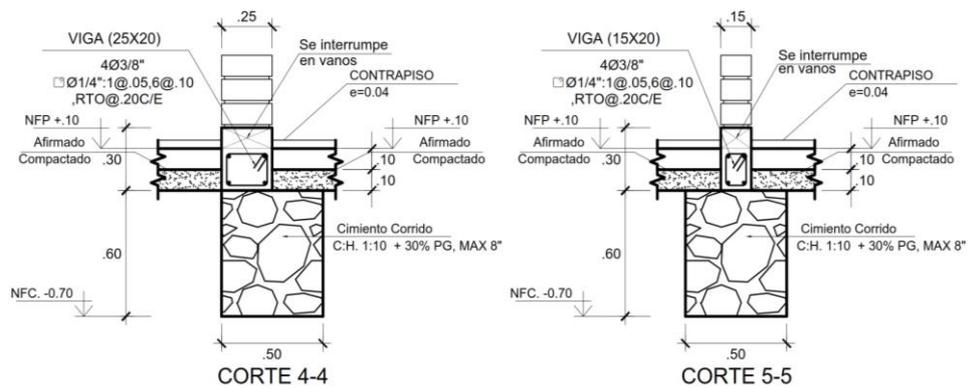
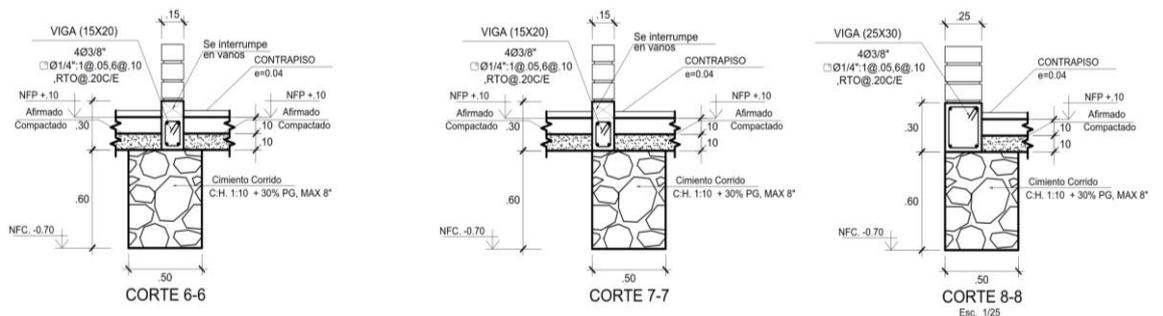


Imagen 055 – Cortes de cimentaciones, 6-6, 7-7, 8-8. Fuente elaboración propia + AutoCAD

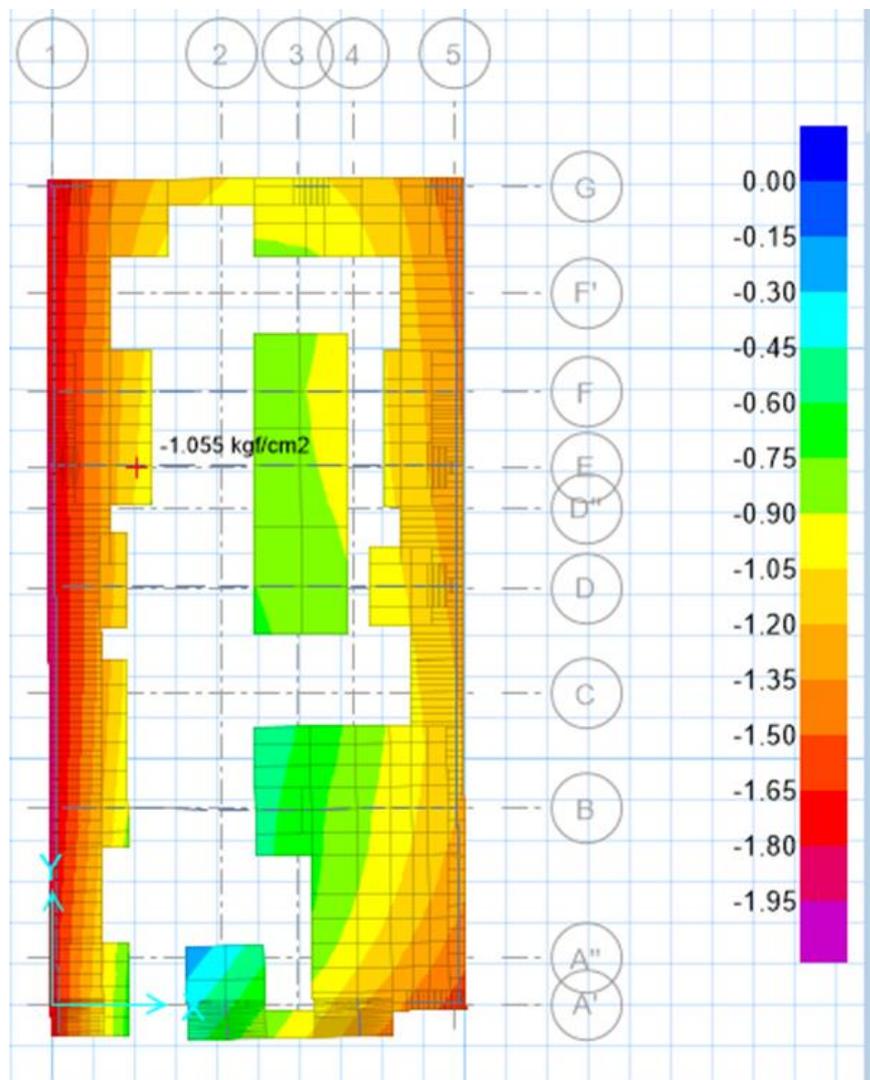




### 4.3.2. Diagrama de presiones en el suelo

Para la evaluación de las presiones en el suelo se utilizó el programa SAFE y se puede observar en la imagen las presiones que ejercen las cargas de diseño por SERVICIO que no llegan al límite de la presión admisible del suelo,  $\sigma = 1.97 \text{ kg/cm}^2$ , por lo cual se determina el diseño como CORRECTO, según se aprecia en la siguiente imagen de presiones:

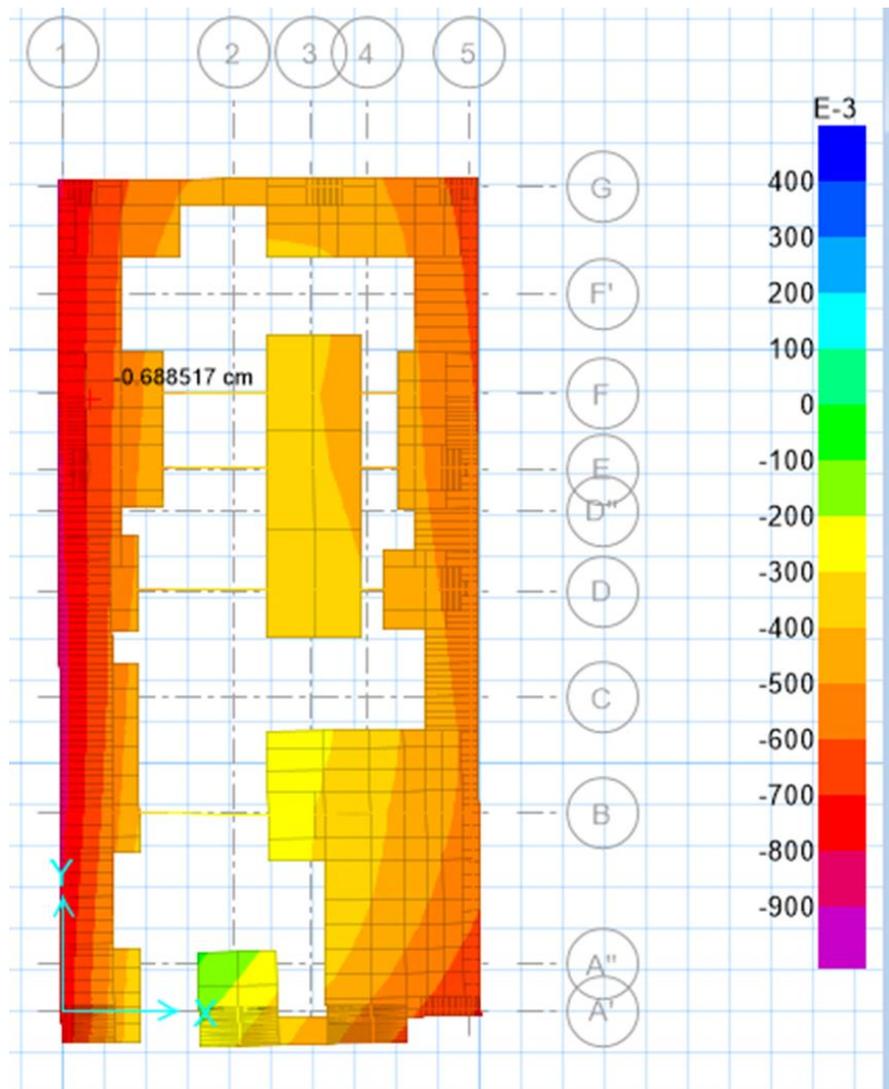
*Imagen 058 – Diagrama de presión del suelo. Fuente elaboración propia + ETABS*



De igual manera para la evaluación de los asentamientos, se puede observar que por Carga de SERVICIO los asentamientos mínimos, llegan

a alcanzar 0.69 cm. Se observa que los asentamientos esperados en ambos casos son inferiores a 2.54 cm. Según la Norma E.050, se concluye que no presentan problemas de asentamiento.

*Imagen 059 – Asentamientos. Fuente elaboración propia + ETABS*



## V. DISCUSIÓN

Previo al procesamiento de la estructura en el programa ETABS se abasteció con información para su análisis y diseño, como el tipo de material a utilizar, distribución de pórticos, altura de niveles, entre otros elementos, los cuales contribuyen en el análisis y modelamiento del edificio completo en el programa ETABS. Los resultados del predimensionamiento son:

- Para el caso de la losa aligerada se considera un espesor de 0.20m, calculado en función a lo indicado en la norma E060.
- La losa maciza fue calculada según las recomendaciones de Antonio Blanco Blasco en el libro de “Predimensionamientos de elementos estructurales”, el cual indica que se debe considerar a la losa de concreto armado como una losa que trabaja en dos direcciones las cuales aportan resistencia y rigidez a la estructura, indicando en su libro las consideraciones para los espesores de losa en función a la luz, de este modo obtenemos un valor de 0.20m para la losa de la piscina, considerando el aumento del espesor original de 0.15m a 0.20m con la finalidad de obtener un aislamiento acústico y disipar las vibraciones de la piscina.
- Las vigas fueron diseñadas según los alcances de Teodoro Harmsen (1997), “Diseño de Estructuras de Concreto Armado” y la norma E060, donde considera que las dimensiones de las vigas están en función a los requerimientos mínimos de las deflexiones. Obteniendo un ancho de 0.25m por un peralte variado de 0.40m, 0.50m y 0.60m, los cuales cumplen con la relación ancho peralte de  $2/3$ .
- Para el caso de las columnas seguimos el desarrollo según lo indicado por Antonio Blanco Blasco en el libro de “Predimensionamientos de elementos estructurales”, el cual indica que las columnas estarán sometidas a cargas de flexión y cargas

axiales, para reducir significativamente los momentos en las columnas debido a los esfuerzos sísmicos, calculando las dimensiones de las columnas en función a la carga de servicio a soportar, obteniendo columnas de 0.23x0.23 metros, 0.23x0.37 metros, 0.23x0.47 metros.

- El cálculo de placas o muros estructurales fue realizado según las consideraciones de la norma E030 (2019) “Diseño Sismorresistente Reglamento Nacional de Edificaciones” y las recomendaciones de Francis D. K. Ching y Adams Cassandra (2006) en el libro de “Guía de construcción ilustrada”, los cuales indican espesores mínimos según la altura, ubicación, si son portantes o no, entre otras consideraciones, así como la longitud total de placas a considerar para reducir significativamente los esfuerzos sísmicos de la estructura, en base a ello obtenemos un total de 11.2 metros lineales de placa para la edificación. Se incluyeron placas o muros estructurales para rigidizar la estructura y evitar grandes momentos de torsión contribuyendo con la absorción de parte de la cortante basal, de este modo se pudo determinar la importancia de la inclusión de placas para la resistencia de la edificación ante el sometimiento de los esfuerzos sísmicos.

Colocados los valores del tipo de material, las distribuciones, alturas, elementos predimensionados en el programa ETABS, se pudo obtener las cargas de servicio las cuales sirvieron para verificar el cumplimiento de las dimensiones de los cimientos según la norma E060.

Establecido los valores de los elementos se procede con el modelamiento de la estructura, arrojando los valores de la irregularidad de rigidez para piso blando, obtenemos que en ningún caso la rigidez lateral es menor al 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior a este, o menor que el 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores, tanto para el eje “X” como para el eje “Y”.

Del mismo modo se obtuvieron los valores de irregularidad de masa por piso, los cuales en ningún caso llegan a ser mayor en 1.5 del peso del piso superior, indicando que la edificación no presenta irregularidad de masa por pisos.

Se analizó el espectro de pseudo aceleración para el eje "X" y el eje "Y" donde se obtuvo la cortante basal para los diferentes periodos de pseudo aceleración, obtenidos los resultados se procedió con el análisis dinámico en el programa ETABS para los tres modos de vibración ("X", "Y" y "Z Rotacional), sometida la estructura a los esfuerzos estáticos y dinámicos, se compararon los ratios de participación para cada uno de los sentidos y según los resultados obtenidos se pudo verificar la conformidad del diseño y que efectivamente las cargas se encuentran bien colocadas dado que la estructura presenta ratios de participación superiores al 90% acorde a lo indicado en la norma E030, para los tres modos de vibración.

Gracias al análisis del sistema estructural en el programa ETABS, se pudo verificar el tipo de sistema que presenta la estructura, conforme lo indicado en la norma E030 (2019) "Diseño Sismorresistente Reglamento Nacional de Edificaciones", según la verificación de la resistencia sísmica se obtuvieron que el tipo de sistema es de muros estructurales, debido que, son los muros de la estructura los que participan en más del 70% de la fuerza cortante de la base para el eje "X" y el eje "Y".

Una vez calculada la distribución de la fuerza cortante para los entrepisos, se verificó que la fuerza cortante no es menor que el 80% de la cortante estática, para edificios regulares.

Luego de modelar la estructura en el programa ETABS y de realizar la verificación de los desplazamientos de la vivienda multifamiliar de cinco pisos, de concreto armado y albañilería estructural, ubicado en la provincia constitucional del Callao, Se pudo determinar que el desplazamiento no sobrepasa la deriva límite de 7 ‰ para el eje "X" y 5 ‰ para el eje "Y", por

tal motivo podemos concluir en base a lo estipulado en la norma E030 (2019) "Diseño Sismorresistente Reglamento Nacional de Edificaciones", que el desplazamiento de la estructura se encuentra por debajo del desplazamiento límite permitido, Por tal se determina como correcto el comportamiento de la estructura ante el sometimiento de esfuerzos sísmicos.

Al respecto Borda Meza y Pastor Dulanto (2007) en la tesis de "Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos" realizó el desempeño de una estructura ante diferentes desplazamientos laterales indicando que para una deriva de 7 ‰ y 10 ‰ el desempeño de la estructura se realiza de manera funcional, de igual modo verificó que para una deriva de 20 ‰ la estructura recién se encontraría en un estado de colapso pero aún resguardando la vida de las personas que se encuentran dentro de la edificación, indicando que la deriva límite exigida por la norma peruana, sea un valor conservador.

## VI. CONCLUSIONES

Un predimensionamiento estructural correcto e íntegro se logra siguiendo las recomendaciones fundadas por los diferentes autores mencionados precedentemente y bajo la recopilación de experiencias en construcción, el predimensionamiento exhaustivo nos sirve para obtener los datos reales de los elementos y de este modo obtener una buena base para ser analizados correctamente, demostrando que son herramientas de gran aporte para el análisis de una estructura.

La distribución inicial de muros de la estructura, fue ajustada a la geometría de la edificación, respetando la distribución de los ambientes para reducir en lo posible los efectos de torsión ante los esfuerzos sísmicos a los que podría someterse la edificación. Concluyendo que la correcta distribución de muros es fundamental para el comportamiento ideal de la estructura al ser sometido a los esfuerzos sísmicos.

Para un diseño donde la consecuencia de muros es escasa y en su mayoría de diferente ubicación para cada nivel, se concluye que la colocación de placas o muros de concreto armado es clave para poder soportar las fuerzas sísmicas a los que es sometida la edificación.

Podemos concluir que el metrado de cargas es práctico y sencillo de obtener, gracias a los valores indicados en la norma E020 donde indica el tipo de estructura y uso correspondiente.

La verificación del desplazamiento de la estructura desarrollado con el programa ETABS, indica que la estructura no colapsará, ni sufrirá daños significativos, debido que cuenta con una correcta distribución de masas y rigideces, indicando a su vez que la edificación cuenta con el peso adecuado y elementos estructurales ideales para soportar la resistencia de las cargas laterales tanto en planta como en elevación, de este modo se concluye que la verificación de desplazamientos contribuyen con la reducción de la vulnerabilidad de una edificación.

Al realizar el análisis y la verificación de los desplazamientos de la vivienda multifamiliar, estos análisis y resultados pueden contribuir con el proyecto “Vivienda Espejo” al formar parte del expediente técnico del proyecto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda trabajar con el estudio de suelos para desarrollar el análisis del desplazamiento de una edificación.

Se recomienda realizar un correcto e íntegro predimensionamiento para que la realización del análisis sea más preciso y evitar reprocesos al momento de modificar secciones. Así mismo se recomienda seguir los lineamientos establecidas por el reglamento nacional de edificaciones para el predimensionamiento de los elementos estructurales.

Se recomienda no reducir el peralte de las vigas debido que se estaría reduciendo la rigidez lateral en dirección a la reducción.

Se recomienda el uso del programa ETABS, para el procesamiento de la información en el análisis y diseño de sistema de edificaciones, por ser una herramienta confiable y versátil, gracias a la interfaz gráfica la cual permite realizar el modelamiento y análisis de pequeños, grandes y complejos modelos de edificios.

Se recomienda para el caso de poca concurrencia de muros entre niveles, el uso de placas o muros de concreto armado para poder soportar las fuerzas sísmicas a los que podrá estar sometidas a la edificación.

Se recomienda para futuras investigaciones, realizar la verificación de desplazamientos para evaluar el comportamiento estructural ante el sometimiento de fuerzas sísmicas y de este modo poder comprobar que el análisis de nuestra edificación es adecuado, dado que no sufrirá daños sísmicos significativos, al obtener una correcta distribución de masas, rigideces, peso adecuado y elementos ideales que componen la estructura, reduciendo de este modo la vulnerabilidad en las edificaciones ante el sometimiento de fuerzas sísmicas.

## REFERENCIAS

1. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda.Lima, 2017. 823 pp. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.020 CARGAS. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.
2. MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma NTE E- 030 de Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019.
3. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.050 (2018), Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2018.
4. MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma NTE E- 060 de Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones, 2009. 201 pp.
5. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2019) Norma E070 albañilería, Perú.
6. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (2006) Norma E070 albañilería, Perú.
7. MINISTERIO DE DEFENSA (2017), Centro Nacional De Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) – Escenario de Riesgo por Sismo y Tsunami para Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao.
8. ACI 318 – Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
9. ACI 350 - Environmental Engineering Concrete Structures.

10. FEMA-273 (1997), Nehr Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings.
11. ABANTO CASTILLO, Flavio (2010), Análisis y Diseño de Edificación de Albañilería, Perú.
12. OVIDIO SERRANO ZELADA (2017), libro de concreto armado Capitulo 03 cimentaciones. Link:  
  
<https://pdfslide.net/documents/capitulo-03-cimentaciones.html>
13. SAN BARTOLOMÉ, Ángel (2011), Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, Perú.
14. BLANCO BLASCO, Antonio (1994), Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado.
15. BLANCO BLASCO, Antonio (1995), Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Capitulo de Ingeniería Civil, Consejo Departamental de Lima.
16. QUIROZ TORRES, Luis (2011), Análisis y Diseño de Edificación en ETABS, Perú.
17. MORALES MORALES, Roberto (2013), Diseño en Concreto Armado.
18. TEODORO G. HARSEM (1997), Diseño de Estructuras de Concreto Armado.
19. FRANCIS D. K. Ching y ADAMS Cassandra (2006), Guía de construcción ilustrada.
20. LLAMOSAS CONSIGLIERI, Gino (2017), tesis "Edificio de Viviendas con Concreto Armado y Albañilería Confinada"

21. BORDA MEZA, Luis. PASTOR DULANTO, Adolfo (2007) Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos. Tesis: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad De Ingeniería. Link:
- [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/974/BORDA\\_MEZA\\_LUIS\\_EDIFICIO\\_APORTICADO\\_SEIS\\_PISO\\_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/974/BORDA_MEZA_LUIS_EDIFICIO_APORTICADO_SEIS_PISO_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
22. HERNÁNDEZ MELÉNDREZ, Edelsys (2006), Metodología de la investigación: Cómo escribir una tesis.
23. KAWAKAMI OKADA, Augusto (1977), tesis "Manual de Diseño Sísmico de Construcciones de Albañilería"
24. LAFUENTE IBÁÑEZ, Carmen (2008), libro "Metodología de la investigación en las ciencias sociales".
25. MARTÍNEZ DE SÁNCHEZ, Ana María (2013), Diseño de Investigación. Principios Teórico-Metodológicos y Prácticos para su Concreción.
26. C. FREEMAN, Linton (1971), La operacionalización de las variables.
27. GONZALES TAPIA (2021) tesis "Diseño estructural de un edificio de 4 niveles y 1 sótano"
28. HERNÁNDEZ, Roberto. FERNÁNDEZ, Carlos. BAPTISTA, Pilar (2014), Metodología de la Investigación. Link:
- [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)
29. TAMAYO Y TAMAYO (2006), El Proceso de Investigación Científica.

30. HUAYLLANI ACLARI, Luis (2018), Análisis sísmico dinámico aplicando las normas E030-2016 y E030-2003 en un edificio de 5 pisos. Tesis: Universidad Peruana los Andes, Facultad De Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil.
31. ALEGRE, L. y COCHAMCHIN, R. (2018), Diseño estructural sismorresistente de un edificio multifamiliar de 06 pisos, Independencia Huaraz 2018. Tesis de Grado Universidad Cesar Vallejo. Link:  
  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41230/Alegre\\_TLM-Cochachin\\_GRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/41230/Alegre_TLM-Cochachin_GRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
32. TERRONEZ MUÑOZ, Luis. VILCA TICLIA, Orlando, (2018), Análisis comparativo del comportamiento estructural basado en solicitaciones sísmicas de una edificación de concreto armado según NTP-E030-2018, NCH433-2012 y NEC-SEDS-2015. Tesis (para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil). Trujillo – Perú: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil.
33. JIMÉNEZ, J. JULCA, J. (2018), Diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada, Trujillo-La Libertad, 2018. Tesis de Grado. Universidad Cesar Vallejo. Link:  
  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32123/jim%C3%A9nez\\_jj.pdf?sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32123/jim%C3%A9nez_jj.pdf?sequence=1)
34. CALLE SIGÜENZA, Carlos, (2019), Análisis dinámico no lineal, de una estructura de hormigón armado fija en el suelo versus la misma estructura con aislamiento sísmico, frente a un sismo en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil con énfasis en Gerencia de construcciones. Cuenca – Ecuador: Universidad del Azuay, Facultad

De Ciencia y Tecnología, Escuela de ingeniería civil y gerencia de construcciones, 2019 132 pp.

35. RUIZ, S. Jiménez, R. Santos, M. Orellana, M. (2020), Revista de Ingeniería Sísmica. Número especial Sismos Sep17. Link:

<https://smis.mx/index.php/RIS/article/view/RIS-102-1>.

36. TAVÁREZ FADUL, Jean (2016), Análisis estático y dinámico incremental de una estructura de muros de hormigón armado en la República Dominicana. Tesis (Trabajo final de Máster). República Dominicana – Barcelona: Universidad Escola de Camins, 2016. 94 pp.

37. BRIONES ALVA, María. IRIGOIN GONZALES, Nelson. (2015), Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (ZUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto - sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca. Tesis (para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte, Facultad De Ingeniería, 2015 80 pp.

38. CARRILLO Julián, HERNÁNDEZ-BARRIOS Hugo y RUBIANO-FONSECA Astrid. (2014), Analysis of the Earthquake-Resistant Design Approach for Buildings in Mexico, Mexico: Ingeniería Investigación y Tecnología, XV(1): 151-162, marzo 2014. ISSN 1405-7743 FI-UNAM.

39. NOLA, I. (2018). Earthquakes and their environmental, medical and public health impacts. Salud Pública de México. Link:

<https://doi.org/10.21149/9212>

40. VARGAS Cordero, ZOILA Rosa (2009), La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica, Costa Rica. Revista educación, 33(1): 155- 165, 2009. ISSN: 0379-7082, 2009.
41. MONTACHANA Soque, Ricardo Vinicio (2014), Verificación de las derivas de piso, para edificaciones de tres, seis y nueve pisos, de estructura metálica, para la ciudad de Ambato, Mediante el diseño sismo resistente, utilizando el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC2002) y las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-11), estudio de la estabilidad estructural. Tesis (Trabajo de graduación para la obtención del Título de Ingeniero Civil). Ambato – Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2014. 310 pp.
42. DELGADO, G. (2011), Análisis Dinámico de Edificios. Lima: Edicivil S.R.L, 2011.
43. SÁENZ, U. (2019). Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analíticas – edificio administrativo de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
44. DÍAZ LÓPEZ, leonardo. SANTOS CAVALHO, Dennis (2013), Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cuatro pisos diseñado con el reglamento nacional de edificaciones y aceptando una deriva máxima de 1%. Tesis (para optar el Título de Ingeniero Civil). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 91 pp.
45. CABRERA Elmer (2003), Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2003.

46. LUNA JACOBS, Diego y GARCÍA CASANOVA, Juan (2017), DISEÑO DE UN EDIFICIO DE VIVIENDAS EN SAN ISIDRO. Lima: s.n., 2017.
47. GABRIEL BELTRAN (2017), Vulnerabilidad Sísmica causa por los sismos presentados.
48. CARMONA (2015), Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del diseño normativo sismo-resistente.
49. GUZMÁN GÓMEZ DE LA TORRE, María (2015), Diseño Sismorresistente de edificios de hormigón armado. Quito : s.n., 2015.
50. AGUIAR, Roberto (2018), Análisis Sísmico de Edificios. Link:  
  
<https://www.researchgate.net/publication/279188057> ISBN-978-9978-30-104-3
51. LÓPEZ, Adriana. ÁLVAREZ, César. VILLARREAL, Edwin. (2017). Migración de fuentes sísmicas a lo largo del cinturón de fuego del pacífico. La granja. Revista de Ciencias de la Vida.
52. AVENDAÑO, Jorge (2016), Análisis Sismoresistente de un edificio de cinco niveles ubicado en la comuna de Tomé. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 105 pp.
53. HERNANDO Tavera (2014), Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. Link:  
  
[http://intranet.igp.gob.pe/productopeligrosismico/files/re\\_evaluacion\\_peligro\\_sismico\\_per\\_u\\_igp.pdf](http://intranet.igp.gob.pe/productopeligrosismico/files/re_evaluacion_peligro_sismico_per_u_igp.pdf)

54. ETABS Integrated Analysis (2017), Design and Drafting of Building Systems. Computers and Structures. INC (CSI). 23 de mayo de 2017. Link:  
  
<https://www.csiamerica.com/products/etabs>
55. SARKISIAN, Mark and OWINGS, Skidmore. Designing tall Buildings structure as architecture. 711 Third Avenue, New York, NY 10017: Routledge, 2012. 222 pp. ISBN13: 978-0-415-89479-1 (hbk).
56. SEAOC Vision 2000 Committee. 1995. Performance Based Seismic engineering of Buildings. California: Estructural Engineer Association of California, 1995.
57. Lagos, R., y otros (2012), Seismic performance of high-rise concrete buildings in Chile. s.l.: International Journal of High-Rise Buildings, 2012. Vol. 1, 3. 181-194.
58. Jose, Ragy, y otros. (2017), Analysis and desing of commercial building using etabs. Sullia : International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2017. Vol. 4, 6. 2395-0056.
59. FEMA 356 (2000), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Washington, D.C.: American Society of Civil Engineers for the Federal Emergency, 2000.
60. ATC-40 (1996), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC - 40 Report, Volumes 1 and 2. California: Applied Technology Council, 1996.

## **ANEXOS**

## Anexo 01

### MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES / DIMENSIONES		METODOLOGÍA
			INDICADORES		
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Es posible reducir la vulnerabilidad ante los sismos de las edificaciones de concreto armado y albañilería confinada, mediante una verificación de desplazamientos?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Verificar los desplazamientos de una edificación de 5 pisos de concreto armado y albañilería confinada en la provincia constitucional del Callao.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La verificación de desplazamientos, para una edificación, que utiliza estructuras de concreto armado con albañilería; en la provincia constitucional Callao contribuyen con la reducción de la vulnerabilidad de la edificación.</p>	<p><b>Variable</b></p> <p>Verificación de desplazamientos en zona sísmica, para una edificación de cinco pisos con pocos muros colindantes entre niveles.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Cuantitativa</p>	<p><b>-Diseño de investigación</b></p> <p>No experimental transversal descriptivo simple.</p> <p><b>-Población Muestral</b></p> <p>Conformada por edificios multifamiliares en la provincia constitucional del Callao.</p> <p><b>Muestra:</b> Edificio de 5 pisos ubicado en la provincia constitucional del Callao</p> <p><b>Técnicas</b></p> <p>- Redacción en el programa Word</p> <p>- Diseño en el programa AUTOCAD</p> <p>- Procesamiento en el programa ETABS</p> <p>- Cumplimiento de las normas:</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Es posible comprobar el adecuado funcionamiento de la estructura al realizar la verificación de desplazamientos de una edificación en la provincia constitucional del Callao?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>- Establecer un diagnóstico de la vulnerabilidad y comportamiento sísmico en la edificación, mediante la verificación de desplazamientos.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>- La comprobación del comportamiento estructural se logra al realizar la verificación de desplazamientos.</p>	<p>Análisis de una edificación de concreto armado con albañilería confinada, destinada a vivienda multifamiliar.</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <p>1. Predimensionamiento.</p> <p>2. Metrado de cargas.</p> <p>3. Análisis sísmico.</p> <p>4. Análisis dinámico.</p> <p>5. Análisis estático.</p>	<p><b>- Redacción en el programa Word</b></p> <p>- Diseño en el programa AUTOCAD</p> <p>- Procesamiento en el programa ETABS</p> <p>- Cumplimiento de las normas:</p>	
<p>¿Un adecuado predimensionamiento inicial contribuye en gran medida al análisis posterior de la edificación de 5 pisos ubicado en</p>	<p>- Realizar un adecuado predimensionamiento de los elementos que conforman la edificación para obtener resultados reales en el</p>	<p>- El predimensionamiento inicial es una herramienta fundamental en el desarrollo del análisis de una edificación</p>			

## Anexo 02

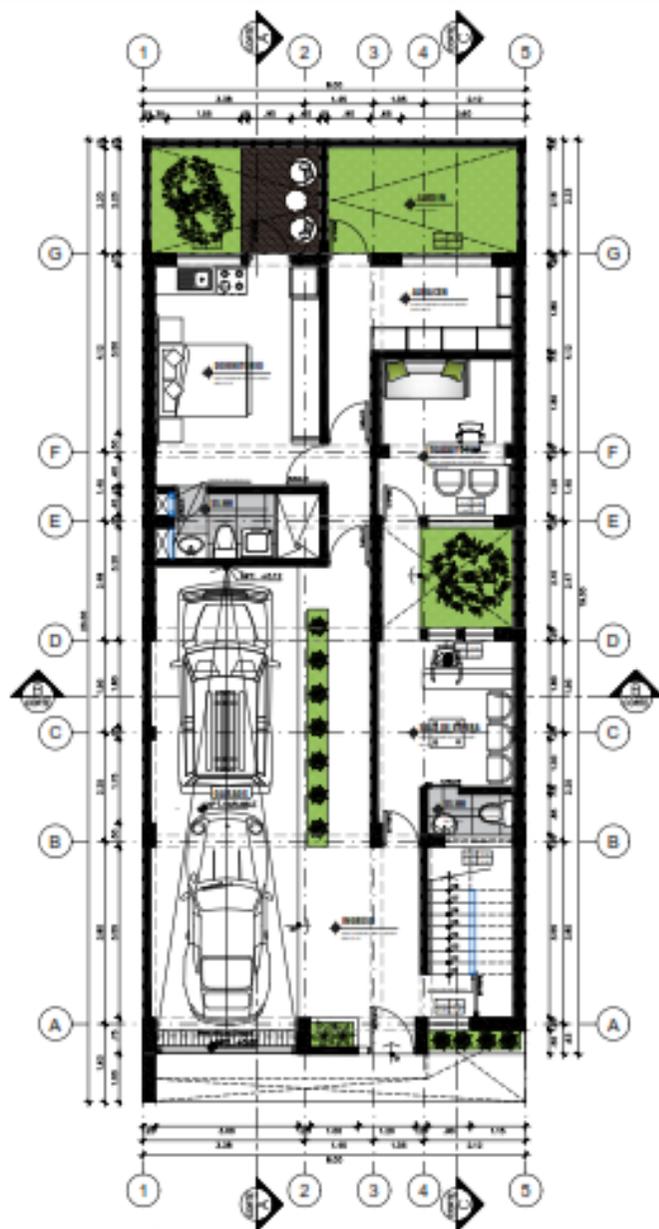
### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

Variables De	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala De
<b>Verificación de desplazamientos y comportamiento sísmico</b>	Es un sistema de referencia en el cual se pueden observar las posibles propiedades elásticas e inelásticas de los elementos que componen la estructura, de este modo se puede garantizar la viabilidad	Es la deformación obtenida de un análisis modal de una estructura, donde se define la ductilidad del sistema. Dicho de otro modo, es la distancia entre la posición inicial y final	Fuerzas	Fuerzas actuante	De Razón
				Resistencia	
				Periodos	
				Fuerza cortante	
				Desplazamiento	
<b>Análisis estructura</b>	Es un conjunto de criterios los cuales permite la verificación de desplazamientos, el cálculo de las fuerzas resistentes sobre la edificación y las	La fuerza resistente es la carga que ejerce el elemento estructural en contraposición	Fuerzas	Parámetros de suelo	De Razón
				Peso propio	
				Periodos	
				Participación de masa	
				Desplazamiento	

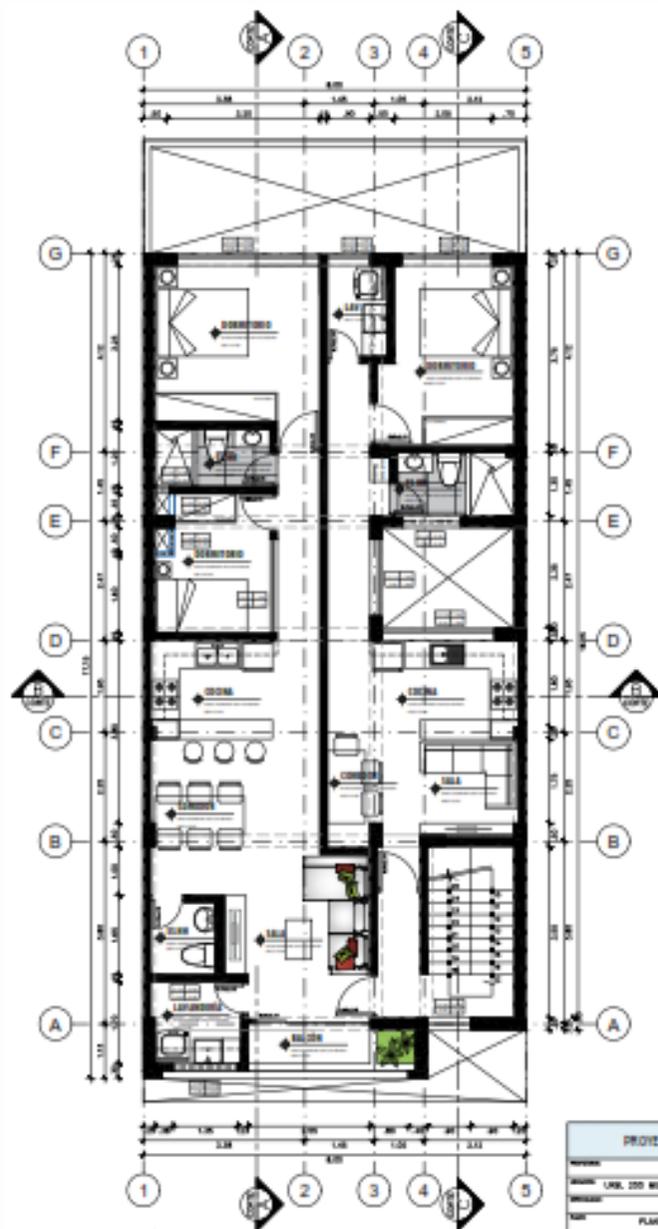
**Anexo 03**

**Plano de Arquitectura**

**Nro. de Lámina A-01**



PLANTA GENERAL / PRIMER NIVEL  
ESC. 1/50



PLANTA GENERAL / SEGUNDO NIVEL  
ESC. 1/50

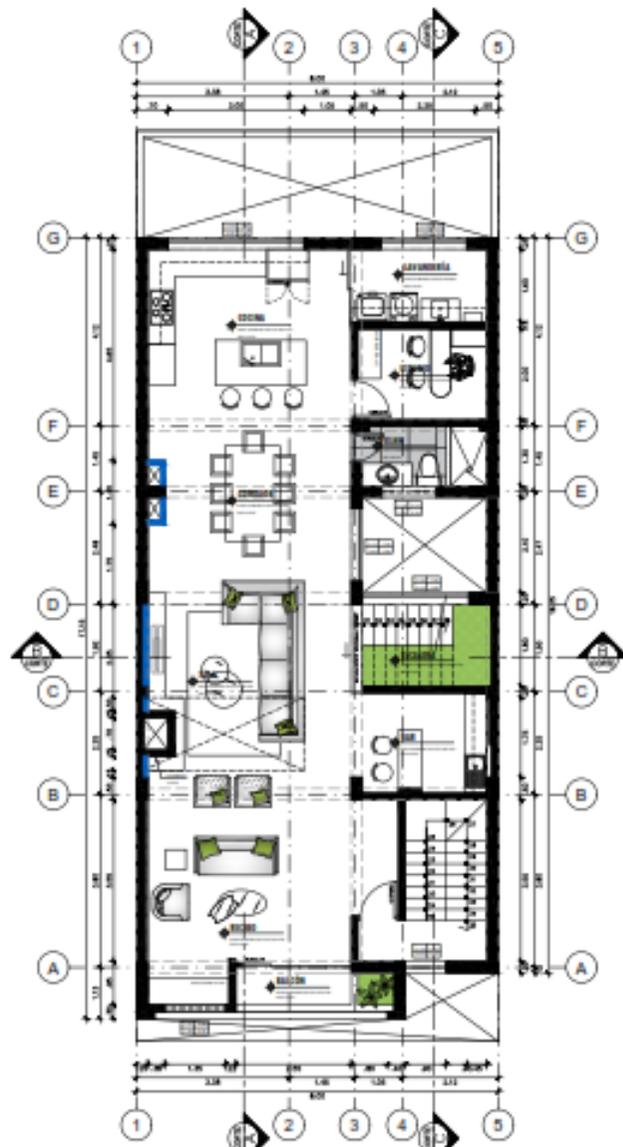
PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"	
PROYECTISTA	JOSUANA DANIEL ESPILDO ROMERO
UBICACION	CALLE 200 MILAFA, CALLE 3-SECCION 07MA, MC 8 LOTE 25, DULCE
PROYECTO	RESIDENCIAL
TIPO	PLANTA GENERAL UN Y 2DO NIVEL
FECHA	16-04-2014-PLANTAS GENERALES
ESCALA	1/50
FECHA	01/06/2014

A-01

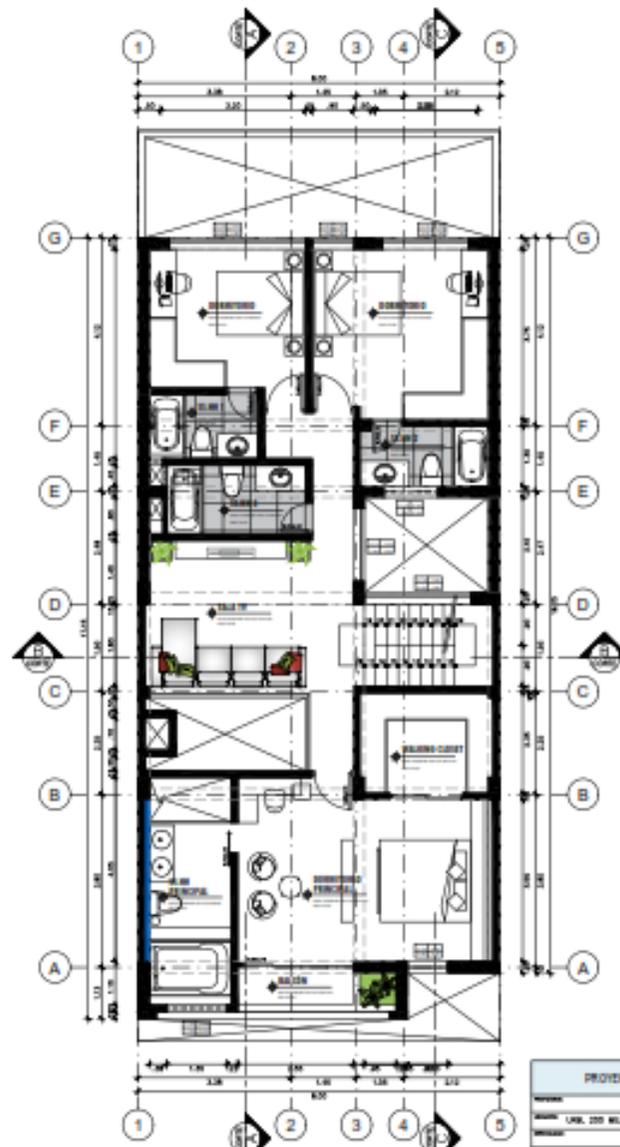
**Anexo 04**

**Plano de Arquitectura**

**Nro. de Lámina A-02**



PLANTA GENERAL / TERCER NIVEL  
1/50



PLANTA GENERAL / QUINTO NIVEL  
1/50

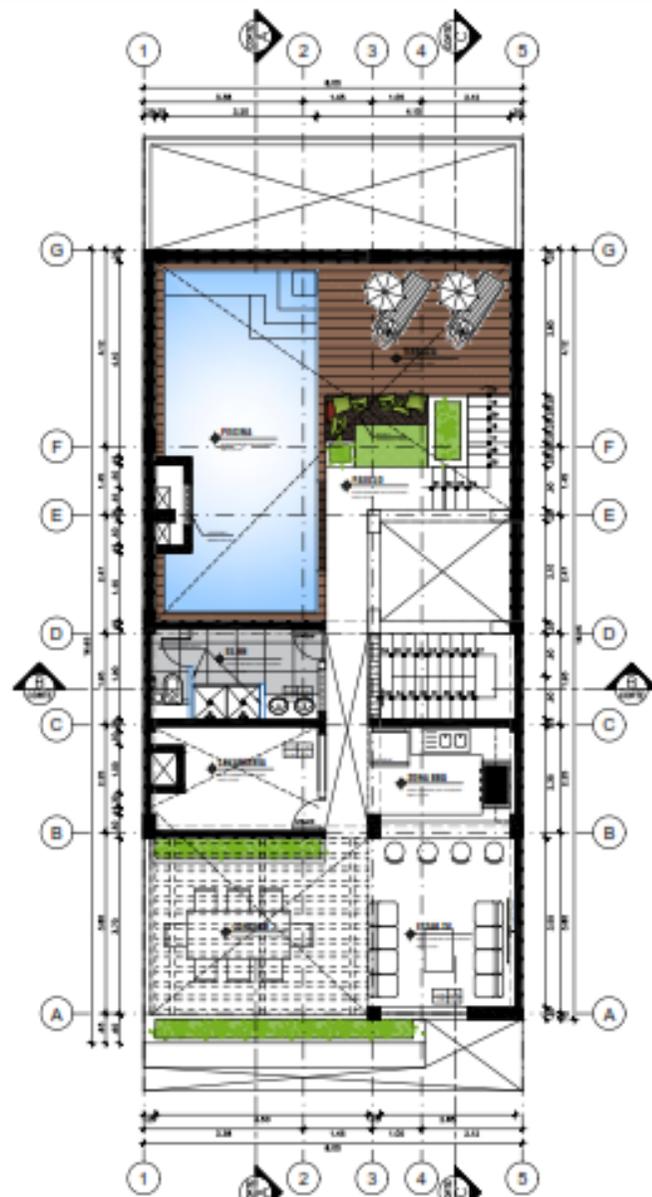
PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"	
PROYECTO:	JONATHAN GARCIA ESPINO ROMERO
UBICACION:	LINDA 200 MILAVAL CALLE 3-BARRIO SANTA VICENTE LOTE 25, DISTRITO DE SANTA CRUZ
PROYECTISTA:	ESTUDIO ARQUITECTONICO
TITULO:	PLANTA GENERAL 3RD Y 5TH NIVEL
FECHA:	16-04-2019 PLANTA GENERAL
ESCALA:	1/50
PROYECTISTA:	16/04/2019

A-02

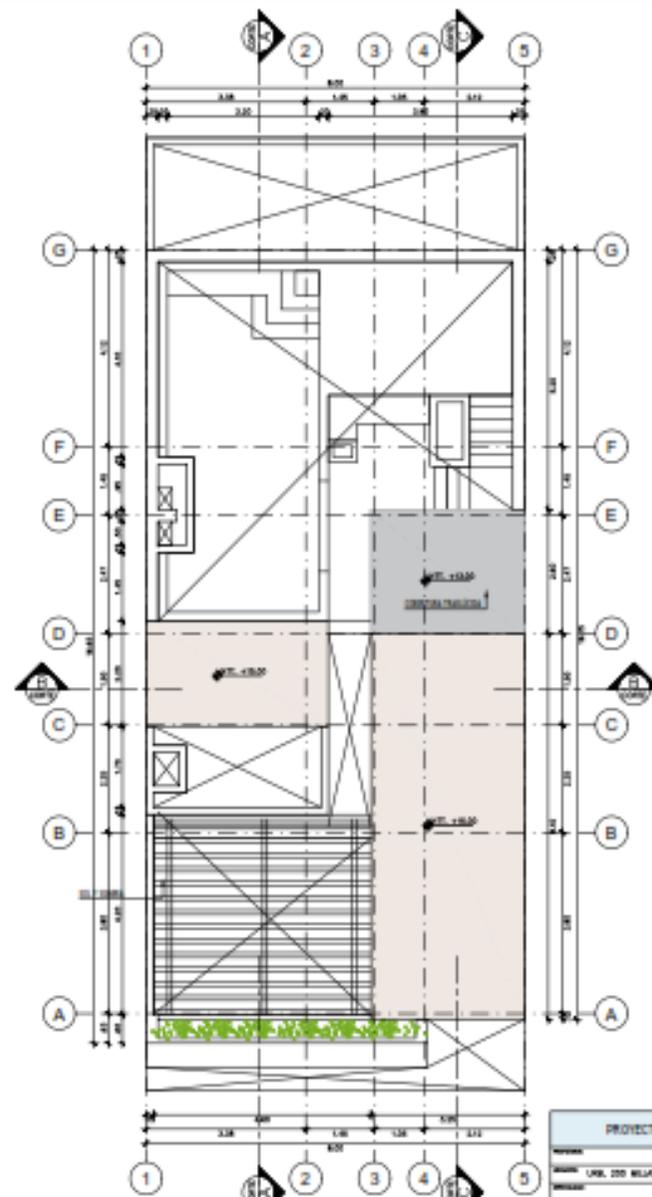
**Anexo 05**

**Plano de Arquitectura**

**Nro. de Lámina A-03**



PLANTA GENERAL / AZOTEA  
ESC. 1/50



PLANO DE TECHOS  
ESC. 1/50

PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"	
PROYECTISTA	JONHAY CAROL ESPINO ESCOBAR
CLIENTE	UNIV. DON MELBA, CALLE 3-SERVIDA STPA, MC 8 LOTE 25, DZAJA
UBICACION	DZAJA, GUATEMALA
TITULO	PLANO GENERAL AZOTEA Y PLANO DE TECHOS
FECHA	16-04-2019 PLANO GENERAL
ESCALA	1/50
FECHA	01/02/2021

A-03

**Anexo 06**

**Plano de Arquitectura**

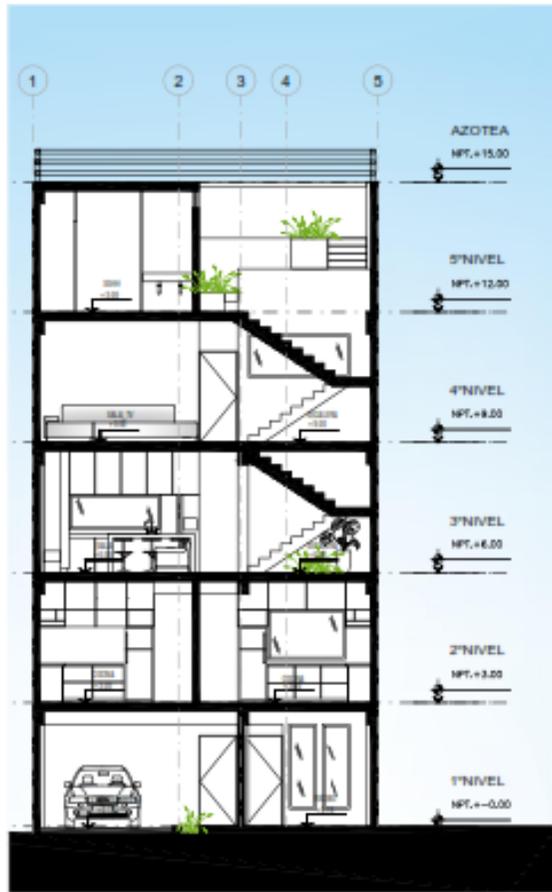
**Nro. de Lámina A-04**



**Anexo 07**

**Plano de Arquitectura**

**Nro. de Lámina A-05**



**CORTE GENERAL B-B'**  
1/50



**CORTE GENERAL C-C'**  
1/50

PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"	
PROYECTISTA	JOSHELYN GARCÍA ESPINO ESCOBAR
UBICACIÓN	CALLE 200 BELLA CALLE 3-SECTOR 5 EN LA VC 6 LOTE 10, UNAL
ESCALA	1/50
TÍTULO	PROYECTO GENERAL B-B' Y C-C'
FECHA	02-08-2021
PROYECTISTA	02-08-2021
ESCALA	1/50
FECHA	02/08/2021

**A-05**

**Anexo 08**

**Plano de Estructuras**

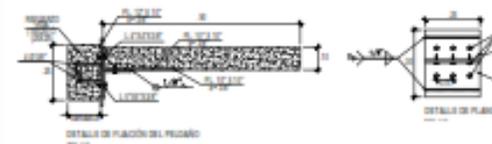
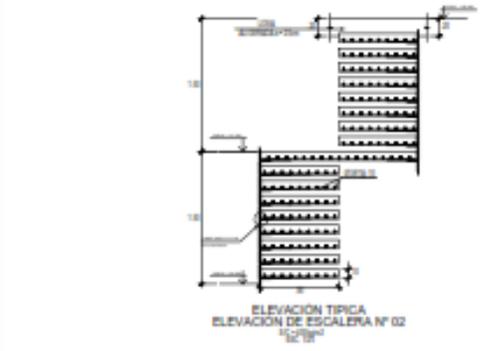
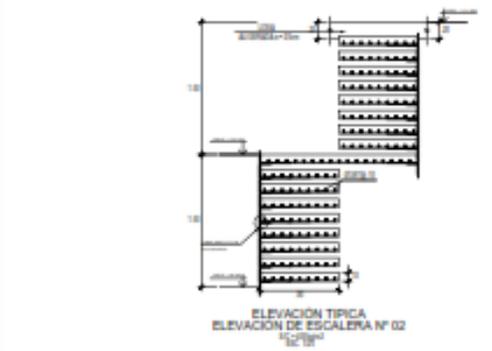
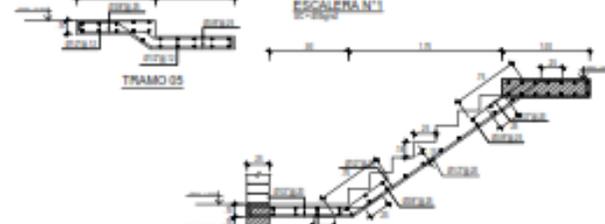
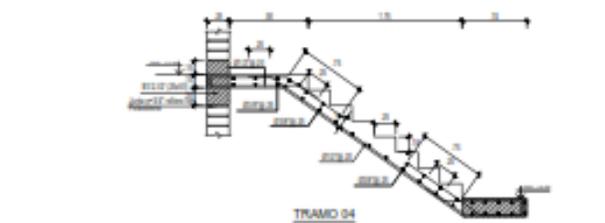
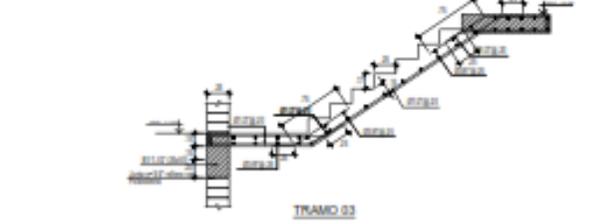
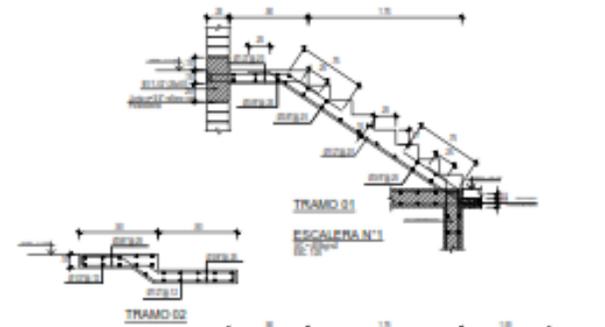
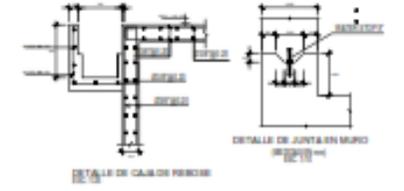
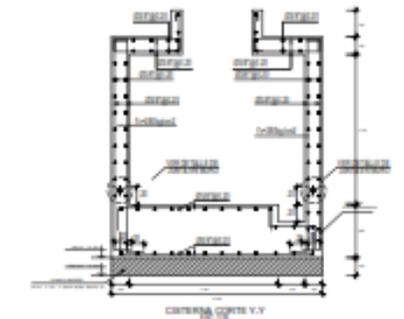
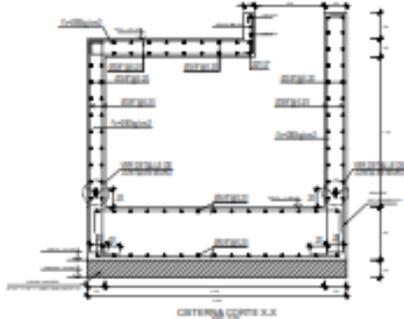
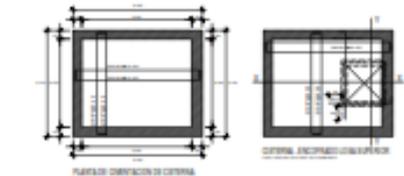
**Nro. de Lámina E-01**



**Anexo 09**

**Plano de Estructuras**

**Nro. de Lámina E-02**



DETALLE DE VIGA DE ESCALERA 1ER, 2DO Y 3ER PISO 1/20

PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"			
NOMBRE:	JONHAYR SÁENZ ESPINO ESCOBAR		
UBICACIÓN:	UNIV. 2DO BELLA CALLE 3-BARRIO SANTA VEC. 6 LOTE 03, CAYAMA		
PROYECTO:	PROYECTO 001/2023		
TÍTULO:	DETALLE DE OBRERA Y ESCALERA		
FECHA:	VI-E-02-DETALLES HERRERA Y ESCALERA		<b>E-02</b>
ESCALA:	1/20	FECHA:	01/04/2023

**Anexo 10**

**Plano de Estructuras**

**Nro. de Lámina E-03**



**Anexo 11**

**Plano de Estructuras**

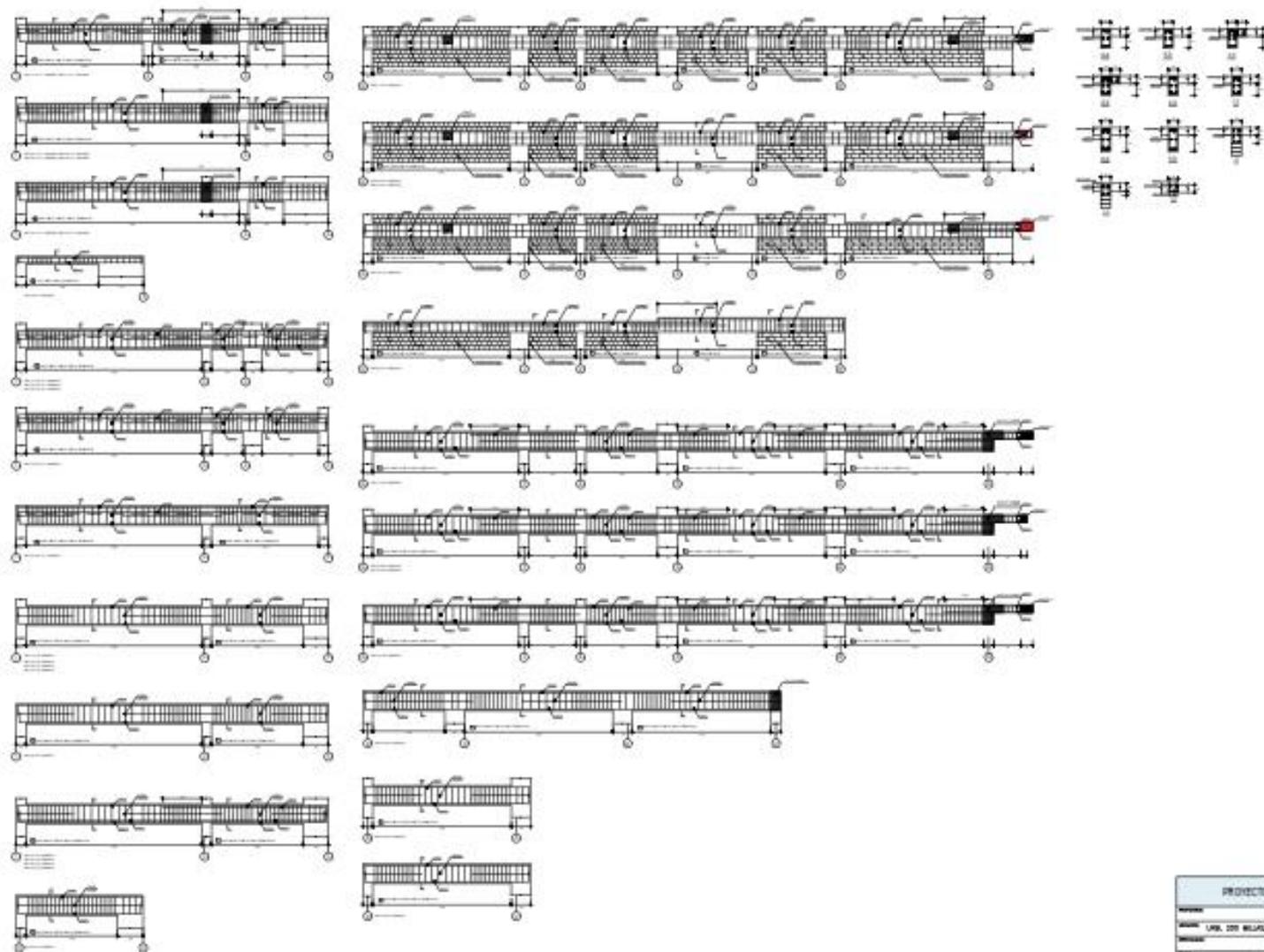
**Nro. de Lámina E-04**



**Anexo 12**

**Plano de Estructuras**

**Nro. de Lámina E-05**



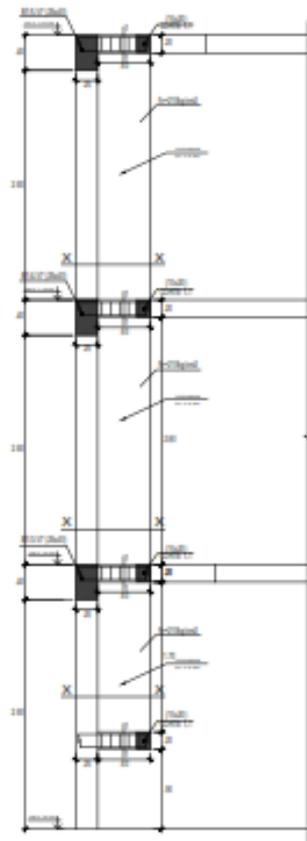
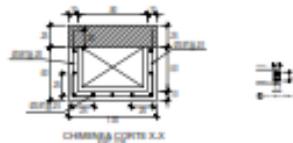
CORTE DE VIGAS

PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"		
PROYECTISTA	JOSÉ MARÍA ESPILLO SORIANO	
UBICACIÓN	URB. 201 BELLA CALLE 3-BARRIO ESPAÑA, SE N LOTE 25, CHLAL	
PROYECTOS	ESTRUCTURALES	
TÍTULO	PLANO DE CORTE VIGAS	
FECHA	16-11-2011	
ESCALA	1/50	FECHA: 16/11/2011
		<b>E-05</b>

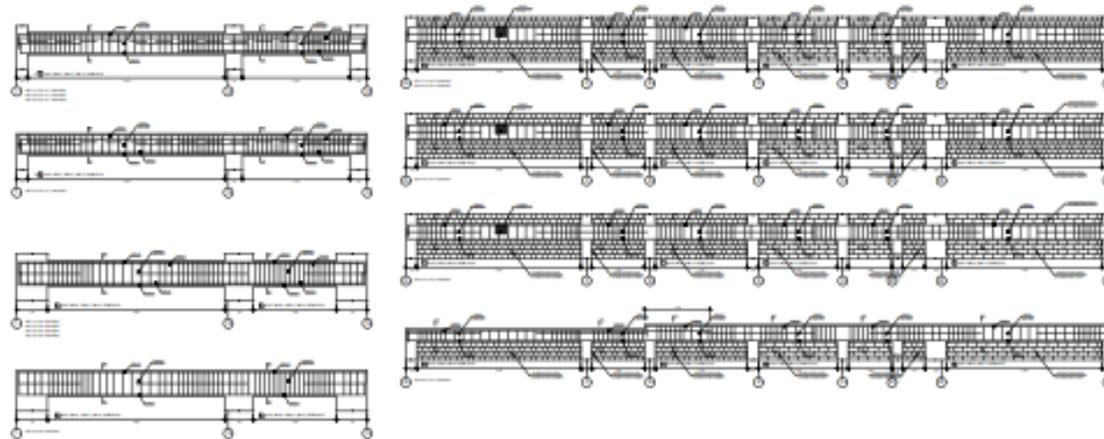
**Anexo 13**

**Plano de Estructuras**

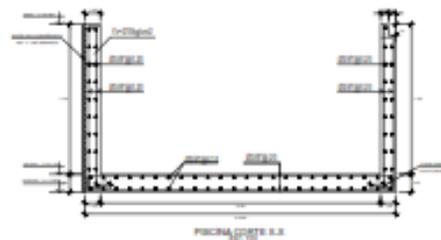
**Nro. de Lámina E-06**



DETALLE DE CHIMENEA



CORTE DE VIGAS



CORTE DE PISCINA

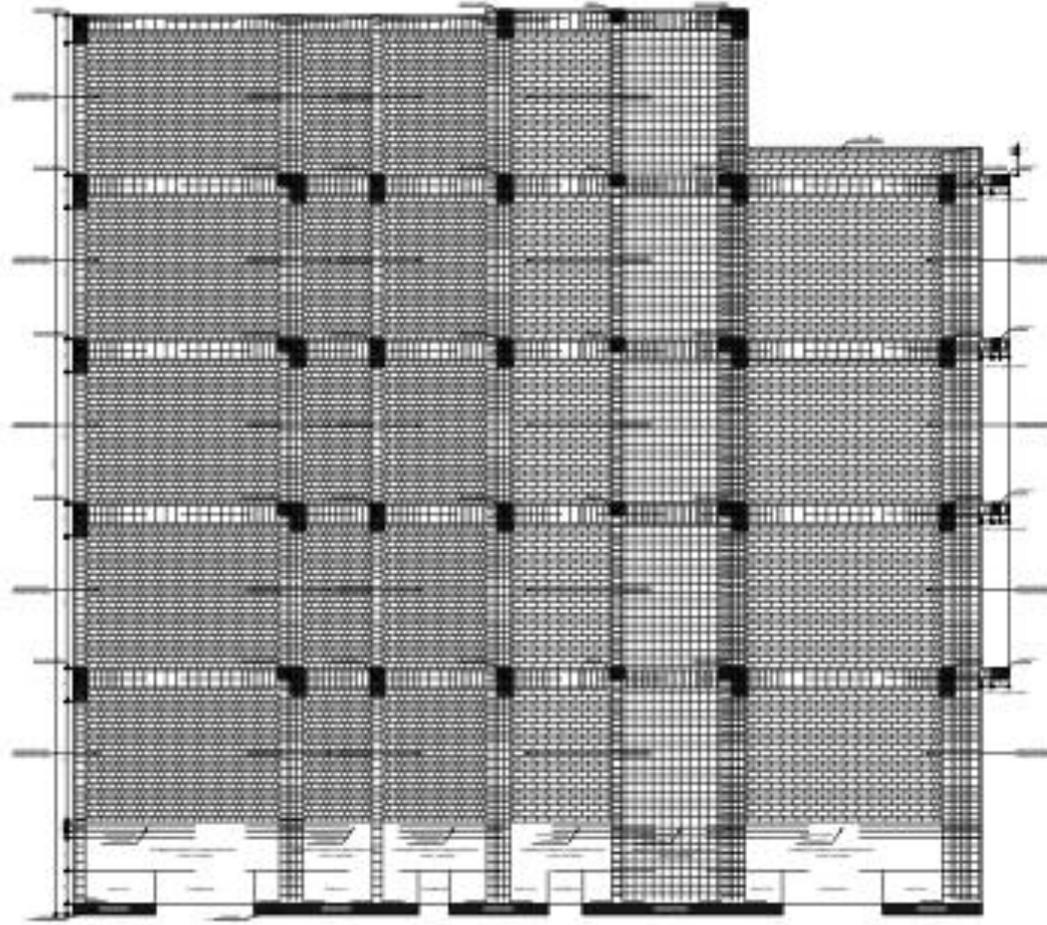
<b>PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVIENDA ESPEJO"</b>	
ZONAS DEL EJIDO SOMPO	
Lote 200 MILA, CALLE 3-BARRIO ESTA, NC 8 LOTE 20, DHAJ	
CALLE 100	
PLANO DE CORTE DE VIGAS, CHIMENEA Y PISCINA	
1:50 - CORTE DE VIGAS, CHIMENEA Y PISCINA	
1/50	01/01/2021

E-06

**Anexo 14**

**Plano de Estructuras**

**Nro. de Lámina E-07**

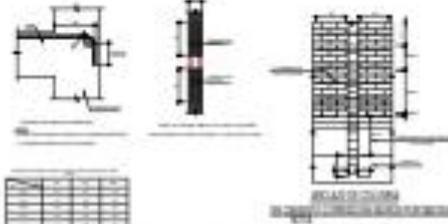


1. **GENERAL NOTES:**  
 1.1. All reinforcement shall be in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.  
 1.2. The reinforcement shall be provided in accordance with the quantities and specifications given in the Bill of Materials.  
 1.3. The reinforcement shall be provided in accordance with the details shown in the drawings.  
 1.4. The reinforcement shall be provided in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.

2. **REINFORCEMENT DETAILS:**  
 2.1. The reinforcement shall be provided in accordance with the details shown in the drawings.  
 2.2. The reinforcement shall be provided in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.

3. **REINFORCEMENT QUANTITIES:**  
 3.1. The reinforcement shall be provided in accordance with the quantities given in the Bill of Materials.  
 3.2. The reinforcement shall be provided in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.

4. **REINFORCEMENT SPECIFICATIONS:**  
 4.1. The reinforcement shall be provided in accordance with the specifications given in the Bill of Materials.  
 4.2. The reinforcement shall be provided in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.

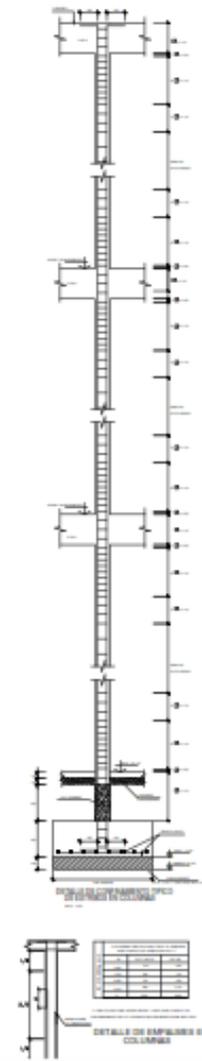
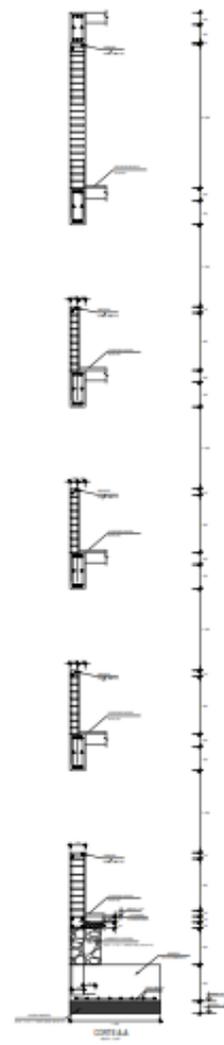
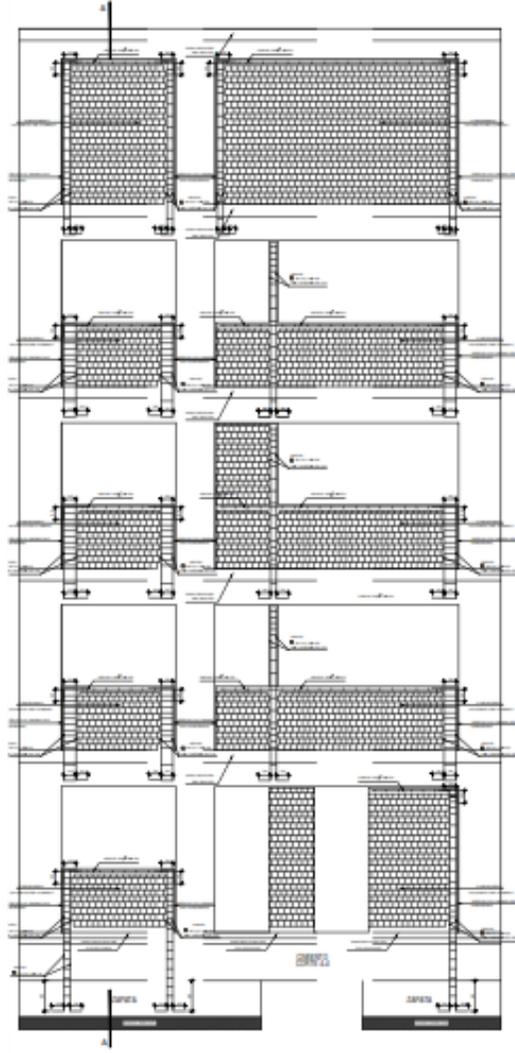



5. **REINFORCEMENT SYMBOLS:**  
 5.1. The reinforcement shall be provided in accordance with the symbols given in the drawings.  
 5.2. The reinforcement shall be provided in accordance with the provisions of the relevant codes and standards.


**Anexo 15**

**Plano de Estructuras**

**Nro. de Lámina E-08**



**RECOMENDACIONES**

1. El presente proyecto de obra está basado en los datos suministrados por el cliente, los cuales se han verificado y se han encontrado correctos.

2. Se ha considerado un tipo de suelo firme, tipo II, de acuerdo a lo establecido en el Código de Construcción de Colombia.

3. Se ha considerado un tipo de viento de velocidad máxima de 40 m/s.

4. Se ha considerado un tipo de carga muerta de 1.5 t/m<sup>2</sup> y una carga viva de 2.0 t/m<sup>2</sup>.

5. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

6. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

7. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

8. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

9. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

10. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

**RECOMENDACIONES DE MATERIALES**

1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.

2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.

3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.

4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.

5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.

6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.

7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.

8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.

9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.

10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.

**CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

1. El presente proyecto de obra está basado en los datos suministrados por el cliente, los cuales se han verificado y se han encontrado correctos.

2. Se ha considerado un tipo de suelo firme, tipo II, de acuerdo a lo establecido en el Código de Construcción de Colombia.

3. Se ha considerado un tipo de viento de velocidad máxima de 40 m/s.

4. Se ha considerado un tipo de carga muerta de 1.5 t/m<sup>2</sup> y una carga viva de 2.0 t/m<sup>2</sup>.

5. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

6. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

7. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

8. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

9. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

10. Se ha considerado un tipo de estructura de concreto armado.

**RECOMENDACIONES DE MATERIALES**

1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.

2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.

3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.

4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.

5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.

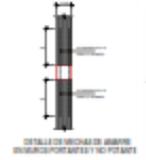
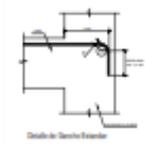
6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.

7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.

8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.

9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.

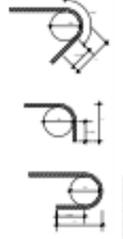
10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.



CONDICIONES DE EMPALME EN COLUMNA	CONDICIONES DE EMPALME EN BEAM
1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.	1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.
2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.	2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.
3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.	3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.
4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.	4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.
5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.	5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.
6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.	6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.
7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.	7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.
8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.	8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.
9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.	9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.
10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.	10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.

CONDICIONES DE EMPALME EN COLUMNA	CONDICIONES DE EMPALME EN BEAM
1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.	1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.
2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.	2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.
3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.	3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.
4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.	4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.
5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.	5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.
6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.	6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.
7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.	7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.
8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.	8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.
9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.	9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.
10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.	10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.

CONDICIONES DE EMPALME EN COLUMNA	CONDICIONES DE EMPALME EN BEAM
1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.	1. El concreto debe ser de tipo normal, con una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa.
2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.	2. El acero de refuerzo debe ser de tipo normal, con una resistencia a la tracción mínima de 420 MPa.
3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.	3. Se debe utilizar un tipo de cemento de marca reconocida.
4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.	4. Se debe utilizar un tipo de agregado grueso de tipo normal.
5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.	5. Se debe utilizar un tipo de agregado fino de tipo normal.
6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.	6. Se debe utilizar un tipo de aditivo reductor de agua.
7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.	7. Se debe utilizar un tipo de aditivo retardador de fragado.
8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.	8. Se debe utilizar un tipo de aditivo impermeabilizante.
9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.	9. Se debe utilizar un tipo de aditivo plastificante.
10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.	10. Se debe utilizar un tipo de aditivo estabilizante.



**PROYECTO MULTIFAMILIAR "VIVENDAS DEL SUR"**

CLIENTE: INSTITUCIÓN EDUCATIVA "EL SUR"

UBICACIÓN: CALLE 100 N.º 100-100, SUR DE BOGOTÁ, D. C.

FECHA: 10-10-2022

PROYECTO: E-08

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

## **Anexo 16**

### **Reporte de Estudio de Mecánica de Suelos**

# ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO.

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA  
ESPEJO.



DISTRITO : CALLAO

PROVINCIA : CALLAO

DEPARTAMENTO : CALLAO

**CALLAO - 2021**

# ÍNDICE

## CONTENIDO

### **1. GENERALIDADES**

- 1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- 1.2. NORMATIVIDAD
- 1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO
- 1.4. DATOS GENERALES DE LA ZONA
- 1.5. ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO
- 1.6. CONDICIÓN CLIMÁTICA

### **2. GEOMORFOLOGÍA Y SISMICIDAD**

- 2.1. GEOMORFOLOGÍA
- 2.2. GEODINÁMICA EXTERNA
- 2.3. SISMICIDAD
  - 2.3.1. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

### **3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

- 3.1. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN MÍNIMO - PIM
- 3.2. TIPO DE MUESTRA EXTRAÍDAS
- 3.3. TRABAJOS EFECTUADOS
  - 3.3.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO
- 3.4. TRABAJOS REALIZADOS "IN-SITU"
- 3.5. ENSAYOS REALIZADOS "IN-SITU"

### **4. CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA**

### **5. ENSAYOS DE LABORATORIO**

- 5.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

### **6. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**

- 6.1. CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO

### **7. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN**

- 7.1. PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACIÓN
- 7.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA
- 7.3. CALCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA
- 7.4. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO
- 7.5. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

### **8. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN**

### **9. DETALLE DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA**

- 9.1. PROPUESTA DE ZAPATA

### **10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 10.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- 10.2. FIGURAS
- 10.3. TABLAS Y CUADROS
- 10.4. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
- 10.5. RECOMENDACIONES

## **ANEXOS**

ANEXO I : REGISTRO FOTOGRÁFICO

ANEXO II : PERFIL ESTRATIGRÁFICO

ANEXO III : ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO IV : MEMORIA DE CALCULO

ANEXO V : PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

ANEXO VI : PROTOCOLO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO COVID-19

## **INFORME DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)**

El presente informe del **EMS** se ha desarrollado en concordancia con la norma E.050 - Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado mediante D.S.011-2006-VIVIENDA (08/05/2006), conteniendo las partes y comprende:

### **1.0 GENERALIDADES**

#### **1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

El objetivo del presente estudio es mostrar los trabajos realizados, así como los resultados y conclusiones obtenidos, en el estudio de suelos a nivel estratigrafía ejecutado con objeto de determinar la información requerida para el diseño de la cimentación del Proyecto: **“PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO”**, compuestos zapatas aisladas, el sistema estructural a emplear es en base a elementos de concreto armado. La estructura transmitirá sus cargas al terreno mediante un concreto armado; este estudio ha sido ejecutado de acuerdo al reglamento Nacional de Edificaciones, Normas Técnicas de Edificaciones E.050 de Suelos y Cimentaciones.

#### **1.2. NORMATIVIDAD**

- Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones (R.M. N° 406 -2018-Vivienda)
- Norma E.030 de Diseño Sismo Resistente (R.M. N° 355-2018-Vivienda)

#### **1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEN ESTUDIO**

El terreno materia del presente estudio, se encuentra ubicada en la Urb. 200 Millas, Calle 2-Segunda Etapa Mz. M Lt-25, del Distrito del Callao, Provincia del Callao, Departamento del Callao,

## UBICACIÓN DEL PROYECTO

Departamento : Callao  
Provincia : Callao  
Distrito : Callao  
Dirección : Urb. 200 Millas, Calle 2-Segunda Etapa Mz. M Lt-25  
Altitud : 24 msnm  
Longitud Este : 269539.00 m E  
Longitud Oeste : 8666265.00 m S  
Área del Terreno : 160 m<sup>2</sup>

FIGURA N° 1: UBICACIÓN DE PROYECTO



#### 1.4. DATOS GENERALES DE LA ZONA

El distrito del Callao es uno de los siete que conforman la provincia constitucional del Callao, en el Perú.

#### 1.5. ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO

Desde la Municipalidad Provincial del Callao el área en estudio se encuentra a 4.6 km, con un tiempo estimado de viaje de 14 min.

**CUADRO N° 2: VÍAS DE ACCESO AL ÁREA EN ESTUDIO**

UBICACIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VÍA
Urb. 200 Millas, Calle 2- Segunda Etapa Mz. M Lt-25	4.6 Km	14 min	Asfaltada

## 1.6. CONDICIÓN CLIMÁTICA

La costa correspondiente a la Provincia Constitucional de Callao, se caracteriza por presentar un clima árido, semicálido y húmedo, con lluvia deficiente en gran parte del año propio de su estacionalidad (E (d) B'1 H3).

- Temperatura máxima promedio en verano oscila entre 25,0 °C a 28,5°C.
- Temperatura máxima promedio en invierno entre 18,0 °C a 19,5°C.
- Temperatura mínima promedio en verano oscila entre 19,0 °C a 20,5°C.
- Temperatura mínima promedio en invierno oscila entre 14,0 °C a 15,5°C.
- Precipitación pluvial es escasa a lo largo del año. La precipitación pluvial en la zona de estudio varía desde escasos milímetros (0.0 a 10 mm. promedios mensuales), característica de la costa árida y desértica.
- Humedad relativa promedio entre 85% a 90%.
- Radiación solar, el mayor potencial de energía solar se encuentra hacia el este, con valores promedios entre 5,5 a 5,6 Kw h/m<sup>2</sup>; incrementándose hacia las cuencas medias y altas de los ríos Chillón, Rímac hasta 6,0 Kw h/m<sup>2</sup>.

## **2. GEOLOGÍA Y SISMICIDAD**

### **2.1. GEOLOGÍA**

La Punta y El Callao se encuentran dentro de la influencia del cono deyectivo Cuaternario del río Rímac.

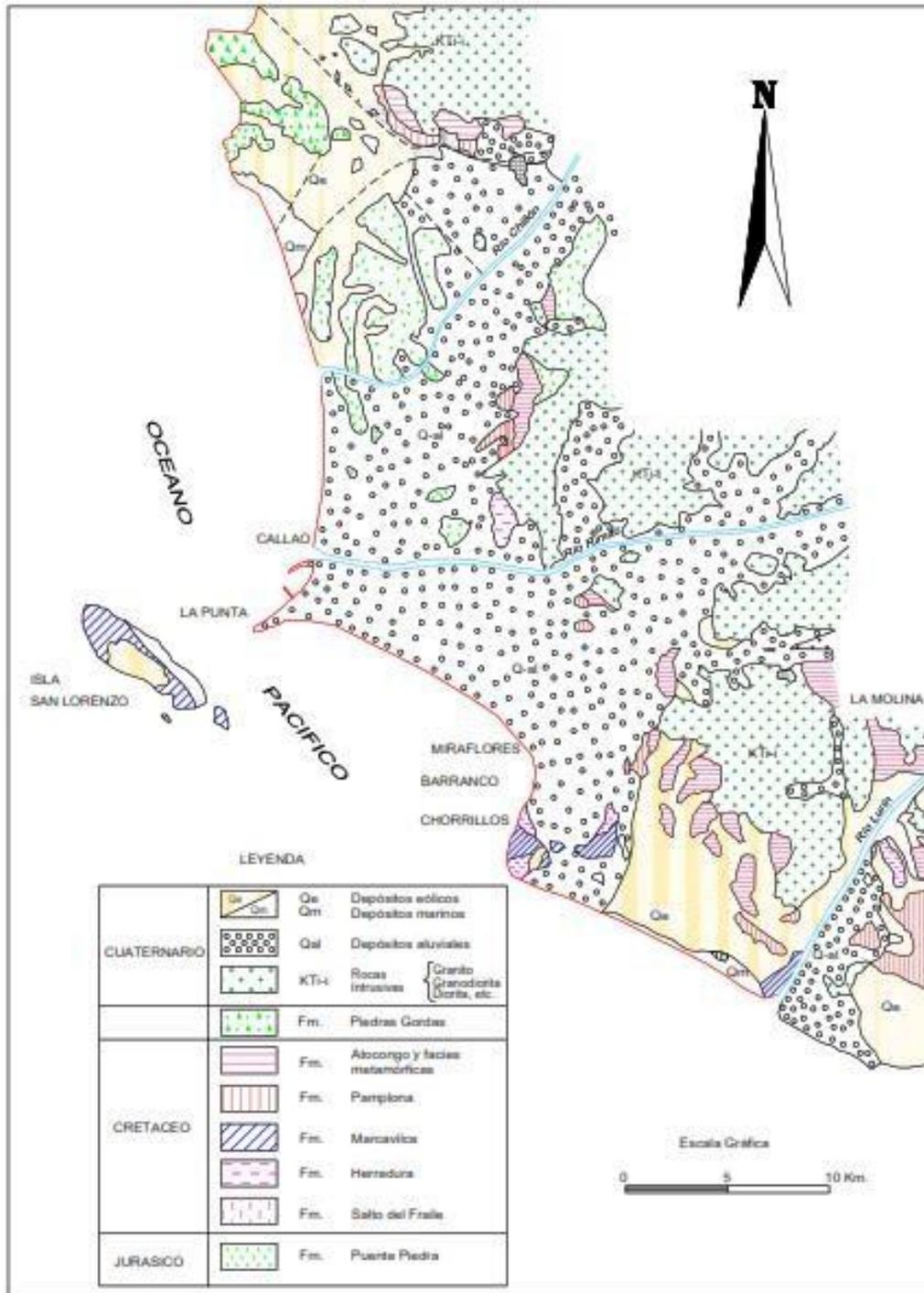
Este cono consiste de material aluvial de estructura lentiforme donde se superponen depósitos de cantos rodados, arena, arcilla y limo en forma heterogénea.

Los sedimentos han sido depositados durante el Holoceno sobre el Zócalo rocoso más antiguo de rocas mesozónicas.

Debido a movimientos tectónicos basculares, el cauce del río ha evolucionado variando de SO a NO, desde el Terciario Superior al Holoceno. En esta última etapa se deposita material fino que origina la cubierta arcillosa de hasta 15m.

En la Punta, la acción erosiva del mar ha atacado los acantilados y depositado gravas, formando la península.

FIGURA N° 01 : MAPA GEOLÓGICO DE LIMA, Martínez y Porturas(1975)



## **2.2. GEODINÁMICO EXTERNA**

Los procesos de geodinámica externa han sido controlados por los cambios climáticos suscitados durante el cuaternario y que dieron lugar al desarrollo de quebradas y planicies aluviales y/o Coluvio - aluviales, conformada por el material que fuera acarreado por las quebradas o cursos de agua y depósitos en su parte Terminal, formando el denominado conoide aluvial de Juli. Sobre esta formación se emplaza la ciudad de Lima y por ende el proyecto de mención.

## **2.3. SISMICIDAD**

Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al círculo circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos. Así tenemos que las Normas de Diseño Sismorresistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al País en Cuatro Zonas:

La zona en estudio se encuentra dentro de la Zona 4, de sismicidad alta, a pesar de ello, en sus características estructurales no se identifican rasgos sobre fenómenos de tectonismo que haya influido en la estructura geológica de la zona, presentamos a continuación la zonificación sísmica del mapa de ubicación de cada zona.

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS

#### Zonificación Sísmica

En el Perú se han establecido diversas zonas de actividad sísmica, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor actividad, de acuerdo a este criterio, el área de estudio (Lima - Callao) se encuentra comprendida en la Zona 4, otorgándole un factor de zona de 0.45g correspondiéndole una Sismicidad Alta. (Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño Sismorresistente").

TABLA N° 01	
FACTORES DE ZONA " Z "	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10
FUENTE: RNE E.030	

## Perfil de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $V_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $N_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación. Para los suelos predominantemente granulares, se calcula ( $N_{60}$ ) considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada ( $S_u$ ) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de ( $N_{60}$ ) para los estratos con suelos granulares y de ( $S_u$ ) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Cuadro de clasificación de suelo:

TABLA N° 02			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$V_s$	$N_{60}$	$S_u$
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	<180 m/s	<15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Dónde:

- S0 : Roca Dura
- S1 : Roca o Suelos Muy Rígidos
- S2 : Suelos Intermedios
- S3 : Suelos Blandos

### Parámetro de Sitio:

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $T_P$  y  $T_L$  dados en los cuadros:

TABLA N° 03				
FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

TABLA N° 04				
PERIODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de Suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
T <sub>P</sub> (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub> (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma Técnica E.030 Cap. 2, Cap 3) área estudiada tiene las siguientes características:

### CUADRO N° 2 - CARACTERÍSTICAS SISMORESISTENTE

DATOS		
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C	
ZONA SÍSMICA	Z <sub>4</sub>	
TIPO DE SUELO	S <sub>3</sub>	
PERIODO FUNDAMENTAL (*)	1	
(*)	1	Elementos resistentes en la dirección de los Pórticos de concreto
	2	Elementos resistentes pórticos, cajas de ascensores y escaleras
	3	Elementos sismorresistentes por muros de corte

**CUADRO N° 3 - CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELOS DE CIMENTACIÓN**

PARÁMETRO DE SUELO		VALOR
Factor Uso	U	1.00
Factor de Zona	Z	0.45
Periodo predominante que define la plataforma del espectro (TP)	TP (s)	1.00
Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (TL)	TL (s)	1.60
Factor amplificación del suelo de acción sísmica	S	1.10
Periodo Fundamental	CT	35
NORMA		E.030

**CUADRO N° 6 - CARACTERÍSTICAS SÍSMICA**

LUGAR DE ANÁLISIS	ACELERACIÓN MÁXIMA (g)	ACELERACIÓN EFECTIVA (g)	ACELERACIÓN (g) PARA EL ANÁLISIS SEUDO-ESTÁTICO
Urb. 200 Millas, Calle 2- Segunda Etapa Mz. M Lt-25	0.50	0.39	0.22

La fuerza horizontal o cortante basal, debido a la acción sísmica se determinará por la formula siguiente:

$$\text{Para: } V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad V =$$

Cortante Basal

Z = Factor de Zona

U = Factor de Uso

S = Factor de Ampliación del suelo

C = Factor de Ampliación Sísmica

R = coeficiente de Reducción

P = Peso de la Edificación

El área en estudio, corresponde a la Zona 4, el factor de zona se interpreta como una aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

Figura N° 4: Mapa de Zonificación Sísmica

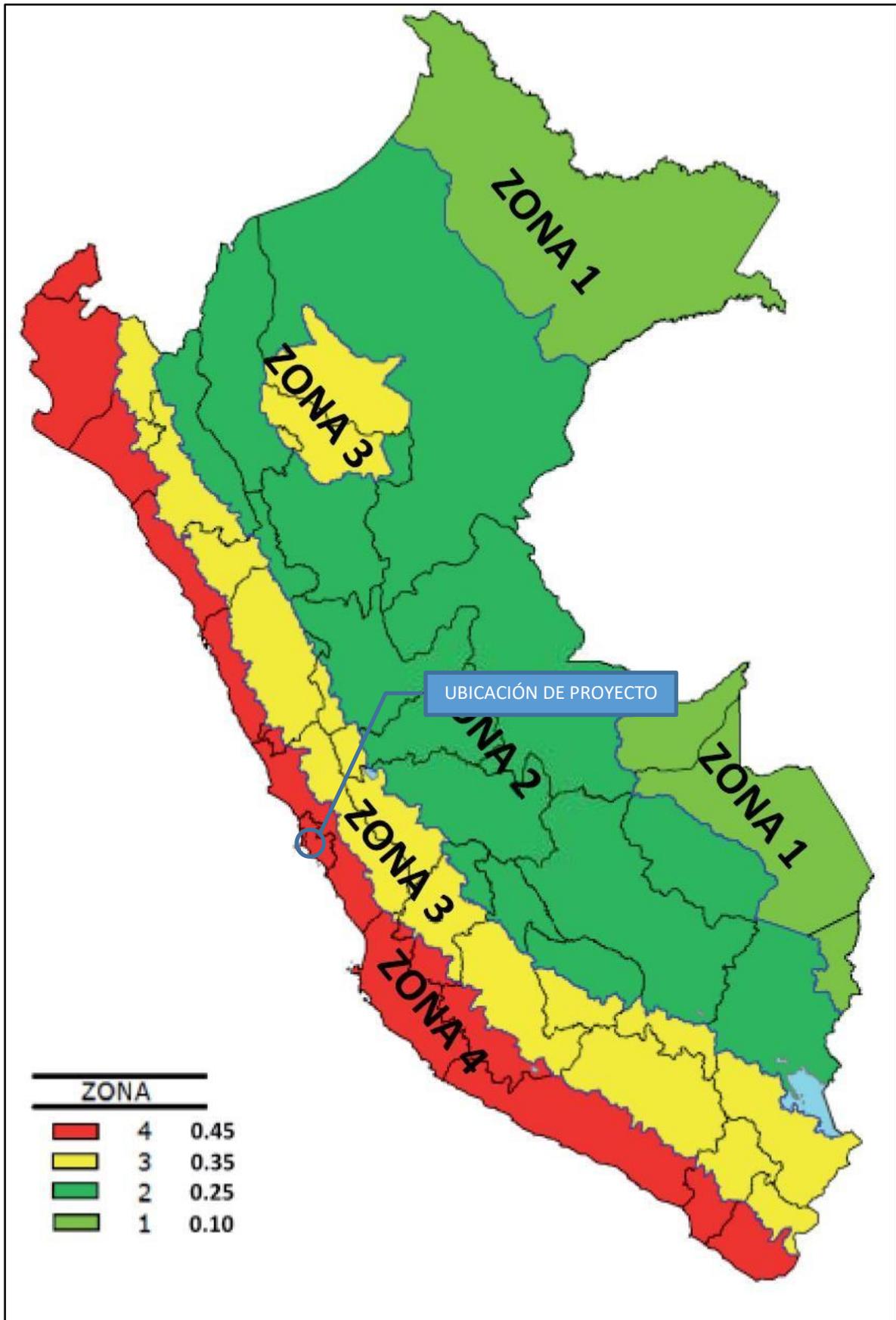


Figura N° 5: Mapa de Isoaceleraciones

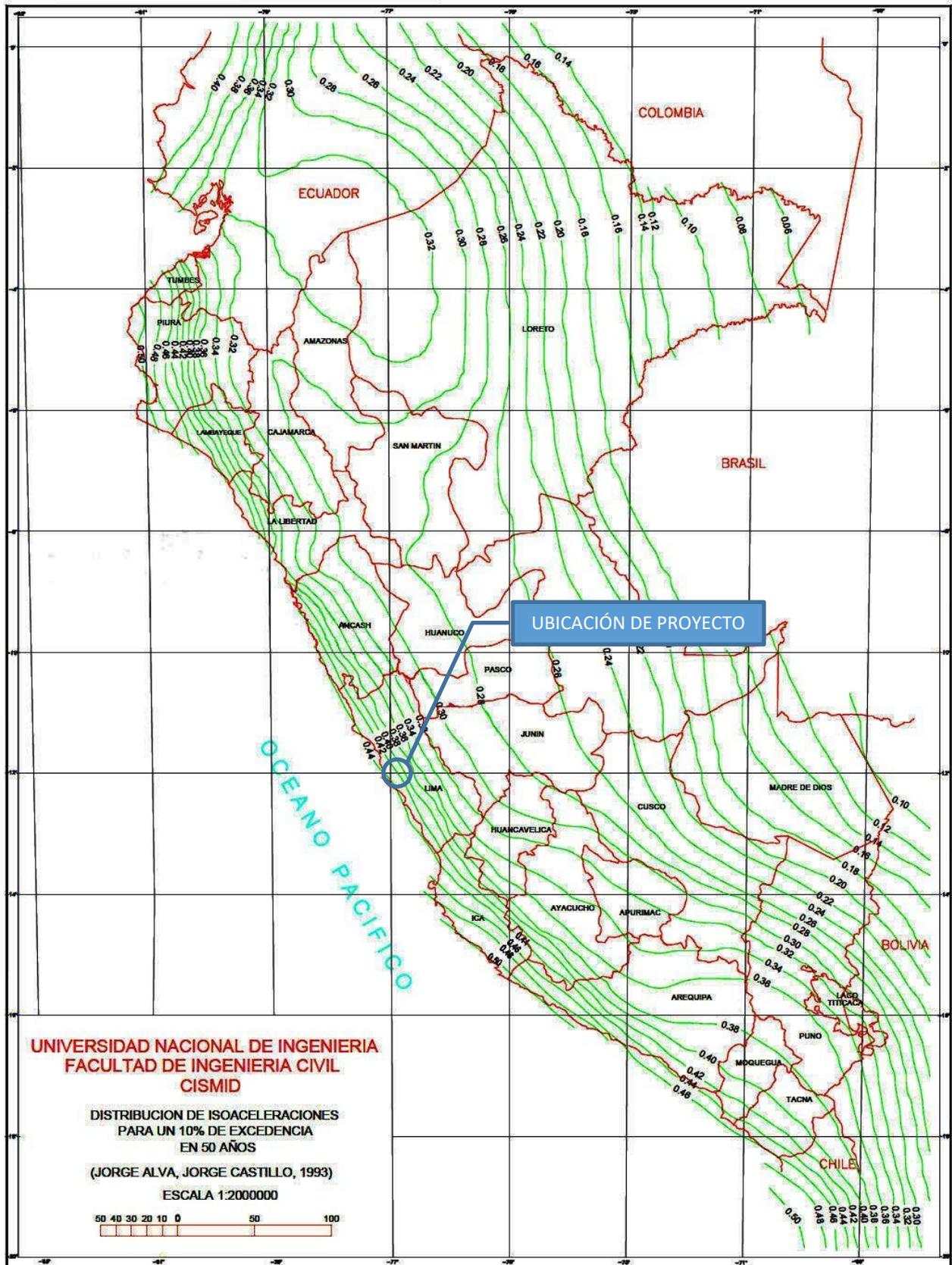
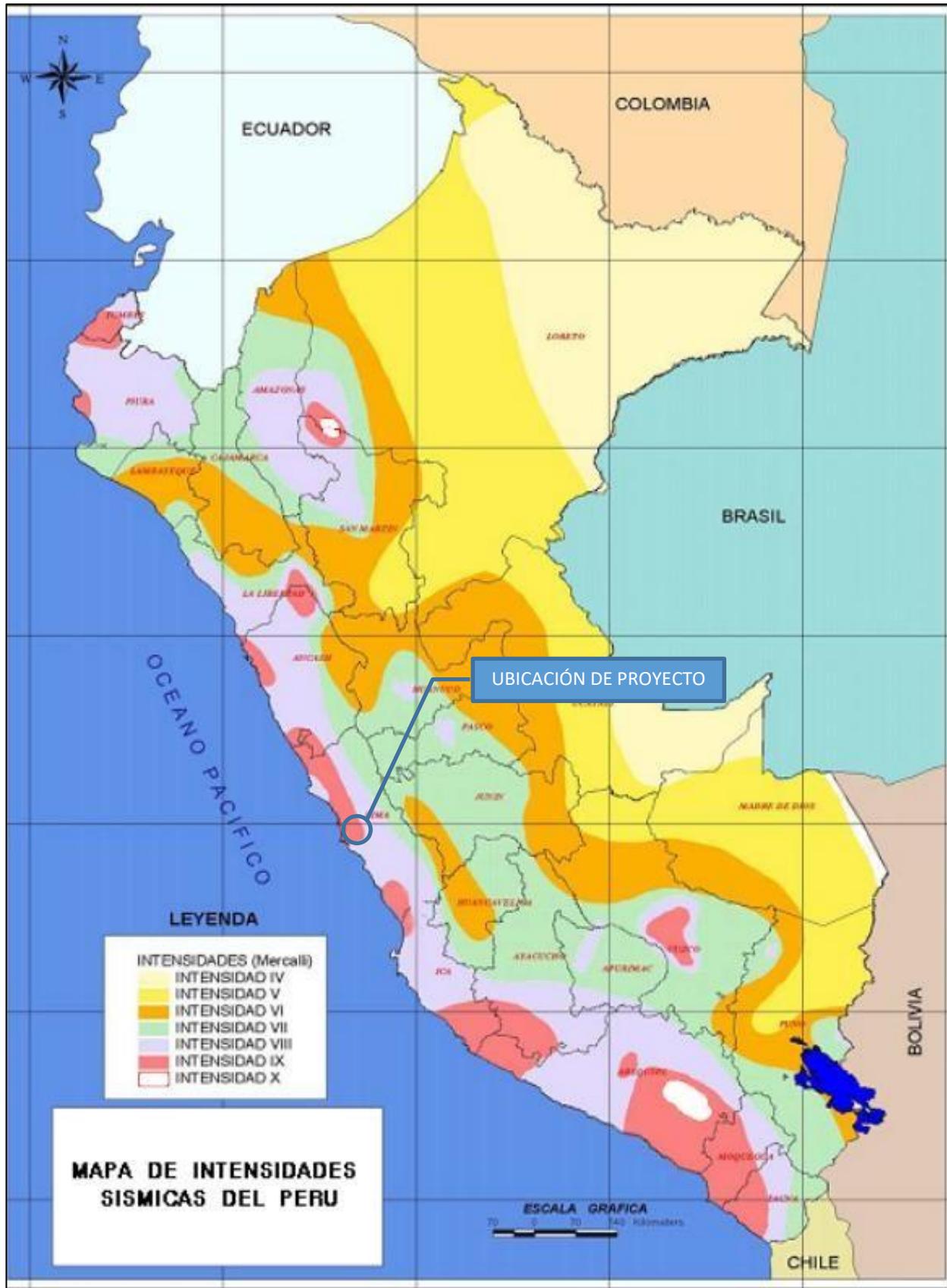


Figura N° 6: Mapa de Distribución de Máxima Intensidad Sísmica (Alva 1984)



### 3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

#### 3.1. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN MÍNIMO - PIM

El programa de investigación aquí detallado constituye el programa mínimo requerido por un EMS, siempre y cuando se cumplan las condiciones dadas en el Artículo 11 (11.2a).

##### a) Condiciones de Frontera.

Tienen como objeto la comprobación de las características de los suelos supuestamente iguales a las de los terrenos colindantes ya edificados. Serán de aplicación cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones.

- a-1) Existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como afloramiento rocoso, fallas, ruinas arqueológicas, estratos erráticos rellenos o cavidades. NO
- a-2) Existen edificaciones situadas a menos de 10 m. del terreno a edificar que presenten anomalías como grietas o desplomes originados por el terreno de cimentación. NO
- a-3) El tipo de Edificación a cimentar es de la misma o de menor exigencia que las edificaciones situadas a menos de 100 m. SI
- a-4) El número de Plantas del edificio a Cimentar (incluidos los sótanos), la modulación media entre apoyos y las cargas en estos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 100 m. SI
- a-5) Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 100 m. y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial. SI
- a-6) La cimentación prevista para el edificio en estudio no profundiza respecto de las contiguas más de 1.5 m. SI

##### b) Número << n >> de Puntos de Investigación.

El número de calicatas a realizar se determina de acuerdo a la Tabla N° 6 de la Norma E.050, el cual está en función del tipo de edificio y del área de la superficie a ocupar por

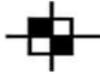
este. El numero "n" de puntos a investigar que se exige es de uno cada 900 m<sup>2</sup> de área techada, en nuestro caso se cumplió con lo normado ya que se realizó 3 calicatas a cielo abierto que se identificaron como C-1, C-2, C-3 a profundidades de 2.5 m. en las que se encontró un perfil que se describe más adelante, así como fotografías que muestran el trabajo realizado, ubicado dentro de la superficie a ocupar por la futura estructura. Para determinar el Tipo de Edificación u Obra empleamos la Tabla N° 3.

TABLA N° 3					
TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN (TABLA 6)					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS * (M)	NUMERO DE PISOS (incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	<12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	<10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	<12	II	I	--	--
BASES DE MAQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	--	--	--
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
□ Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificara en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
		II	I		
PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS		IV			

En la Tabla N° 4 podemos determinar el Numero N de acuerdo al tipo de Edificación y Área del Proyecto.

Se determina con exactitud el número de puntos a explorar.

**CUADRO N° 4 - UBICACIÓN DE CALICATAS**

CALICATA N°	COORDENADAS UTM		SÍMBOLO
	ESTOE	NORTE	
01	269548.00 m E	8666232.00 m S	
02	269538.00 m E	8666263.00 m S	
03	269546.00 m E	8666281.00 m S	

**c) Profundidad <<p>> Mínima a alcanzar en cada punto de investigación.**

La profundidad mínima de investigación se ha determinado tomando en consideración lo establecido en el RNE estableciéndose lo siguiente:

$\rho = 3.00$  m (pozo a cielo abierto)

**3.2. TIPO DE MUESTRAS EXTRAÍDAS**

Para el presente estudio, se ha tomado en cada calicata una muestra tipo **Mab** por estrato, hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista **Df**, y a partir de esta se ha procedido a tomar una muestra tipo **Mib**, en la profundidad **p**.

TABLA N° 4	
NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	
TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA	NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN (n)
I	1 por cada 225 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso.
II	1 por cada 450 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso
III	1 por cada 900 m <sup>2</sup> de área techada del primer piso*
IV	1 por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitaciones Urbanas para Vivienda Unifamiliares de hasta 3 pisos.	3 por cada Ha. De Terreno Habilitado
<p>* Dentro de esta categoría se incluyen las plantas de tratamiento de agua en la que se considera en lugar techada, el área en planta de la misma.  <b>n</b> nunca será menor de 3.                      Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, <b>n</b> se determinara en función del área techada en planta del primer piso de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, <b>n</b> se determinara en función del área total del terreno.</p>	

### 3.3. TRABAJOS EFECTUADOS

#### 3.3.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO

El reconocimiento del área de investigación consistió en observar la topografía y el perímetro del área a edificar. Seguidamente se determinó la ubicación de la perforación a realizar. Efectuándose las calicatas a una profundidad de 2.50 veces el ancho de la cimentación, contando a partir del fondo de la base, según la Norma E.050.

Se determina de la siguiente manera.

Sin sótano.

$$\text{Prof} = D_f + Z$$

$$\text{Prof} = D_f + 1.5(B)$$

$$\text{Prof} = 1.0 + 1.50 (1.0) = 2.50 \text{ m profundidad alcanzada}$$

$D_f$  = En edificio sin sótano, es la distancia vertical de la superficie del terreno al Fondo de la cimentación.

$Z$  =  $1.5B$ , siendo  $B$  el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

### 3.4. TRABAJOS REALIZADOS “IN-SITU”

El punto de prospección se ubica dentro del área de emplazamiento de la futura intervención y/o construcción de estructura. Se detalla a continuación el número de calicatas exploradas de forma manual.

Este sistema de exploración “a cielo abierto” es el más práctico, debido a las condiciones del terreno que lo permite y evaluar directamente los diferentes estratos en su estado natural.

**Calicata 01.-** Pozo a Cielo Abierto, realizado de forma manual hasta 2.5 m. De profundidad de exploración, de sección rectangular. Denominándose: **C-01**

**Calicata 02.-** Pozo a Cielo Abierto, realizado de forma manual hasta 2.5 m. De profundidad de exploración, de sección rectangular. Denominándose: **C-02**

**Calicata 03.-** Pozo a Cielo Abierto, realizado de forma manual hasta 2.5 m. De profundidad de exploración, de sección rectangular. Denominándose: **C-03**

**CUADRO Nº 5 - CUADRO DE CALICATAS DE EXPLORACIÓN**

CALICATA	TIPO DE EXCAVACIÓN	PROFUNDIDAD (m)
C-01	MANUAL	2.50
C-02	MANUAL	2.50
C-03	MANUAL	2.50

### 3.5. ENSAYOS REALIZADOS “IN-SITU”

Se realizaron los siguientes ensayos en campo:

- Descripción e identificación de suelos  
(Procedimiento Visual - Manual)      Norma NTP 339.150      ASTM D 2488
  
- Extracción de Muestras  
Representativas      Norma NTP 339-151      ASTM D 4220

### 4. CIMENTACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

El proyecto consiste en la creación de los Servicios funerarios municipales en el sector 36, estas se apoyarán sobre zapatas de concreto armado que transmitirán cargas al subsuelo como carga puntual.

z

## 5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se seleccionarán muestras alteradas representativas del suelo que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos, cuyos resultados de laboratorio se presenta los Anexos. Así mismo se realizaron ensayos de análisis químicos para determinar el contenido de sulfatos y cloruros, en muestras de suelos alterados y representativos. Los reportes se incluyen también en los Anexos. Se realizaron los siguientes ensayos, bajo las normas de la American Society For Testinng And. Materiales (A.S.T.M).

**CUADRO N° 6: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS**

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	NORMA NTP	NORMA ASTM / AASHTO
Análisis Granulométrico	NTP 339.128	ASTM D 422
Contenido de humedad.	NTP 339.127	ASTM D 2216
Clasificación de suelos (SUCS)	NTP 339.134	ASTM D 2487
Límites de consistencia (Atterberg)	NTP 339.129	ASTM D 4318
Peso específico relativo de Sólidos	NTP 339.131	ASTM D 854
Contenido de Ph	NTP 339.176	BS 1377
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152	AASHTO T290
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177	AASHTO T291
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178	AASHTO T290

## 5.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Existen varios métodos de clasificación de suelos y a la mayoría de los sistemas de clasificaron de suelos el Análisis Granulométrico y los Límites de Aterberg (L.L. y L.P.). En el presente estudio de suelos utilizaremos los sistemas da clasificación SUCS y AASTHO. Los resultados obtenidos en ambos sistemas de clasificación son los siguientes:

**CUADRO Nº 5 - CLASIFICACIONES DE SUELOS**

CALICATA		C-1	C-2	C-3	-
Muestra		M-1	M-1	M-1	-
Profundidad (m)		0.20 - 2.50	0.20 - 2.50	0.20 - 2.50	-
Granulometría	Grava (%)	1.25	2.22	1.78	-
	Arena (%)	85.05	82.62	84.09	-
	Finos (%)	13.71	15.26	14.12	-
Cont. de Humedad (%)		3.04	4.08	4.75	-
Peso Volumétrico (gr/cm <sup>3</sup> )		1.597	1.571	1.589	-
Limite Liquido (%)		22.83	20.98	20.86	-
Índice Plasticidad (%)		3.65	3.56	3.36	-
Clasif. AASTHO		A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	-
Clasif. SUCS		SM	SM	SM	-
Denominación SUCS		Arena Limosa	Arena Limosa	Arena Limosa	-

Ver Anexo I: Ensayos de Laboratorio.

## 6. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Con la información obtenida mediante los análisis estratigráficos, límites de atterberg y observando los perfiles estratigráficos de las excavaciones se obtuvieron los siguientes resultados. De la calicata realizada se evalúa y sintetiza la secuencia estratigráfica del suelo.

### 6.1. CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO

#### CALICATA Nº 1 (C-01)

**ESTRATO Nº 1.- 0.00 - 0.10 m.** Piso de Concreto pobre.

**ESTRATO Nº 2.-0.20-2.50 m.** Se encuentra compuesta por una capa de Arena Limosa, en estado húmedo de color marrón, de compactación media, presenta una plasticidad moderada. Perteneciente a la clasificación SUCS (SM). No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada. El material subrasante califica como suelo REGULAR.

#### CALICATA Nº 2 (C-02)

**ESTRATO Nº 1.- 0.00 - 0.20 m:** Piso de Concreto pobre.

**ESTRATO Nº 2.- 0.20 - 2.50 m:** Se encuentra compuesta por una capa de Arena Limosa, en estado húmedo de color marrón, de compactación media, presenta una plasticidad moderada. Perteneciente a la clasificación SUCS (SM). No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada. El material subrasante califica como suelo REGULAR.

#### CALICATA Nº 3 (C-03)

**ESTRATO Nº 1.- 0.00 - 0.20 m:** Relleno Limoso con restos de escombros.

**ESTRATO Nº 3.- 0.20 - 2.50 m:** Se encuentra compuesta por una capa de Arena Limosa, en estado húmedo de color marrón, de compactación media, presenta una plasticidad moderada. Perteneciente a la clasificación SUCS (SM). No se encontró nivel freático hasta la profundidad explorada. El material subrasante califica como suelo REGULAR.

## 7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

### 7.1. PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACIÓN.

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y teniendo en cuenta en consideración las características estructurales del proyecto, se concluye que la cimentación se diseñara:

**ZAPATAS.** - Se diseñarán con zapatas aisladas desplantadas a una profundidad mínima de 1.20 m.

### 7.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA

Se determinan los parámetros de resistencia del material involucrado en la determinación de la capacidad admisible, es decir, el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) y la Cohesión ( $c$ ), han sido determinados por correlaciones del ensayo de corte directo.

Terzaghi propuso para el caso de una falla local reducir los valores de la cohesión y la fricción, para este caso consideramos una falla local será necesaria reducir los valores:

Para el Angulo de fricción aplicando la siguiente formula:

$$\phi = A \left( \frac{c}{\sigma_3} \right)^2$$

Para la Cohesión:

$$c' = 2/3c$$

A continuación, se presenta los parámetros de resistencia utilizados para el cálculo de la capacidad admisible del terreno.

**CUADRO Nº 6 - RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE RESISTENCIA**

Calicata Nº	B (m)	Df (m)	$\gamma_1$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_2$ (g/cm <sup>3</sup> )	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$\mu$	E (kg/cm <sup>2</sup> )
C-1	1.20	1.20	1.641	1.727	0.00	25.26°	0.25	1350
C-2	1.20	1.20	1.631	1.717	0.00	24.91°	0.25	1350
C-3	1.20	1.20	1.636	1.722	0.00	25.52°	0.25	1350

### 7.3. CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de edificación. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973), según el cual la capacidad última de carga se expresa por la siguiente ecuación:

Para zapatas Cuadradas

$$q_d = 1.2 c N_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.4 \gamma_2 B N_\gamma$$

Para Cimiento Corrido

$$q_d = c N_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma$$

Siendo la capacidad admisible de carga:

$$q_{ad} = F \phi$$

Dónde:

Angulo de fricción interna	$\phi$ (°)
Angulo de fricción interna modificada $\phi' = \tan^{-1}(2/3 \tan \phi)$	$\phi'$
Cohesión	c (Ton/m <sup>2</sup> )
Cohesión modificada $C' = 2/3C$	$C'$ (Ton/m <sup>2</sup> )
Profundidad de Cimentación	Df (m)
Peso Unitario del Suelo (Encima del nivel de cimentación)	$\gamma_1$ (Ton/m <sup>3</sup> )
Peso Unitario del Suelo (Debajo del nivel de cimentación)	$\gamma_2$ (Ton/m <sup>3</sup> )
Ancho de cimentación	B (m)
Factor de Capacidad de Carga	$N'C, N'q, N'y$
Factor de forma	$Sc, S_y, Sq$
Factor de Seguridad	Fs

### CÁLCULO DE LA FALLA POR CORTE

Considerando una cimentación circular de un ancho  $B=1.20$  m., los factores de forma correspondiente.

### PARÁMETROS DE RESISTENCIA DEL SUELO

CALICATA N°	CLASIF. SUCS	$\phi_{CORR}$	C'	$\mu$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	Fs
01	SM	25.26°	0.00	0.25	1.641	1.727	3
02	SM	24.91°	0.00	0.25	1.631	1.717	3
03	SM	25.52°	0.00	0.25	1.636	1.722	3

#### COEFICIENTES DE TERZAGUI-PECK (SEGUN PRANDTL)

CALICATA N°	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>
01	21.11	10.96	11.29
02	20.59	10.56	10.74
03	21.50	11.26	11.71

#### COEFICIENTES DE FORMA DE BEER

CALICATA N°	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>γ</sub>
01	1.52	1.47	0.60
02	1.51	1.46	0.60
03	1.52	1.48	0.60

Además, considerando para el cálculo las siguientes dimensiones de una cimentación típica:

Profundidad de cimentación : 1.00 m

Ancho de la cimentación : 1.20 m

Los cálculos para determinar la capacidad de carga admisible proporcionan los siguientes resultados:

$$Q_{ad} = \frac{Q_d}{FS}$$

Dónde:

FS = 3

Luego, reemplazando valores, se encuentra el siguiente resultado:

**CUADRO N° 07: RESULTADOS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO DE APOYO PARA ZAPATA CUADRADA**

<b>CALICATA N° 01 - ZAPATA CUADRADA</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m <sup>2</sup>	F.S.	Qadm kg/cm <sup>2</sup>
0.80	1.2	1.0	23.74	3	0.791
1.20	1.2	1.0	30.93	3	1.031
1.50	1.2	1.0	36.33	3	1.211
2.00	1.2	1.0	45.32	3	1.511

<b>CALICATA N° 02 - ZAPATA CUADRADA</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m <sup>2</sup>	F.S.	Qadm kg/cm <sup>2</sup>
0.80	1.2	1.0	22.63	3	0.754
1.20	1.2	1.0	29.52	3	0.984
1.50	1.2	1.0	34.69	3	1.156
2.00	1.2	1.0	43.30	3	1.443

<b>CALICATA N° 03 - ZAPATA CUADRADA</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m <sup>2</sup>	F.S.	Qadm kg/cm <sup>2</sup>
0.80	1.2	1.0	24.42	3	0.814
1.20	1.2	1.0	31.79	3	1.060
1.50	1.2	1.0	37.32	3	1.244
2.00	1.2	1.0	46.54	3	1.551

**CUADRO N° 08: RESULTADOS DE CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO DE APOYO PARA CIMIENTO CORRIDO**

<b>CALICATA N° 01 - CIMIENTO CORRIDO</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m2	F.S.	Qadm kg/cm2
0.80	0.70	1.0	21.33	3	0.707
1.20	0.70	1.0	27.80	3	0.947
1.50	0.70	1.0	32.66	3	1.127
2.00	0.70	1.0	40.75	3	1.426

<b>CALICATA N° 02 - CIMIENTO CORRIDO</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m2	F.S.	Qadm kg/cm2
0.80	0.70	1.0	21.33	3	0.631
1.20	0.70	1.0	27.80	3	0.861
1.50	0.70	1.0	32.66	3	1.033
2.00	0.70	1.0	40.75	3	1.320

<b>CALICATA N° 03 - CIMIENTO CORRIDO</b>					
Desplante Df (m)	Ancho B (m)	Largo L (m)	Qu tn/m2	F.S.	Qadm kg/cm2
0.80	0.70	1.0	21.33	3	0.680
1.20	0.70	1.0	27.80	3	0.925
1.50	0.70	1.0	32.66	3	1.110
2.00	0.70	1.0	40.75	3	1.417

#### 7.4. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO

Las capacidades portantes obtenidas por corte pueden generar asentamientos mayores a los admisibles, por lo tanto, se verificará los asentamientos. Considerando la presencia de suelos de naturaleza granular como arenas limosas, limos arenosos y estratos de grava que se intercalan con los estratos de suelos finos, se considera que los asentamientos a producirse serán del tipo inmediato y se calculan por el método elástico según la relación:

$$S_i = \frac{q_{ad} B(1 - \mu^2)}{E_s} I_f ; \quad I_f = \frac{\sqrt{L}}{Bz}$$

Dónde:

$S_i$	: Asentamiento Inmediato (cm)	=
$q$	: Presión transmitida a la cimentación (kg/cm <sup>2</sup> )	=
$B$	: Ancho de la cimentación (m)	= 1.20
$\mu$	: Relación de Posición	= 0.25
$E_s$	: Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	= 1350
$I_f$	: Factor de Forma (cm/m) (Flexible)	= 82
$I_f$	: Factor de Forma (cm/m) (Rigida)	= 112

El asentamiento tolerable para zapatas es de 1" pulgadas (2.54 cm) según estudio Sowers (1962) y los estudios de Terzaghi-Peck.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron adoptadas considerando el aporte de la capa de afirmado sobre el que se apoyará la platea, y a partir de tablas de acuerdo al material donde irá desplantada la cimentación. Consideramos los siguientes datos:

Reemplazando en la ecuación se obtiene:

### CUADRO N° 08: ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN

CALICATA N°	q ad (kg/cm <sup>2</sup> )	μ	Es	If (Rígida)	If (Flexible)	Asentamiento Inmediato		Asentamiento Diferencial	
						Cimentación Rígida Δ H	Cimentación Flexible Δ H	Cimentación Flexible δ=75% Δ H	Cimentación Rígida δ=75% Δ H
C-01	1.031	0.25	1350	82	112	0.336 cm	0.415 cm	0.406 cm	0.328 cm
C-02	0.984	0.25	1350	82	112	0.418 cm	0.517 cm	0.455 cm	0.368 cm
C-03	1.060	0.25	1350	82	112	0.450 cm	0.556 cm	0.417 cm	0.337 cm

Se observa que los asentamientos esperados en ambos casos son inferiores a 2.54 cm según la Norma E.050, se concluye que no presentan problemas de asentamiento.

#### 7.5. POTENCIAL DE EXPANSIÓN

De acuerdo a Seed, Woodwad y Lundgren, establecieron la siguiente tabla potencial de expansión determinado en el laboratorio.

**TABLA N°8 - POTENCIAL DE EXPANSIÓN**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	GRADO DE POTENCIAL DE EXPANSIÓN
0 - 15	BAJO
15 - 35	MEDIO
35 - 55	ALTO
MAYOR 55	MUY ALTO

En Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E.050 nos indica la siguiente clasificación para suelos expansivos:

**TABLA N° 9 - CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS (RNE E.050 Art. 31, 31.2.)**

Potencial De expansión	Expansión en consolidómetro, bajo presión vertical de 7 kPa (0,07 kgf/cm <sup>2</sup> )	Índice de Plasticidad	Porcentaje de partículas Menores que dos micras
%	%	%	%
MUY ALTO	> 30	> 32	> 37
ALTO	20 - 30	23 - 45	18 - 37
MEDIO	10 - 20	12 - 34	12 - 27
BAJO	< 10	< 20	< 17

Con los datos obtenidos en el laboratorio se tiene:

**CUADRO N° 9 - POTENCIAL DE EXPANSIÓN**

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ÍNDICE PLÁSTICO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN
C-1	M-1	0.20 - 2.50	3.66	BAJO
C-2	M-1	0.20 - 2.50	3.56	BAJO
C-3	M-1	0.20 - 2.50	3.36	BAJO

Comparando estos valores con los índices plásticos de los suelos, encontrados en los primeros estratos y posteriores se concluye que el potencial de expansión es **bajo**.

## 7.6. CALCULO DE COEFICIENTE DE EMPUJE DE TIERRAS

Para la determinación de los Empujes Laterales sobre estructuras enterradas usaremos las Teorías de Ranking, se empleará una distribución triangular de presiones. El Empuje Total puede determinarse mediante la siguiente relación:

### Empujes Muros de Sostenimiento

**Estado Activo:** Se identifica con un desplazamiento menor del muro en el sentido contrario al del banco de tierra que

contiene, por lo que se determina el valor del coeficiente activo de presión de tierra como:

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen}\phi}{1 + \text{Sen}\phi} = \text{Tan}^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

**Estado Pasivo:** Se identifica con la resistencia del banco de tierra cuando es empujado por el muro, al contrario del caso activo, en este caso el desplazamiento es considerablemente mayor su valor se determina por:

$$K_p = \frac{1 + \text{Sen}\phi}{1 - \text{Sen}\phi} = \text{Tan}^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

Como se aprecia en las ecuaciones los coeficientes de empujes se definen directamente en función del grado de compacidad del suelo según el Angulo de fricción interna a del suelo ( $\Phi$ ).

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	C-1	C-2	C-3
Angulo de Fricción	$\phi$	35.61	35.18	35.94
Coeficiente Empuje Activo Estático	Ka	0.402	0.407	0.398
Coeficiente Empuje Pasivo Estático	Kp	2.489	2.455	2.514
Coeficiente en Reposo Estático	Ko	0.573	0.579	0.594
Empuje Activo	Ea	0.475	0.478	0.469
Empuje Pasivo	Ep	2.940	2.883	2.961
Módulo de elasticidad del Suelo (Tn/m <sup>3</sup> )	Es	1350	1350	1350
Coeficiente de Poisson	u	0.25	0.25	0.25
Profundidad (m)	H	1.20	1.20	1.20
Coeficiente Pasivo Dinámico	Kps	2.115	2.087	2.137
Coeficiente de Balasto (Kg/cm <sup>3</sup> )	Ks	2.13	2.13	2.13
Coeficiente Fricción bajo Cimentación	tan $\phi$	0.47	0.46	0.48

## 7.7. AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

Se concluye que en el estrato de suelo que se encuentra a la altura de desplante de la cimentación no contiene concentraciones de sulfatos sales solubles totales y cloruros, que podrían atacar al concreto y la armadura de la cimentación. Por lo tanto, no se ha detectado la agresividad del suelo considerable.

**CUADRO N° 10 - ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DEL SUELO**

CALICATA	MUESTRA	PH		CLORUROS PPM		SULFATOS PPM		SALES SOLUBLES TOTALES PPM	
		PH	ALCALINO	CLORUROS PPM	CLORUROS PPM	SULFATOS PPM	SULFATOS PPM	SALES SOLUBLES TOTALES PPM	SALES SOLUBLES TOTALES PPM
C-1	M-1	7.45	ALCALINO	324.80	0.0324%	373.50	0.0373%	821.70	0.0821%
C-2	M-1	7.85	ALCALINO	346.40	0.0346%	361.20	0.0361%	867.40	0.0867%
C-3	M-1	7.55	ALCALINO	337.80	0.0337%	387.10	0.0387%	813.54	0.0813%

Para la determinación del grado de agresividad del suelo al concreto, se establecerá la comparación con los valores permisibles establecidos por las normas internacionales y el Reglamento Nacional de Edificaciones para lo cual se adjunta la Tabla de valores estándares que se utiliza en el desarrollo de los proyectos con estructuras de concreto armado.

TABLA N° 7			
CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS (R.N.E) (ACI-201.2R.77)			
Exposición a Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) %	Sulfato Soluble en Agua (SO <sub>4</sub> ) (ppm)	Sulfato en el Suelo (SO <sub>4</sub> ) (ppm)	Tipo de Cemento Recomendable
Insignificante	0 - 150	0 - 1000	Sin limitación
Moderada	150 - 1,500	1,000 - 2,000	TIPO II
Severa	1,500 - 10,000	2,000 - 20,000	TIPO V
Muy severa	> 10,000	> 20,000	TIPO V + Puzolana

TABLA N° 8					
REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS (ACI 318S-08)					
Exposición a Sulfatos	Sulfato Soluble en Agua (SO <sub>4</sub> ) Presente en el Suelo, Porcentaje en Peso	Sulfato (SO <sub>4</sub> ) en el Agua, PPM	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (MPa) para Concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 = SO_4 < 150$	-	-	-
Moderada**	$0,1 = SO_4 < 0,2$	$150 = SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 = SO_4 < 2,0$	$1500 = SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

FUENTE: Earth Manual, U.S. Bureau of Reclamation (1998)

\* Cuando se utilicen las Tablas 4.2 y 4.4 de la Norma E.060 del RNE, simultáneamente, se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor  $f'c$  mínimo.

\*\* Se considera el caso del agua de mar como exposición moderada.

\*\*\* Puzolana que se ha comprobado por medio de ensayos, o por experiencia, que mejora la resistencia a sulfatos cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V.

La Norma Peruana NPT 339.088 considera para la preparación y curado del concreto, aquella agua cuya propiedad y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- El contenido de Cloruros, expresado como ion Cl, será menor a 1 gr/l (1000ppm)
- El PH estará comprendido entre 5.0 y 8.0.
- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico, será de 1 ppm.

Se ha analizado en forma conjunta y se ha determinado que el suelo de la zona de estudio contiene sales agresivas en cantidades **Insignificante**, es decir el contenido de sulfatos está comprendido entre 0 - 1,000 ppm. En los resultados obtenidos de cloruros y sulfatos son menores que los valores mínimos permisibles, pero están cerca al límite por lo que se recomienda que para las obras de concreto armado usar Cemento Portland Tipo V.

## 8. DETALLE DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA

### 8.1. DISEÑO DE PROPUESTA DE ZAPATA

La construcción de zapata cuadrada, serán construidas sobre una base de concreto simple, de acuerdo con las presente especificaciones y parámetros.

**Solado de concreto simple:** Este trabajo consiste en la colocación de la capa base, se ha optado que la base estará conformada por concreto simple cemento-hormigón 1:16 ( $f'c=30$  a  $40 \text{ Kg/cm}^2$ ), siendo aplicada directamente sobre la subrasante debidamente.

**Zapata Cuadrada:** Estructura de concreto armado de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  con cemento Pórtland tipo V; puesto que transmitirán las cargas al suelo de fundación, en funciones de la capacidad de resistencia del suelo; el slump tiene que tener el valor comprendido 4" (máximo).

#### CONDICIONES DE LA CIMENTACIÓN:

**Profundidad de la Cimentación:** Basado al estudio de suelo y característica se recomienda cimentar a una profundidad mínima de  $D_f=1.20 \text{ m}$ .

**Cimentación:** Se empleará Zapatas aisladas. Asimismo, la opción por el empleo de zapatas conectadas depende de giros en la zapata, torsión en planta, asimetría de la estructura.

**Apoyo de la cimentación:** Tipo de estrato de apoyo ARENA LIMOSA (SM).

**Agresividad del Suelo:** Moderado, usar cemento tipo V (CINCO).

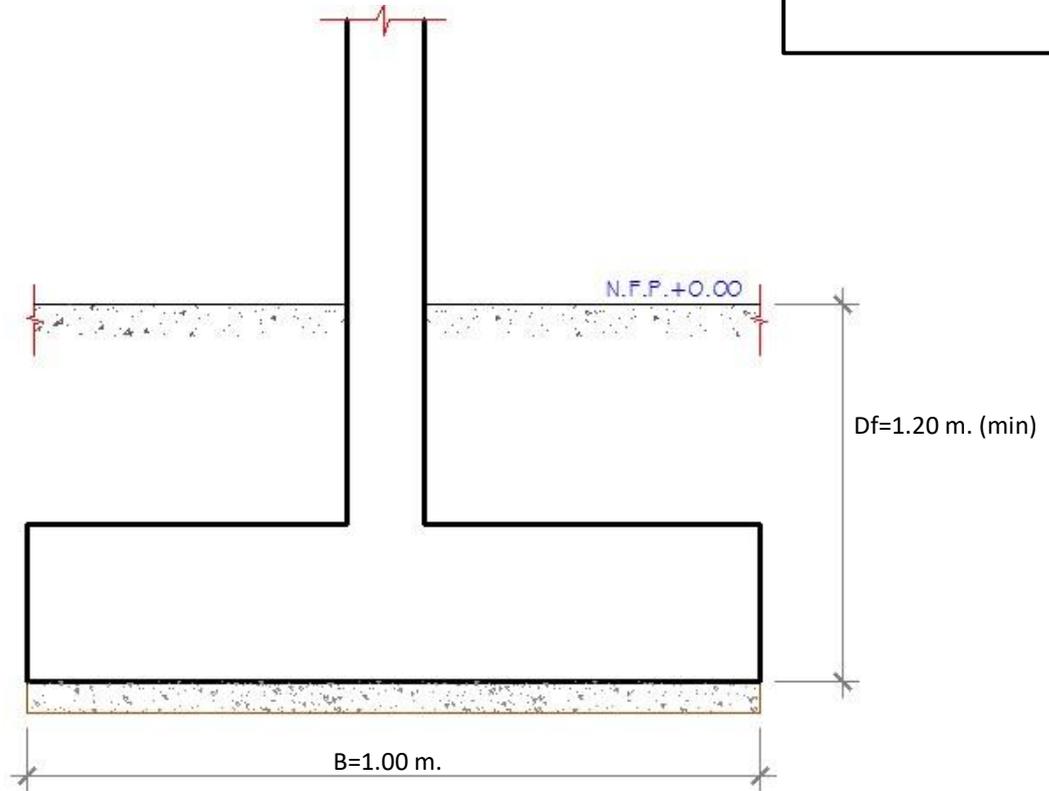
## DETALLE DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:

### Zapata cuadrada

- Alternativa A:

#### Leyenda

B= ancho (m)  
D<sub>f</sub>= Profundidad de  
desplante (m)



## 8.2. DISEÑO DE PROPUESTA DE CIMIENTO CORRIDO

La construcción de cimiento corrido, serán construidas sobre una base de concreto simple, de acuerdo con las presente especificaciones y parámetros.

**Base de concreto simple:** Este trabajo consiste en la colocación de la capa base para la cimentación, la base estará conformada por concreto simple cemento-hormigón 1:16 ( $f'c=30$  a  $40 \text{ Kg/cm}^2$ ), siendo aplicada directamente sobre la subrasante.

**Cimiento Corrido:** se Empleara concreto ciclópeo de 1:8 + 25% de Piedra Mediana con cemento Pórtland tipo V; puesto que transmitirán las cargas de los muros al suelo de fundación, en funciones de la capacidad de resistencia del suelo.

### CONDICIONES DE LA CIMENTACIÓN:

**Profundidad de la Cimentación:** Basado al estudio de suelo y característica se recomienda cimentar a una profundidad mínima de  $Df=0.80 \text{ m}$ .

**Cimentación:** Se empleará cimentación corrida. Tiene la función estructural de recibir las cargas de los muros y transmitirlas al suelo portante.

**Apoyo de la cimentación:** Tipo de estrato de apoyo ARENA LIMOSA (SM).

**Agresividad del Suelo:** Moderado, usar cemento tipo V (CINCO).

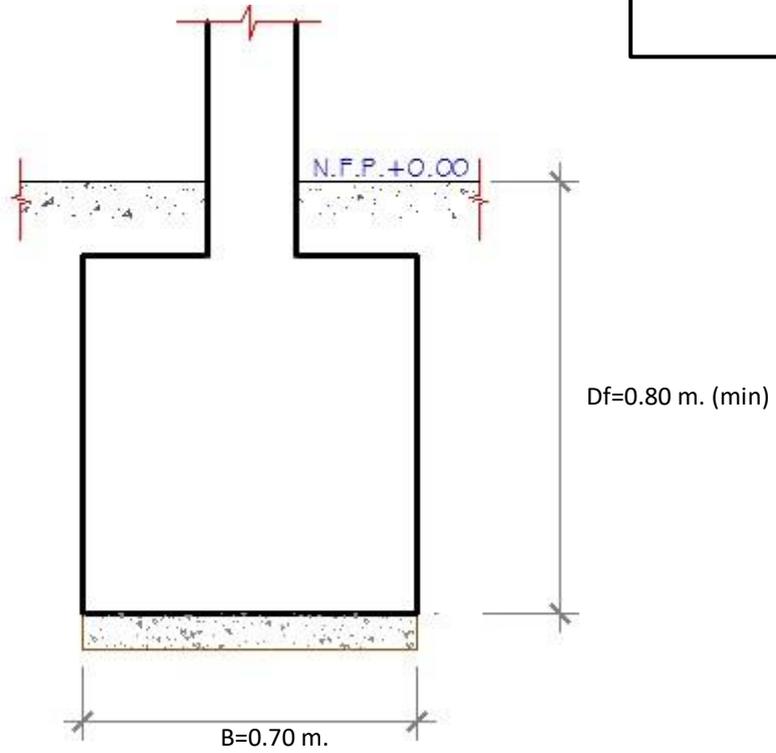
**DETALLE DE CIMENTACIÓN RECOMENDADA:**

**Cimiento Corrido**

- Alternativa B:

**Leyenda**

B= ancho (m)  
D<sub>f</sub>= Profundidad de  
desplante (m)



## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al resultado de los cálculos, características físico-mecánicas de los suelos, se establecen las siguientes consideraciones finales.

1. El área de proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Callao, Provincia de Callao, Región Callao, se encuentra a 14 min aproximadamente de la Municipalidad Provincial del Distrito de Callao, a una altitud de 24 metros sobre el nivel del mar.

2. Se realizó las exploraciones de campo que consistieron en 03 Calicatas a cielo abierto, una profundidad variable de 0.00 a 2.50 m., durante la excavación se encontró superficialmente presencia piso de concreto pobre. Las calicatas se han ubicado convenientemente en el área del terreno con el plano de ubicación y así poder contar con la información y resultados correctos. De las calicatas se extrajeron muestras alteradas para realizar ensayos análisis granulométrico por tamizado, límites de consistencia, Humedad natural, Peso unitario, pesos específicos, clasificación de suelos SUCS, análisis químicos (sulfatos y cloruros) y ensayos de corte directo.

3. Tipos de suelos: El perfil estratigráfico que se presenta ha sido elaborado mediante la interpretación de la estratigrafía encontrada en las calicatas. El subsuelo del área de estudio es homogéneo en profundidad, estando conformado por Arena Limosa (SM), compacidad media, el material subrasante califica como suelo regular.

4. Durante la excavación no se Localizó el nivel Freático (NAF), hasta la profundidad excavada.

5. Se recomienda que el tipo de cimentación a utilizar sea zapatas cuadras de concreto armado, Para evitar los asentamientos diferenciales. Se Propone las Siguietes recomendaciones para la protección de la cimentación.

- Se recomienda estabilizar el suelo con una capa de 20 cm. Min. de material afirmado al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

6. Profundidad de la cimentación:

En base a las características del perfil estratigráfico, se recomienda cimentar las estructuras de zapatas de concreto a la profundidad mínima de  $D_f = 1.20$  metros; y los cimientos corridos a una profundidad mínima de  $D_f = 0.80$ , a estas profundidades se cimentarán en el estrato de Arena Limosa. Con respecto a la superficie inicial del terreno existente.

7. La Capacidad Admisible del terreno se expresan los siguientes valores:

CALICATA	Df	B (m)	Angulo De Fricción ( $\Phi$ )		$q^d$ (tn/m <sup>2</sup> )	Fs	$q_{ad}$
			$\Phi$	$\Phi$ Corregido			
C-01	1.20	1.00	35.61°	25.26°	30.93	3	1.031
C-02	1.20	1.00	35.18°	24.91°	29.52	3	0.984
C-03	1.20	1.00	35.94°	25.52°	31.79	3	1.060

8. El asentamiento total es de aproximadamente 1.2 cm, que es menor de 1" (2.54 cm.) recomendado para este tipo de estructuras (según la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones que dice que para Edificaciones el Asentamiento Permisible es de 1"), por lo tanto, no se presentaran problemas por asentamiento.

9. Se aplicará para obtener la capacidad admisible ( $q_{ad}$ ) del suelo de fundación un factor de seguridad ( $F_s = 3$ ).

10. Retirar el material superficial contaminado (suelo que contiene elementos orgánicos, etc.).

**11. Taludes de excavación:**

Las excavaciones temporales hasta nivel de sello de fundación, y/o definitivas, deberán ejecutarse con los siguientes taludes:

Excavaciones hasta 1.20 m de profundidad: Taludes Verticales.

Excavaciones superiores a 1.20 m de profundidad: Taludes 2:1 (V:H).

Protegidos con lechada de cemento.

**11.1.** Para el caso del movimiento de tierra se deben considerar las siguientes recomendaciones para los taludes:

- Excavaciones para taludes definitivos en suelos SP y SM H:V = 1,5:1
- Excavaciones transitorias H:V = 1:1,5
- Rellenos H:V = 2:1

**11.2.** Cuando las excavaciones se requieran operaciones manuales y las profundidades superen el 200 cm se deberá disponer de **entibaciones** y protecciones que eviten desmoronamientos y riesgos de accidentes. Estas medidas se adoptaran cualquiera que sea la calidad de los suelos y siempre que el talud sea más empinado que  $H:V = 1:1,5$ .

De acuerdo al Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, son considerados como trabajos de alto riesgo los trabajos a altura mayores a 1,8 metros y las excavaciones mayores o iguales a 1,5 metros.

Se deberán respetar lo indicado en las normas nacionales vigente respecto de la seguridad en excavaciones.

**12.** La estructura de los pisos, patios y obras exteriores tendrá el siguiente Diseño geométrico:

- **Subrasante.** - el material de la Subrasante está conformado por Grava Mal graduada mal graduada, la que será mejorada la subrasante escarificada y compactada en un espesor de 0.30 m, al 95% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.
- **Base.** - el material a emplear en la base será tipo granular seleccionado A-1-a (0) o A-1-b (0), con un espesor de 0.20 m. compactada, al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.
- **Losa de concreto.** - El concreto a utilizar tendrá una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y un espesor de 0.20 m. Siguiendo las normas vigentes del reglamento nacional de construcciones.

**13.** De acuerdo con la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismo resistente y el predominio del suelo de la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismo-resistente según el RNE. Se recomienda considerar un suelo de perfil tipo:

PARÁMETRO DE SUELO		VALOR
Factor Uso	U	1.00
Factor de Zona	Z	0.45
Periodo predominante que define la plataforma del espectro ( $T_P$ )	$T_P$ (s)	1.00
Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante ( $T_L$ )	$T_L$ (s)	1.60
Factor amplificación del suelo de acción sísmica	S	1.10
Periodo Fundamental	CT	35
NORMA		E.030

**14.** En caso de que la cimentación de las estructuras del tipo plateas o losas, esta se desplantase mayormente en el suelo natural más desfavorable encontrado en el área en estudio, en el área se identificó como Arena Limosa (SM).

**15.** Asimismo, en caso de considerarse el uso de plateas o losas de cimentación, se descarta totalmente la presencia de asentamientos diferenciales en las estructuras, debido a que estos serán anulados por los elementos estructurales indicados.

**16.** Se recomienda, antes del vaciado de las zapatas y/o plateas o losas de cimentación, compactar el suelo de apoyo que generalmente se altera por el proceso de excavación.

**17.** Se recomienda cimentar en base a zapatas conectadas con vigas de cimentación. Asimismo la decisión y el criterio del Ingeniero Estructural son decisivos ya que podrían encontrarse diversos factores que conllevarían al uso de elementos de conexión (zapatas conectadas) tales como giros en las zapatas, torsión en planta, asimetría de la estructura.

**18.** En tal sentido, es recomendable, tomar en consideración la necesidad de establecer un tipo de estructura simétrica.

Ya que la asimetría nos entregara deformaciones del sistema terreno-estructura. Bajo estas condiciones, una cimentación en base a zapatas conectadas para el caso de estructuras porticadas y en el caso de albañilería confinadas, cimientos cuadrado bajo muros de adecuada densidad de muros, incrementara la capacidad de resistencia suelo-estructura, así como atenuara los potenciales efectos dinámicos indicados.

**19.** Es conveniente tener presente el cuidado necesario para que los empalmes de las tuberías de agua y desagüe estén bien instalados de tal forma evitar fugas que pueden generar la reacción de los sulfatos y cloruros.

**20.** El subsuelo de actividad de cimentación no está sujeta a socavaciones ni deslizamientos, así como no se ha encontrado evidencias de hundimiento ni levantamientos en el terreno.

Así mismo la geodinámica externa en el área de estudio no presenta en la actualidad riesgo alguno como posibles aluviones, huaycos, deslizamientos de masas de tierra, inundaciones, etc.

**21.** Si en la zona del proyecto se encuentra la presencia de material de rellenos en estado suelto, se recomienda eliminar dichos rellenos y reemplazarlo por material afirmado compactado, con las recomendaciones respectivas.

**22.** En la zona del proyecto **si se notara la presencia de filtraciones superficiales debido a lluvias, aniegos** a la profundidad de cimentación con respecto a la superficie natural del terreno.

Se recomienda diseñar un sistema de **drenaje superficial** (sangría) para poder evacuar el agua de filtración y pueda facilitar el proceso constructivo de las cimentaciones y también afectar a las mismas una vez construidas.

**23.** De los ensayos de análisis químico de suelos, se ha realizados a la muestra del suelo donde ira desplantada la cimentación, e inspección de la zona en estudio, la presencia de Sales Solubles totales es de 867 ppm menor que 1000 ppm, estos valores indica que puede ocasionar problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación (lavado de sales), por lo que se recomienda el uso de Cemento Tipo V.

### **9.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**RNE E.030** .- Diseño Sismorresistente

**RNE E.050** .- Suelos y Cimentaciones

**ALVA HURTADO, Jorge E.**- Mecánica de Suelos Aplicada a las Cimentaciones

**BOWLWS JOSEPH, E.**- Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos

**BRAJAN, Das.**- Principios de Ingeniería de Cimentaciones.

**TERZAGHI KARL.**- Mecánica de Suelos Aplicada a la Ingeniería Práctica.

### **9.2. FIGURAS**

**Figura N° 1** - Ubicación De Proyecto

**Figura N° 2** - Ubicación Satelital

**Figura N° 3** - Geología Del Cuadrante De Paracas

**Figura N° 4** - Mapa de Zonificación Sísmica

**Figura N° 5** - Mapa de Isoaceleraciones

**Figura N° 6** - Mapa de Distribución de Máxima Intensidad Sísmica (Alva 1984)

### **9.3. TABLAS Y CUADROS**

**Tabla N° 1** - FACTORES DE ZONA "Z"

**Tabla N° 2** - PARÁMETRO DEL SUELOS

**Tabla N° 3** - TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA PARA DETERMINAR EL NUMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN

**Tabla N° 4** - NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

**Tabla N° 5** - DENSIDAD RELATIVA

**Tabla N° 6** - DISTORSIÓN ANGULAR

**Tabla N° 7** - CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

**Tabla N° 8** - REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

#### 9.4. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con la Norma Técnica de Edificaciones **E-050** "Suelos y Cimentaciones", la siguiente información deberá transcribirse en los planos de cimentación.

Esta información no es limitativa y deberá cumplirse con todo lo especificado en el presente Estudio de Suelos y en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

**NOMBRE DEL SOLICITANTE: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO**

**NOMBRE DEL PROYECTO: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO.**

DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO

De conformidad con la Norma Técnica E.050 “Suelos y Cimentaciones” la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
<b>Tipo de Cimentación:</b>	Se empleará Zapatas asiladas. Asimismo, la opción por el empleo de zapatas conectadas depende de giros en la zapata, torsión en planta, asimetría de la estructura.
<b>Estrato de Apoyo de la Cimentación:</b>	La cimentación se apoyará sobre el estrato Arena Limosa (SM).
<b>Profundidad de la Napa Freática:</b>	No se encontró Nivel Freático
<b>PARÁMETRO DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN</b>	Profundidad de Cimentación: 1.20 m. Presión Admisible
Zapata Cuadrada:	1.025 Kg/cm <sup>2</sup> Factor de Seguridad por Corte: 3.0
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable :	1.20 cm
<b>PARÁMETRO DE DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN</b>	
Zona Sísmica:	04
Tipo de Perfil de Suelos :	S3
Factor de Suelos (S) :	1.10
Periodo TP (s) :	1.00
Periodo TL (s) :	1.60
<b>AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:</b>	El tipo de cemento recomendable para la cimentación es el Tipo V, empleando una relación máxima de agua cemento igual a 0.50.
<b>PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN</b>	
Licucación :	No se detectó.
Colapso :	No se detectó.
Expansión :	Bajo.
<b>Indicaciones Adicionales:</b>	No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial y estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la estructura y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados. Se recomienda un sistema de cimentación lo suficiente arriostrado en las dos direcciones, para minimizar los efectos del asentamiento producido por efectos dinámicos (post-construcción).

## 1.1. RECOMENDACIONES

Por otro lado, en la Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.050, en el Capítulo 4°, Artículo 19, “Profundidad de Cimentación”, indica que la profundidad de cimentación quedará definida por el PR y estará condicionada a cambios de volumen por humedecimiento-secado, hielo-deshielo o condiciones particulares de uso de la estructura, no debiendo ser menor de 0,80 m en el caso de zapatas y cimientos corridos.

No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, relleno de desmonte o rellenos sanitario o industrial, ni rellenos no Controlados. Estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales que cumplan con lo indicado en el Artículo 21 (21.1).

### NOTA:

**Las Conclusiones y Recomendaciones establecidas en el presente informe técnico son solo aplicables para el área estudiada. De ninguna manera se puede aplicar a otros sectores para otros fines.**

REGISTRO DE CAMBIOS	
Revisión	Observaciones
B	Documento Original

# ANEXOS

# **ANEXO I**

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO

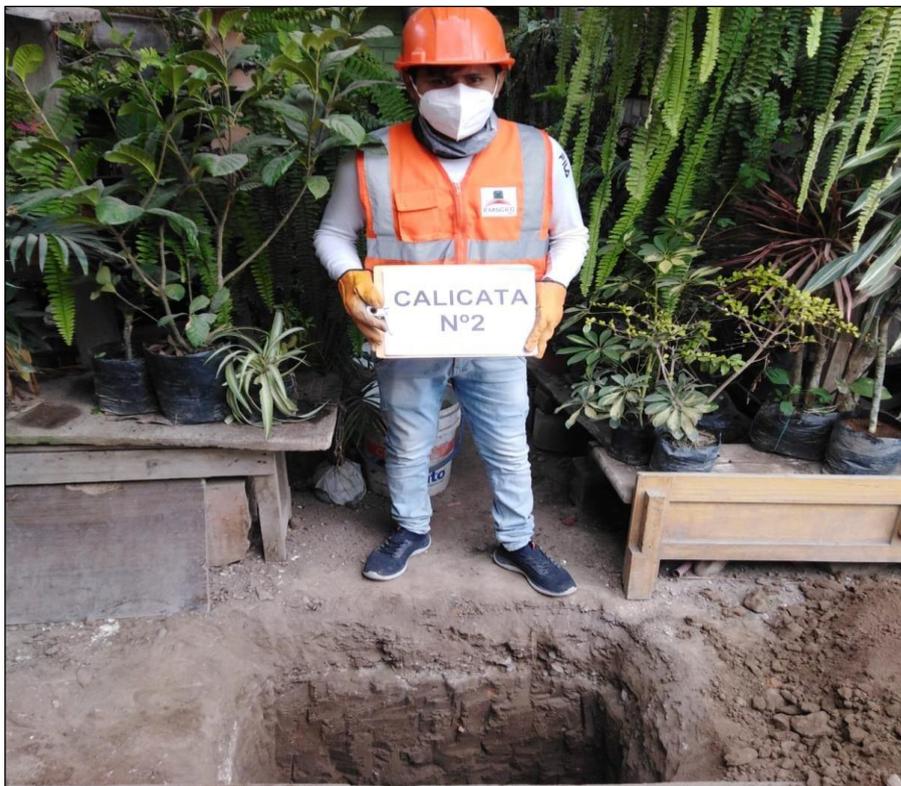
### EXCAVACIÓN CALICATA N° 1



Se alcanzó la profundidad de 2.5 m, donde se encontró un estrato de Arena Limosa, con contenido de humedad bajo, no se encontró presencia del nivel freático.

## PANEL FOTOGRÁFICO

### EXCAVACIÓN CALICATA N° 2



Se alcanzó la profundidad de 2.5 m, donde se encontró un estrato de Arena Limosa, con contenido de humedad bajo, no se encontró presencia del nivel freático.

## PANEL FOTOGRÁFICO

### EXCAVACIÓN CALICATA N° 3



Se alcanzó la profundidad de 2.5 m, donde se encontró un estrato de Arena Limosa, con contenido de humedad bajo, no se encontró presencia del nivel freático.

# **ANEXO II**

## **PERFIL ESTRATIGRÁFICO**



Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :



### PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO NTP. 339.150 - ASTM D 2488

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO  
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
FECHA : 10/05/2021.

#### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02      PROCEDENCIA: -      FECHA DE EXTRACION : 08/05/2021  
ESTRATOS : 02      REFERENCIA : -      FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021  
PROFUNDIDAD : 0.00 - 2.50 m      TIPO DE MATERIAL : -

PROFUNDIDAD METROS	CLASIFICACION		MUESTRA	ESPESOR	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
	SUCS	AASHTO					
0.00				0.20		Piso de Concreto pobre	TIPO EXCAVACIÓN : MANUAL
0.20							
0.40							
0.60							
0.80							
1.00							
1.20							
1.40	SC	A-2-4 (0)	M-1	2.30		Arena Limosa de color marron, en estado semicompacto, presneta una humedad natural de 4.08 %.	
1.60							
1.80							
2.00							
2.20							
2.40							
2.50							NO SE ENCONTRO NIVEL FREATICO
2.60							
2.80							
3.00							

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

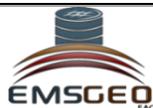
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA:	FECHA:	FECHA:



Firma:	Firma:	Firma:
FECHA:	FECHA:	FECHA:

# **ANEXO III**

## **ENSAYOS DE LABORATORIO**

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

Los resultados de los ensayos químicos realizados para el presente estudio se muestran en el siguiente cuadro :

**RESULTADO DE ENSAYO N° 01**

MATERIAL : SUELO DE LA CALICATA N° 01  
MUESTRA : 01

FECHA EXTRACION : 8/05/2021  
FECHA ENSAYO : 10/05/2021

MUESTRA	SUSTANCIA	PARTES POR MILLÓN	CONTENIDO
N° 01	PH	--	7.45
	Cloruros (CL <sup>NA</sup> )	324.80 p.p.m	0.0325%
	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	373.50 p.p.m	0.0374%
	Sales Solubles Totales	821.70 p.p.m	0.0822%

**RESULTADO DE ENSAYO N° 02**

MATERIAL : SUELO DE LA CALICATA N° 02  
MUESTRA : 1

FECHA EXTRACION : 8/05/2021  
FECHA ENSAYO : 10/05/2021

MUESTRA	SUSTANCIA	PARTES POR MILLÓN	CONTENIDO
N° 1	PH	--	7.85
	Cloruros (CL <sup>NA</sup> )	346.40 p.p.m	0.0346%
	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	361.20 p.p.m	0.0361%
	Sales Solubles Totales	867.40 p.p.m	0.0867%

**NORMATIVA**

- Método de Prueba Estándar para pH de Suelos	NTP 339.176	ASTM D 4972
- Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152	AASHTO T290
- Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177	AASHTO T291
- Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178	AASHTO T290

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

Los resultados de los ensayos químicos realizados para el presente estudio se muestran en el siguiente cuadro :

**RESULTADO DE ENSAYO N° 03**

MATERIAL : SUELO DE LA CALICATA N° 03  
MUESTRA : 01

FECHA EXTRACION : 8/05/2021  
FECHA ENSAYO : 10/05/2021

MUESTRA	SUSTANCIA	PARTES POR MILLÓN	CONTENIDO
N° 01	PH	--	7.55
	Cloruros (CL <sup>NA</sup> )	337.80 p.p.m	0.0338%
	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	367.10 p.p.m	0.0367%
	Sales Solubles Totales	813.54 p.p.m	0.0814%

**NORMATIVA**

- Método de Prueba Estándar para pH de Suelos	NTP 339.176	ASTM D 4972
- Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152	AASHTO T290
- Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177	AASHTO T291
- Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178	AASHTO T290

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:

FECHA :	FECHA :	FECHA :
---------	---------	---------



**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 339.128 - ASTM D6913 - ASTM D422**

**SOLICITA :** JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
**PROYECTO :** PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO  
**UBICACIÓN :** URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
**FECHA :** 10/05/2021.

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					ESPECIFICACIONES TECNICAS
	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDOS	(%) RET.	(%) RET ACUM.	(%) PASA	
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350		0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.750	8.0	1.25	1.25	98.75	
N° 6	3.360	17.0	2.65	3.89	96.11	
N° 8	2.380	21.0	3.27	7.17	92.83	
N° 10	2.000	51.0	7.94	15.11	84.89	
N° 16	1.190	48.0	7.48	22.59	77.41	
N° 20	0.840	19.0	2.96	25.55	74.45	
N° 30	0.590	26.0	4.05	29.60	70.40	
N° 40	0.450	61.0	9.50	39.10	60.90	
N° 60	0.297	44.0	6.85	45.95	54.05	
N° 80	0.177	82.0	12.77	58.72	41.28	
N° 100	0.149	99.0	15.42	74.14	25.86	
N° 200	0.075	78.0	12.15	86.29	13.71	
FONDO	ASTM D1140	88.0	13.71	100.00	0.00	
<b>Peso Inicial (gr):</b>		642.0				

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : C-1	PROCEDENCIA : -
MUESTRA : M-1	REFERENCIA : -
PROF. : 0.20 - 2.50 m	CANTIDAD : 20 kg Aprox
PARA USO : -	

LIMITE DE ATTERBERG		CLASIFICACION	
LIMITE LIQUIDO (%)	22.83	SUCS	ASTM D 2487
LIMITE PLASTICO (%)	19.17	DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA
INDICE PLASTICIDAD (%)	3.66	AASHTO	AASHTO M 145
			A-2-4 ( 0 )
		DESCRIPCION	BUENO

N.T.= No Tiene.

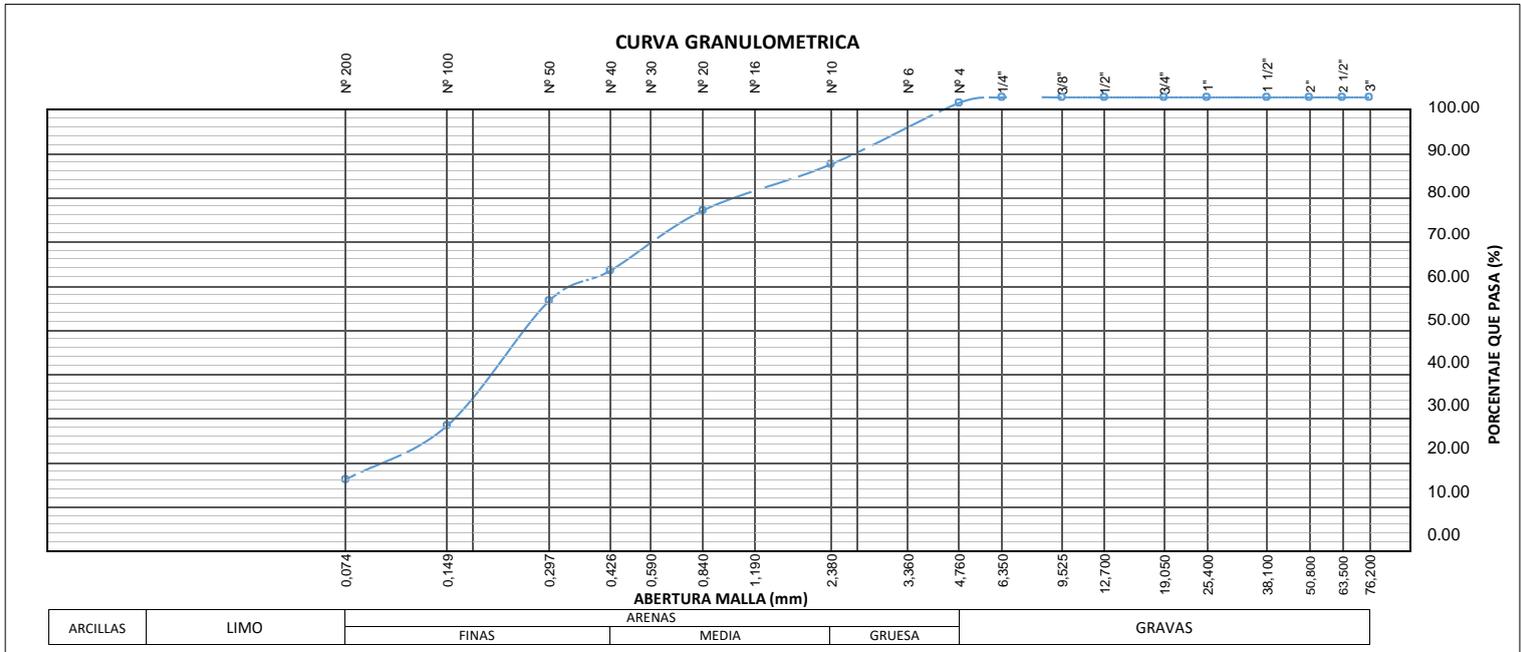
N.P.= No Presenta.

PESO INICIAL SECO	642.00 gr
PESO LAVADO SECO	554.00 gr
% QUE PASA LA MALLA N° 200	13.71%
% RETENIDO EN LA MALLA 3"	0.00%

COMPOSICION DEL MATERIAL	
(%) GRAVA	1.25
(%) ARENA	85.05
(%) FINOS	13.71

PARAMETROS DERIVADOS	
D10	0.05 mm
D30	0.16 mm
D60	0.41 mm
Cu	7.576
Cc	1.110

OBSERVACION



<b>ELABORADO POR:</b> Firma:	<b>REVISADO POR:</b> Firma:	<b>APROBADO POR:</b> Firma:
<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>

**ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG**  
NTP 339.129 - ASTM D4318

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

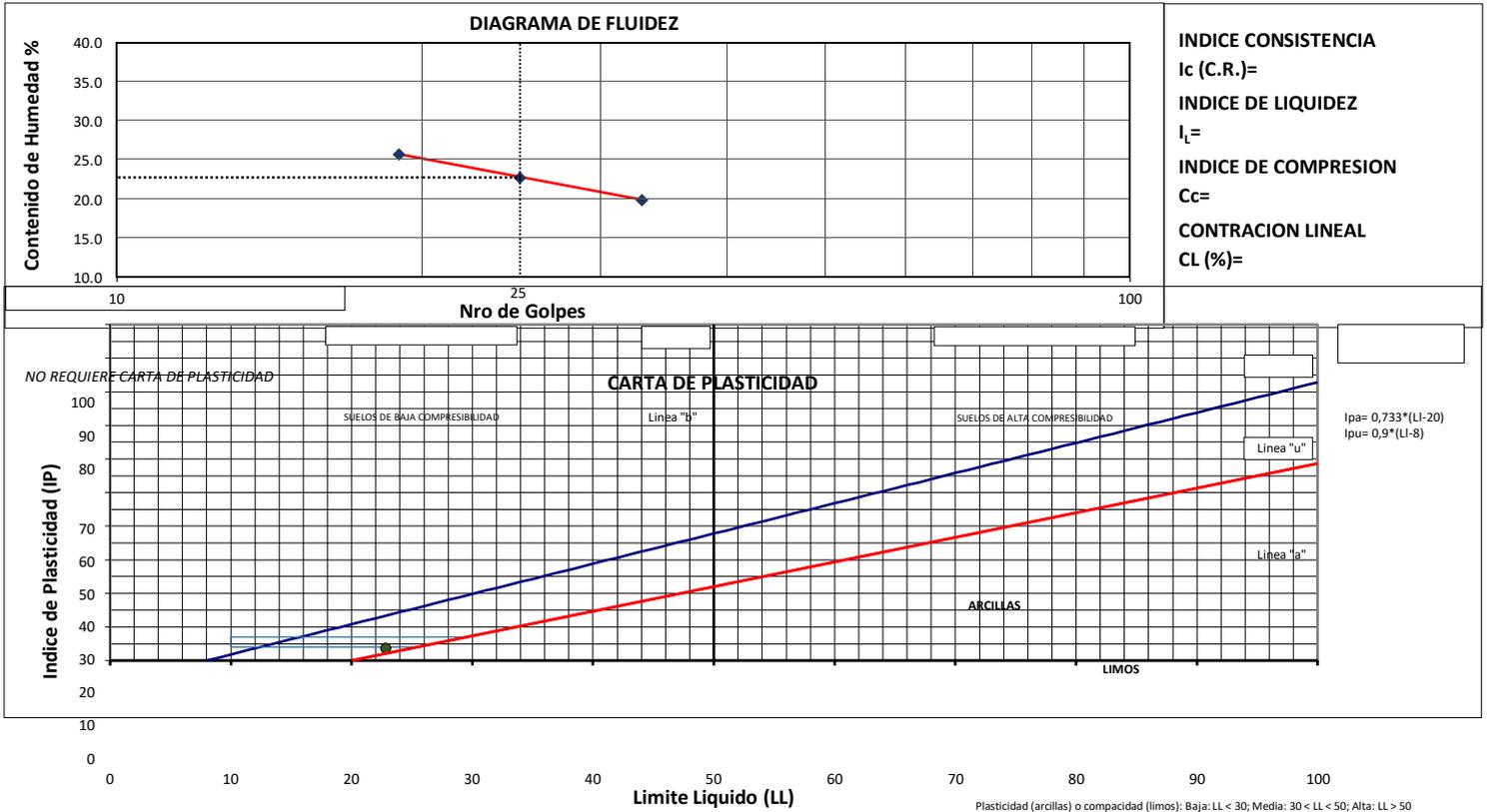
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

**DATOS DE LA MUESTRA :**

CALICATA : C-1	PROCEDENCIA: -	FECHA DE EXTRACCION : 08/05/2021
MUESTRA : M-1	REFERENCIA : -	FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021
PROF. DE MUESTRA: 0.20 - 2.50 m	TIPO DE MATERIAL : -	

ITM	DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)			LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)			
		1	2	3	1	2	3	
	ENSAYO Nº				1	2	3	
	CAPSULA Nº	1	2	3				
	NUMERO DE GOLPES				<b>19</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	41.35	41.25	40.55	83.14	78.15	80.08	
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	38.95	38.65	37.95	72.95	69.86	72.35	
3	PESO CAPSULA	25.28	25.28	25.28	33.42	33.44	33.60	
4	PESO AGUA	2.40	2.60	2.60	10.19	8.29	7.73	
5	PESO SUELO SECO	13.67	13.37	12.67	39.53	36.42	38.75	
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	17.56	19.45	20.52	25.78	22.76	19.95	
				<b>L.P. = 19.17</b>				<b>L.L. = 22.83</b>
								<b>I.P. = 3.65</b>



**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Of.: Andrés Avelino Cáceres K-16 Parcona - Ica

Web: [emsgeo.net](http://emsgeo.net)  
Telf.: (56) 307075

Email: [ventas@emsgeo.net](mailto:ventas@emsgeo.net)  
Cel.: 956931175 - 956594238



	<b>EMSGEO S.A.C.</b>	<b>CODIGO:</b> EMS-CIM-072-21
	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>REVISION:</b> 00
	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>PAGINA:</b> 1 de 1

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

**NTP 339.127 - ASTM D2216**

<b>SOLICITA</b>	: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
<b>PROYECTO</b>	: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO
<b>FECHA</b>	: 10/05/2021.

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>CALICATA</b> : C-1	<b>PROCEDENCIA</b> : -	<b>FECHA DE EXTRACION</b> : 08/05/2021
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>REFERENCIA</b> : -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 10/05/2021
<b>PROF. DE MUESTRA</b> : 0.20 - 2.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : -	

ENSAYOS				
MUESTRA	M-1			Und.
	1	2	3	
<b>ENSAYOS</b>				
<b>FRASCO N°</b>	1	2	2	
1.0 PESO DE LATA	123	142	136	grs.
2.0 PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	321	312	309	grs.
3.0 PESO DEL SUELO SECO + LATA	315	307	304	grs.
4.0 PESO DEL AGUA	6	5	5	grs.
5.0 PESO DEL SUELO SECO	192	165	168	grs.
6.0 CONTENIDO DE HUMEDAD	3.13	3.03	2.98	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	<b>3.04</b>			<b>%</b>

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Firma:	Firma:	Firma:
<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>



**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 339.128 - ASTM D6913 - ASTM D422**

**SOLICITA :** JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
**PROYECTO :** PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO  
**UBICACIÓN :** URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
**FECHA :** 10/05/2021.

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					ESPECIFICACIONES TECNICAS
	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDOS	(%) RET.	(%) RET ACUM.	(%) PASA	
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350		0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.750	14.3	2.22	2.22	97.78	
N° 6	3.360	15.4	2.39	4.61	95.39	
N° 8	2.380	21.3	3.31	7.92	92.08	
N° 10	2.000	23.2	3.60	11.52	88.48	
N° 16	1.190	42.5	6.60	18.12	81.88	
N° 20	0.840	40.6	6.30	24.43	75.57	
N° 30	0.590	74.7	11.60	36.02	63.98	
N° 40	0.450	78.2	12.14	48.17	51.83	
N° 60	0.297	95.4	14.81	62.98	37.02	
N° 80	0.177	44.8	6.96	69.94	30.06	
N° 100	0.149	52.3	8.12	78.06	21.94	
N° 200	0.075	43.7	6.79	84.84	15.16	
FONDO	ASTM D1140	97.6	15.16	100.00	0.00	
<b>Peso Inicial (gr):</b>		644.0				

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : C-2	PROCEDENCIA : -
MUESTRA : M -1	REFERENCIA : -
PROF. : 0.20 - 2.50 m	CANTIDAD : 20 kg Aprox
PARA USO : -	

LIMITE DE ATTERBERG		CLASIFICACION	
LIMITE LIQUIDO (%)	20.98	SUCS	ASTM D 2487
LIMITE PLASTICO (%)	17.42	DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA
INDICE PLASTICIDAD (%)	3.56	AASHTO	AASHTO M 145
			A-2-4 ( 0 )
		DESCRIPCION	BUENO

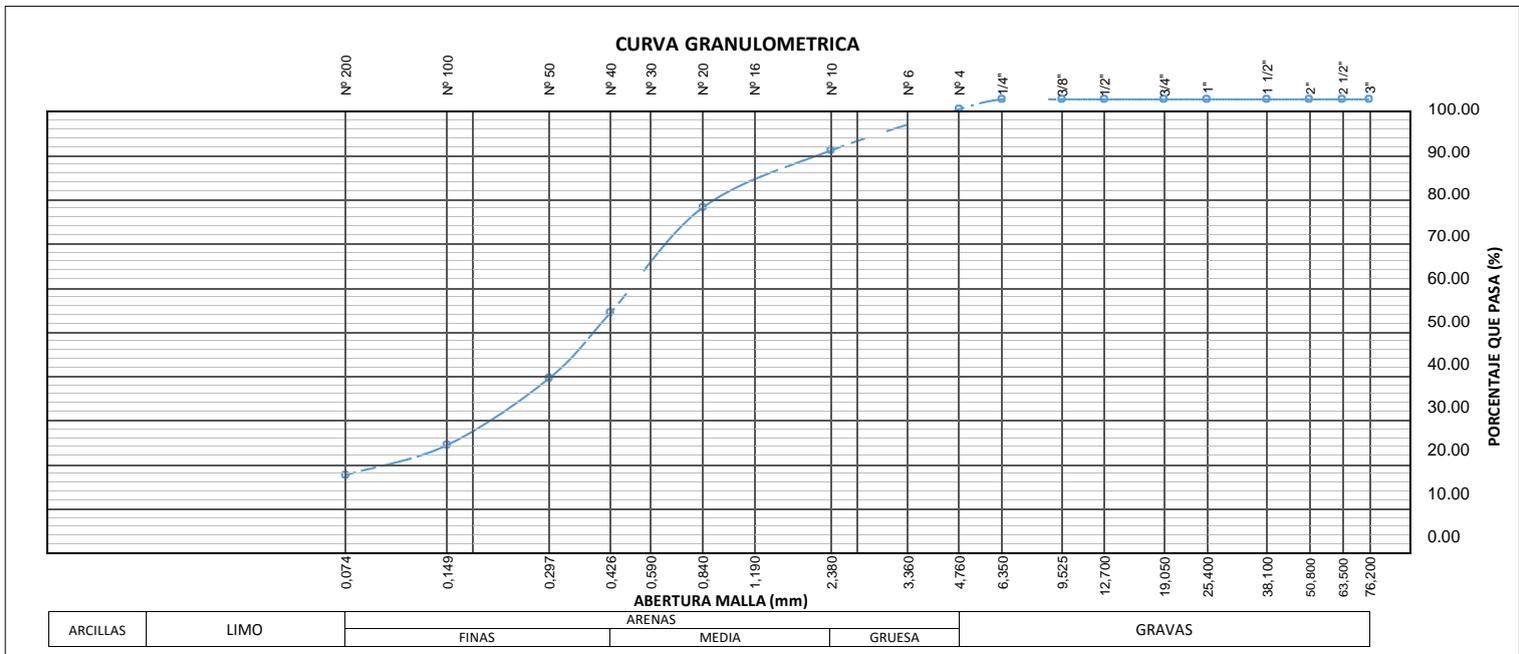
N.T.= No Tiene.  
 N.P.= No Presenta.

PESO INICIAL SECO	644.00 gr
PESO LAVADO SECO	546.40 gr
% QUE PASA LA MALLA N° 200	15.16%
% RETENIDO EN LA MALLA 3"	0.00%

COMPOSICION DEL MATERIAL	
(%) GRAVA	2.22
(%) ARENA	82.62
(%) FINOS	15.16

PARAMETROS DERIVADOS	
D10	0.05 mm
D30	0.18 mm
D60	0.54 mm
Cu	10.984
Cc	1.193

OBSERVACION



<b>ELABORADO POR:</b> Firma:	<b>REVISADO POR:</b> Firma:	<b>APROBADO POR:</b> Firma:
<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>

	EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	LABORATORIO ENSAYO DE LIMITES	REVISION: 00
	DE ATTERBERG	PAGINA : 1 de 1

**ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG**  
NTP 339.129 - ASTM D4318

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

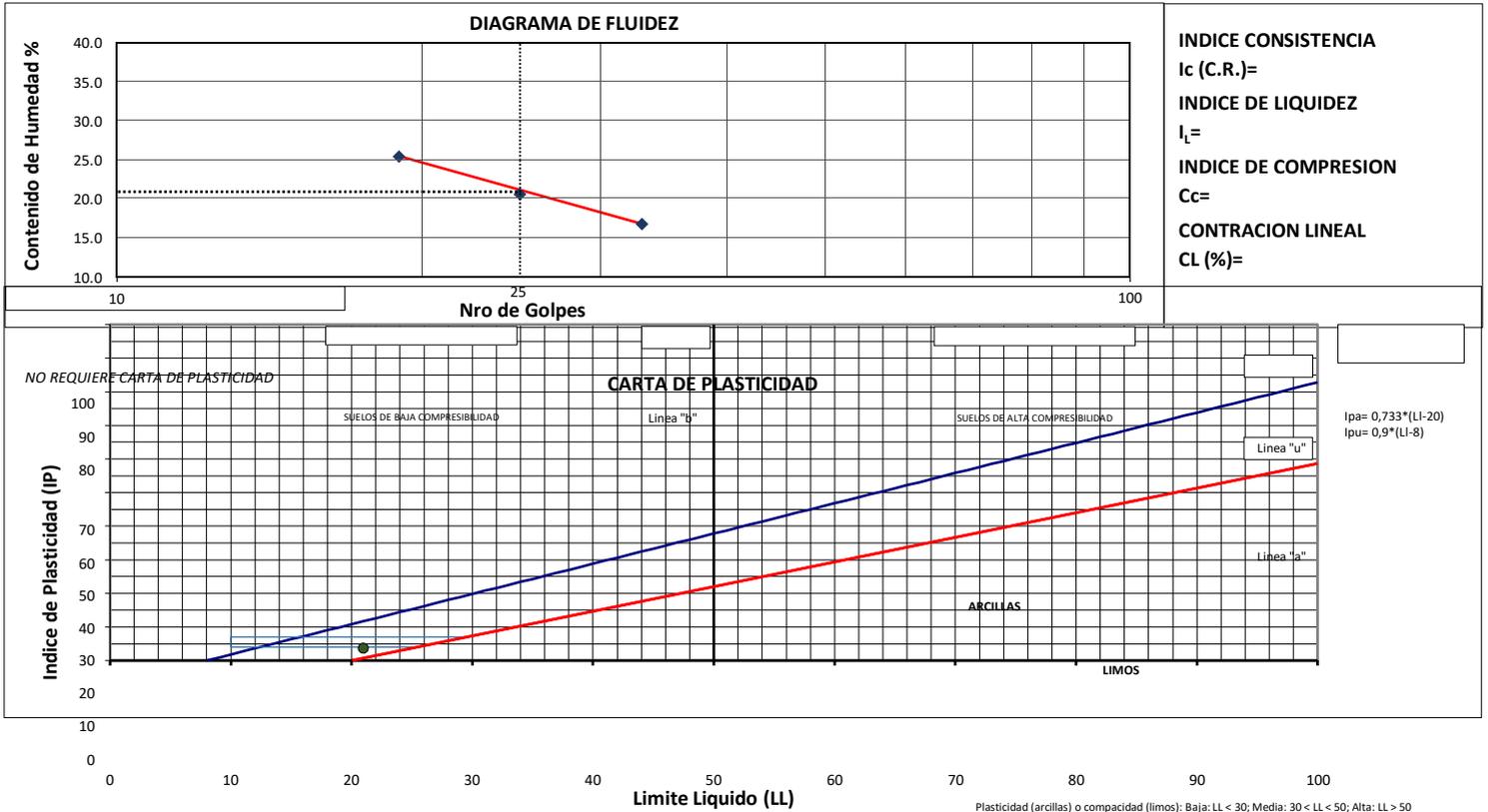
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

**DATOS DE LA MUESTRA :**

CALICATA : C-2	PROCEDENCIA: -	FECHA DE EXTRACCION : 08/05/2021
MUESTRA : M-1	REFERENCIA : -	FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021
PROF. DE MUESTRA: 0.20 - 2.50 m	TIPO DE MATERIAL : -	

ITM	DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)			LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)		
		1	2	3	1	2	3
	ENSAYO Nº				1	2	3
	CAPSULA Nº	1	2	3			
	NUMERO DE GOLPES				19	25	33
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	40.53	40.58	40.50	52.06	52.13	52.07
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	38.26	38.28	38.23	47.84	48.72	48.96
3	PESO CAPSULA	25.20	25.26	25.19	31.28	32.21	30.45
4	PESO AGUA	2.27	2.30	2.27	4.22	3.41	3.11
5	PESO SUELO SECO	13.06	13.02	13.04	16.56	16.51	18.51
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	17.38	17.67	17.41	25.48	20.65	16.80
				L.P. =	17.42	L.L. =	20.98
						I.P. =	3.56



**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Of.: Andrés Avelino Cáceres K-16 Parcona - Ica

Web: [emsgeo.net](http://emsgeo.net)  
Telf.: (56) 307075

Email: [ventas@emsgeo.net](mailto:ventas@emsgeo.net)  
Cel.: 956931175 - 956594238

	<b>EMSGEO S.A.C.</b>	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	<b>ENSAYO DE LABORATORIO</b>	REVISION: 00
	PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	PAGINA : 1 de 1

**PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS**  
**NTP 339.144 - ASTM D2937**

SOLICITA	: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
PROYECTO	: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
UBICACIÓN	: URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.
FECHA	: 10/05/2021.

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>CALICATA</b> : C-2	<b>PROCEDENCIA</b> : -	<b>FECHA DE EXTRACION</b> : 08/05/2021
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>REFERENCIA</b> : -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 10/05/2021
<b>PROF. DE MUESTRA</b> : 0.20 - 2.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : -	

**ENSAYOS**

MUESTRA	M-1			Und.
	1	2	3	
<b>ENSAYOS</b>				
PESO DEL SUELO + MOLDE	2020.00	2060.00	2012.00	grs.
PESO DEL MOLDE	145.00	145.00	145.00	grs.
PESO DEL SUELO SECO	1875.00	1915.00	1867.00	grs.
VOLUMEN DEL MOLDE	1200.00	1200.00	1200.00	cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	1.563	1.596	1.556	grs./cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS</b>	<b>1.571</b>			<b>grs./cm<sup>3</sup></b>

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

	<b>EMSGEO S.A.C.</b>	<b>CODIGO:</b> EMS-CIM-072-21
	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>REVISION:</b> 00
	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>PAGINA:</b> 1 de 1

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

**NTP 339.127 - ASTM D2216**

<b>SOLICITANTE</b>	: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
<b>PROYECTO</b>	: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO
<b>FECHA</b>	: 10/05/2021.

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>CALICATA</b> : C-2	<b>PROCEDENCIA</b> : -	<b>FECHA DE EXTRACION</b> : 08/05/2021
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>REFERENCIA</b> : -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 10/05/2021
<b>PROF. DE MUESTRA</b> : 0.20 - 2.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : -	

ENSAYOS				
MUESTRA	M-1			Und.
	1	2	3	
<b>ENSAYOS</b>				
<b>FRASCO N°</b>	1	2	2	
1.0 PESO DE LATA	129	128	128	grs.
2.0 PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	326	339	333	grs.
3.0 PESO DEL SUELO SECO + LATA	318	331	325	grs.
4.0 PESO DEL AGUA	8	8	8	grs.
5.0 PESO DEL SUELO SECO	189	203	197	grs.
6.0 CONTENIDO DE HUMEDAD	4.23	3.94	4.06	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	<b>4.08</b>			%

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Firma:	Firma:	Firma:
<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>



**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 339.128 - ASTM D6913 - ASTM D422**

**SOLICITA :** JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
**PROYECTO :** PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO  
**UBICACIÓN :** URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
**FECHA :** 10/05/2021.

MALLAS SERIE AMERICANA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					ESPECIFICACIONES TECNICAS
	ABERTURA (mm)	PESOS RETENIDOS	(%) RET.	(%) RET ACUM.	(%) PASA	
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350		0.00	0.00	100.00	
N° 4	4.750	11.2	1.78	1.78	98.22	
N° 6	3.360	14.6	2.33	4.11	95.89	
N° 8	2.380	22.8	3.63	7.75	92.25	
N° 10	2.000	24.6	3.92	11.67	88.33	
N° 16	1.190	39.7	6.33	17.99	82.01	
N° 20	0.840	44.5	7.09	25.08	74.92	
N° 30	0.590	67.2	10.71	35.79	64.21	
N° 40	0.450	82.7	13.18	48.97	51.03	
N° 60	0.297	91.4	14.57	63.54	36.46	
N° 80	0.177	55.8	8.89	72.43	27.57	
N° 100	0.149	45.7	7.28	79.72	20.28	
N° 200	0.075	38.7	6.16	85.88	14.12	
FONDO	ASTM D1140	88.6	14.12	100.00	0.00	
<b>Peso Inicial (gr):</b>		627.5				

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : C-3	PROCEDENCIA : -
MUESTRA : M -1	REFERENCIA : -
PROF. : 0.20 - 2.50 m	CANTIDAD : 20 kg Aprox
PARA USO : -	

LIMITE DE ATTERBERG		CLASIFICACION	
LIMITE LIQUIDO (%)	20.86	SUCS	ASTM D 2487
LIMITE PLASTICO (%)	17.50	DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA
INDICE PLASTICIDAD (%)	3.36	AASHTO	AASHTO M 145
			A-2-4 ( 0 )
		DESCRIPCION	BUENO

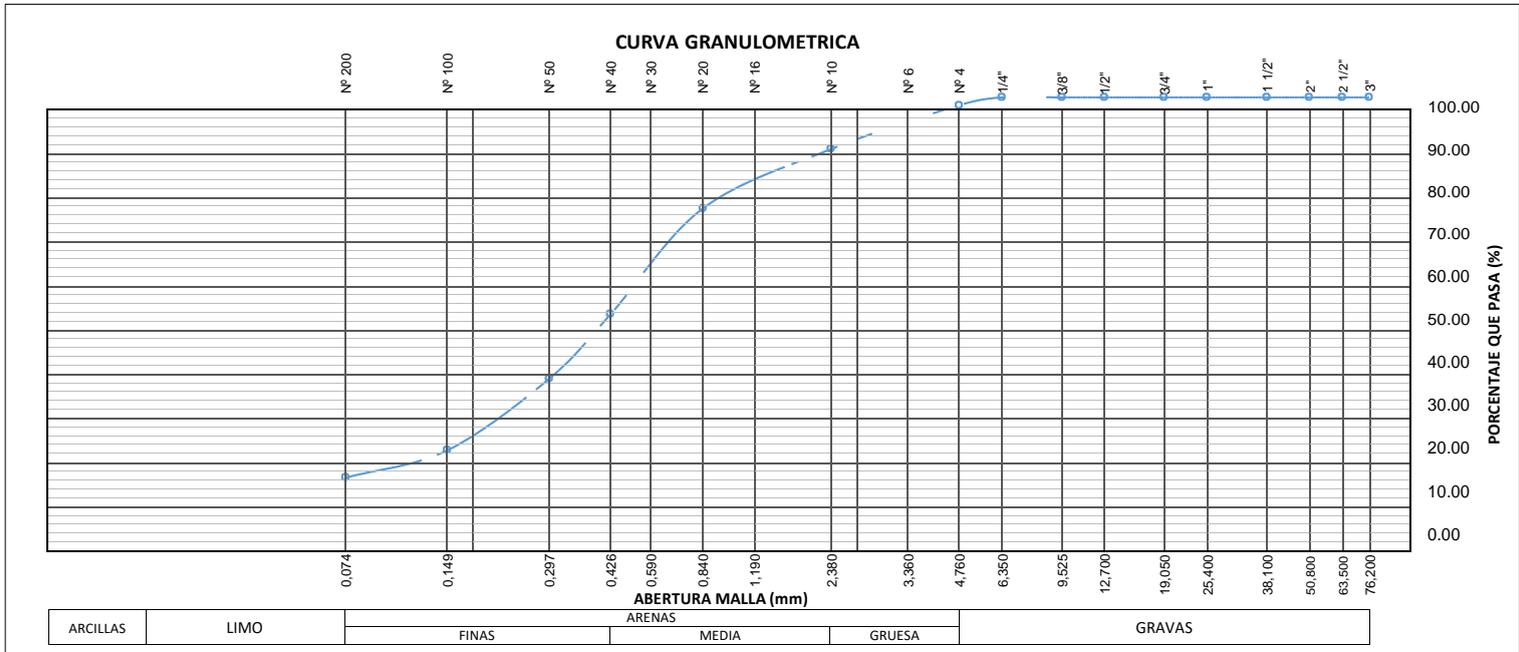
N.T.= No Tiene.  
 N.P.= No Presenta.

PESO INICIAL SECO	627.47 gr
PESO LAVADO SECO	538.87 gr
% QUE PASA LA MALLA N° 200	14.12%
% RETENIDO EN LA MALLA 3"	0.00%

COMPOSICION DEL MATERIAL	
(%) GRAVA	1.78
(%) ARENA	84.09
(%) FINOS	14.12

PARAMETROS DERIVADOS	
D10	0.05 mm
D30	0.21 mm
D60	0.54 mm
Cu	10.259
Cc	1.563

OBSERVACION



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

	EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	LABORATORIO ENSAYO DE LIMITES	REVISION: 00
	DE ATTERBERG	PAGINA : 1 de 1

**ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG**  
NTP 339.129 - ASTM D4318

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

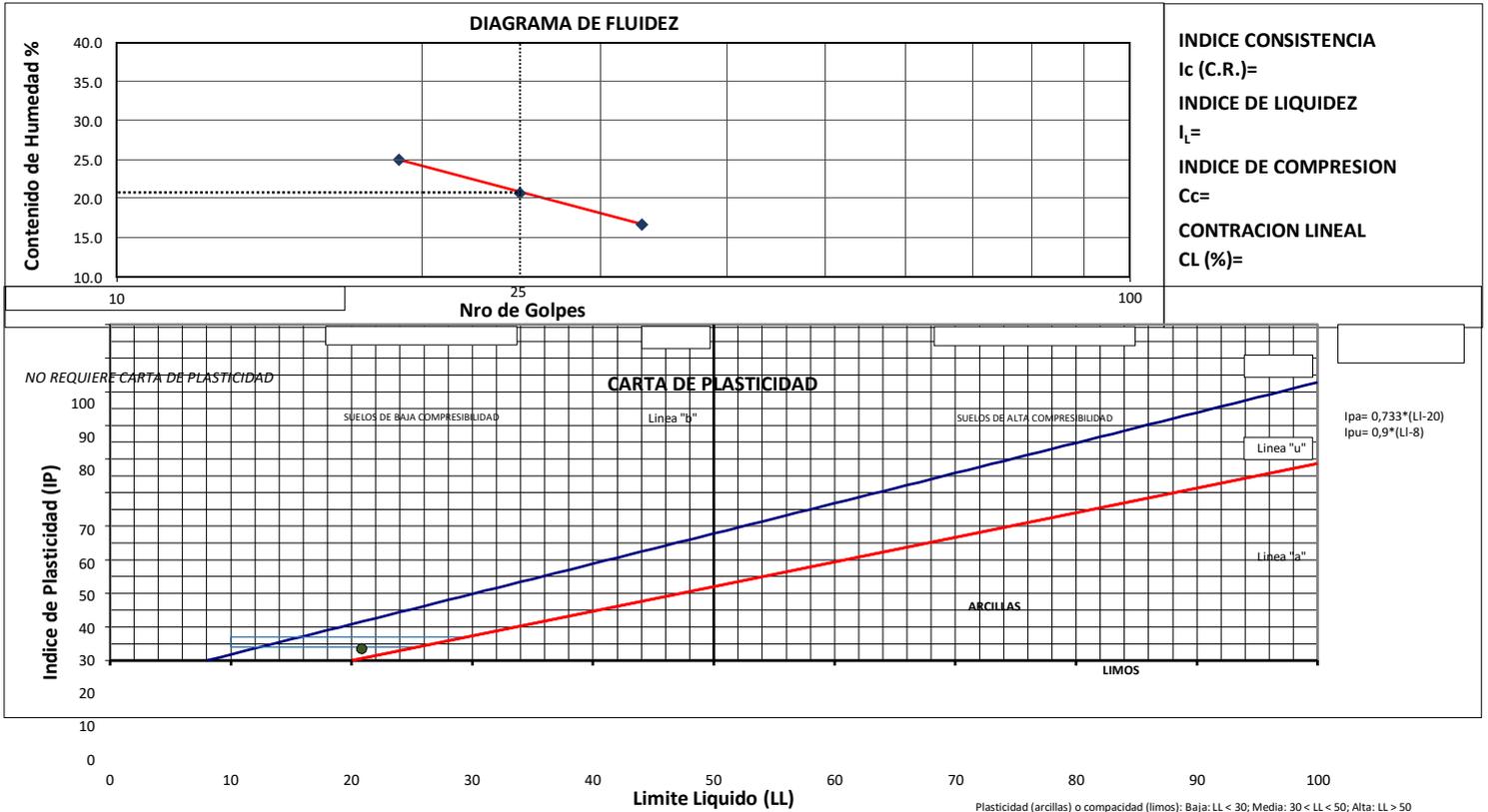
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

**DATOS DE LA MUESTRA :**

CALICATA : C-3	PROCEDENCIA : -	FECHA DE EXTRACCION : 08/05/2021
MUESTRA : M-1	REFERENCIA : -	FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021
PROF. DE MUESTRA: 0.20 - 2.50 m	TIPO DE MATERIAL : -	

ITM	DESCRIPCION	LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)			LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)		
		1	2	3	1	2	3
	ENSAYO Nº				1	2	3
	CAPSULA Nº	1	2	3			
	NUMERO DE GOLPES				19	25	33
1	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	44.57	55.12	48.59	55.21	48.65	53.64
2	PESO CAPSULA + SUELO SECO	41.63	50.70	45.15	50.42	45.82	50.31
3	PESO CAPSULA	25.20	25.26	25.19	31.28	32.21	30.45
4	PESO AGUA	2.94	4.42	3.44	4.79	2.83	3.33
5	PESO SUELO SECO	16.43	25.44	19.96	19.14	13.61	19.86
6	CONTENIDO DE HUMEDAD	17.89	17.37	17.23	25.03	20.79	16.77
				L.P. =	17.50	L.L. =	20.86
						I.P. =	3.36



**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Of.: Andrés Avelino Cáceres K-16 Parcona - Ica

Web: [emsgeo.net](http://emsgeo.net)  
Telf.: (56) 307075

Email: [ventas@emsgeo.net](mailto:ventas@emsgeo.net)  
Cel.: 956931175 - 956594238

	<b>EMSGEO S.A.C.</b>	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	<b>ENSAYO DE LABORATORIO</b>	REVISION: 00
	PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	PAGINA : 1 de 1

**PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS**  
**NTP 339.144 - ASTM D2937**

SOLICITA	: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
PROYECTO	: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
UBICACIÓN	: URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.
FECHA	: 10/05/2021.

DATOS DE LA MUESTRA		
<b>CALICATA</b> : C-3	<b>PROCEDENCIA</b> : -	<b>FECHA DE EXTRACION</b> : 08/05/2021
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>REFERENCIA</b> : -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 10/05/2021
<b>PROF. DE MUESTRA</b> : 0.20 - 2.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : -	

ENSAYOS				
MUESTRA	M-1			Und.
	1	2	3	
ENSAYOS				
PESO DEL SUELO + MOLDE	2035.00	2098.00	2024.00	grs.
PESO DEL MOLDE	145.00	145.00	145.00	grs.
PESO DEL SUELO SECO	1890.00	1953.00	1879.00	grs.
VOLUMEN DEL MOLDE	1200.00	1200.00	1200.00	cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO	1.575	1.628	1.566	grs./cm <sup>3</sup>
<b>PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS</b>	<b>1.589</b>			<b>grs./cm<sup>3</sup></b>

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

	<b>EMSGEO S.A.C.</b>	<b>CODIGO:</b> EMS-CIM-072-21
	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>REVISION:</b> 00
	ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>PAGINA:</b> 1 de 1

## ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

**NTP 339.127 - ASTM D2216**

<b>SOLICITANTE</b>	: JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
<b>PROYECTO</b>	: PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
<b>UBICACIÓN</b>	: URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE
<b>FECHA</b>	: 10/05/2021.

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>CALICATA</b> : C-3	<b>PROCEDENCIA</b> : -	<b>FECHA DE EXTRACION</b> : 08/05/2021
<b>MUESTRA</b> : M-1	<b>REFERENCIA</b> : -	<b>FECHA DE ENSAYO</b> : 10/05/2021
<b>PROF. DE MUESTRA</b> : 0.20 - 2.50 m	<b>TIPO DE MATERIAL</b> : -	

ENSAYOS				
MUESTRA	M-1			Und.
	1	2	3	
<b>FRASCO N°</b>	1	2	2	
1.0 PESO DE LATA	129	128	128	grs.
2.0 PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA	341	327	334	grs.
3.0 PESO DEL SUELO SECO + LATA	331	318	325	grs.
4.0 PESO DEL AGUA	10	9	9	grs.
5.0 PESO DEL SUELO SECO	202	190	197	grs.
6.0 CONTENIDO DE HUMEDAD	4.95	4.74	4.57	%
<b>PROMEDIO % DE HUMEDAD</b>	<b>4.75</b>			<b>%</b>

**OBSERVACIONES** : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Firma:	Firma:	Firma:
<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>	<b>FECHA :</b>

	EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	LABORATORIO	REVISION: 00
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	PAGINA : 1 de 3

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTP 339.171 - ASTM D3080

SOLICITA :	JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
PROYECTO :	PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
UBICACIÓN :	URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.
FECHA :	10/05/2021.

<b>DATOS GENERALES</b>					
CALICATA:	C-01	MUESTRA :	M-1	ESTADO DE LA MUESTRA :	ALTERADA <input type="checkbox"/> REMOLDEADA <input type="checkbox"/>
CLASIFICACION SUCS :	SM	FECHA DE EXTRACION:	08/05/21		
PROFUNDIDAD :	2.5 m	FECHA DE ENSAYO :	10/05/2021.		

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO Nº 01		ENSAYO Nº 02		ENSAYO Nº 03	
1 Esfuerzo Normal	0.5	Kg/cm <sup>2</sup>	1.0	Kg/cm <sup>2</sup>	1.5	Kg/cm <sup>2</sup>
2 Número del tallador	1		2		1	
3 Peso del tallador	69.14	g.	70.42	g.	69.14	g.
4 Lado o Diametro del tallador	4.98	cm	4.99	cm	4.98	cm
5 Altura del tallador (muestra de ensayo)	1.98	cm	1.98	cm	1.98	cm
6 Área del tallador	19.48	cm <sup>2</sup>	19.56	cm <sup>2</sup>	19.48	cm <sup>2</sup>
7 Volumen del tallador	38.57	cm <sup>3</sup>	38.73	cm <sup>3</sup>	38.57	cm <sup>3</sup>
8 Peso del tallador + muestra hum. Natural	141.45	g.	142.55	g.	140.88	g.
9 Número de Tara	1		2		3	
10 Peso de tara + muestra saturada	95.98	g.	99.89	g.	100.07	g.
11 Peso de tara + muestra seca	84.15	g.	85.05	g.	85.47	g.
12 Peso de la tara	24.52	g.	24.52	g.	24.52	g.
13 Gravedad de sólidos	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>
14 Relación de Vacíos	0.69	%	0.67	%	0.65	%
15 Grado de Saturación	<b>80.65</b>	%	<b>74.67</b>	%	<b>70.90</b>	%
16 Contenido de humedad Natural	21.27	%	19.17	%	17.70	%
17 Contenido de humedad Saturado	19.84	%	24.52	%	23.96	%
18 Peso volumétrico humedo	1.875		1.862		1.860	
19 Peso volumétrico seco	1.546	g/cm <sup>3</sup>	1.563	g/cm <sup>3</sup>	1.580	g/cm <sup>3</sup>

ENSAYO Nº 01					ENSAYO Nº 02					ENSAYO Nº 03				
Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2	Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2	Dial Horiz. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2
0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.7	0.6	0.10	0.032	0.05	3.3	1.5	0.10	0.075	0.05	9.2	3.36	0.10	0.172
0.10	1.3	0.8	0.20	0.042	0.10	9.1	3.3	0.20	0.171	0.10	14.6	5.09	0.20	0.261
0.17	2.1	1.1	0.35	0.055	0.17	10.3	3.7	0.35	0.191	0.17	17.4	5.99	0.35	0.308
0.25	2.6	1.2	0.50	0.063	0.25	12.4	4.4	0.50	0.225	0.25	18.2	6.25	0.50	0.321
0.37	3.1	1.4	0.75	0.072	0.37	14.5	5.1	0.75	0.259	0.37	22.1	7.51	0.75	0.386
0.50	3.7	1.6	1.00	0.082	0.50	16.6	5.7	1.00	0.294	0.50	22.5	7.62	1.00	0.391
0.62	4.1	1.7	1.25	0.088	0.62	18.6	6.4	1.25	0.328	0.62	24.8	8.38	1.25	0.430
0.75	4.7	1.9	1.50	0.098	0.75	20.7	7.1	1.50	0.362	0.75	26.7	9.00	1.50	0.462
0.87	5.5	2.2	1.75	0.111	0.87	21.1	7.2	1.75	0.369	0.87	28.7	9.61	1.75	0.493
1.00	6.3	2.4	2.00	0.124	1.00	22.4	7.6	2.00	0.390	1.00	28.4	9.53	2.00	0.489
1.25	7.2	2.7	2.50	0.139	1.25	23.4	7.9	2.50	0.407	1.25	29.7	9.95	2.50	0.511
1.49	7.8	2.9	3.00	0.149	1.50	24.3	8.2	3.00	0.421	1.49	31.4	10.51	3.00	0.539
1.74	8.2	3.0	3.50	0.156	1.75	25.1	8.5	3.50	0.435	1.74	32.9	10.97	3.50	0.563
1.99	8.7	3.2	4.00	0.164	2.00	25.9	8.7	4.00	0.449	1.99	34.4	11.46	4.00	0.588
2.24	10.2	3.7	4.50	0.189	2.25	26.1	8.8	4.50	0.451	2.24	35.9	11.95	4.50	0.613
2.49	10.8	3.9	5.00	0.199	2.50	26.8	9.0	5.00	0.463	2.49	37.4	12.44	5.00	0.638
2.74	11.5	4.1	5.50	0.210	2.74	27.6	9.3	5.50	0.476	2.74	39.0	12.93	5.50	0.664
2.99	11.8	4.2	6.00	0.215	2.99	28.3	9.5	6.00	0.488	2.99	40.5	13.41	6.00	0.689
3.24	12.7	4.5	6.50	0.230	3.24	29.1	9.7	6.50	0.500	3.24	42.0	13.90	6.50	0.714
3.49	13.9	4.9	7.00	0.250	3.49	29.8	10.0	7.00	0.513	3.49	43.5	14.39	7.00	0.739
3.74	15.4	5.4	7.50	0.275	3.74	30.6	10.2	7.50	0.525	3.74	45.0	14.88	7.50	0.764
3.98	16.4	5.7	8.00	0.291	3.99	31.8	10.6	8.00	0.545	3.98	46.6	15.37	8.00	0.789
4.23	17.6	6.1	8.50	0.311	4.24	32.6	10.9	8.50	0.558	4.23	49.7	16.38	8.50	0.841
4.48	18.2	6.3	9.00	0.321	4.49	32.7	10.9	9.00	0.560	4.48	51.4	16.92	9.00	0.869
4.73	19.1	6.5	9.50	0.336	4.74	33.1	11.0	9.50	0.567	4.73	54.3	17.84	9.50	0.916
4.98	20.2	6.9	10.00	0.354	4.99	34.8	11.6	10.00	0.595	4.98	58.2	19.10	10.00	0.981
5.48	20.7	7.1	11.00	0.362	5.49	36.6	12.2	11.00	0.624	5.48	61.1	20.04	11.00	1.029
5.98	20.8	7.1	12.00	0.364	5.99	37.8	12.6	12.00	0.644	5.98	64.2	21.04	12.00	1.080

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :





EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE

CODIGO: EMS-CIM-072-21

LABORATORIO

REVISION: 00

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PAGINA : 2 de 3

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**NTP 339.171 - ASTM D3080**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

**DATOS GENERALES**

CALICATA: C-01 MUESTRA : M-1 ESTADO DE LA MUESTRA : ALTERADA  REMOLDEADA

CLASIFICACION SUCS : SM FECHA DE EXTRACION: 08/05/21

PROFUNDIDAD : 2.5 m FECHA DE ENSAYO : 10/05/21

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

DIÁMETRO (cm.)	4.98	4.99	4.98
ALTURA (cm.)	1.98	1.98	1.98
DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	1.87	1.86	1.27
ÁREA (cm2)	24.80	24.90	24.80
VOLUMEN (cm3)	49.10	49.30	49.10
PESO (gr.)	92.06	91.82	62.36
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.55	1.56	1.58

**DATOS DE CORTE**

ESPECIMEN	N° 1	N° 2	N° 3
SOBRE CARGA (gr.) PESO DE MUESTRA (gr.) CARGA ADICIONADA (kg.)	303.50	303.50	303.50
RELACIÓN DE CARGA	0.50	1.00	1.50
CARGA NORMAL TOTAL (kg.)	12.70	25.20	37.50
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	0.25	0.25	0.25
ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0.5	1.0	1.5

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.032	0.063	0.10	0.075	0.074	0.10	0.172	0.114
0.20	0.042	0.082	0.20	0.171	0.169	0.20	0.261	0.173
0.35	0.055	0.108	0.35	0.191	0.189	0.35	0.308	0.203
0.50	0.063	0.124	0.50	0.225	0.222	0.50	0.321	0.212
0.75	0.072	0.140	0.75	0.259	0.256	0.75	0.386	0.255
1.00	0.082	0.159	1.00	0.294	0.290	1.00	0.391	0.259
1.25	0.088	0.172	1.25	0.328	0.324	1.25	0.430	0.285
1.50	0.098	0.191	1.50	0.362	0.358	1.50	0.462	0.305
1.75	0.111	0.217	1.75	0.369	0.364	1.75	0.493	0.326
2.00	0.124	0.243	2.00	0.390	0.385	2.00	0.489	0.323
2.50	0.139	0.272	2.50	0.407	0.402	2.50	0.511	0.338
3.00	0.149	0.291	3.00	0.421	0.416	3.00	0.539	0.357
3.50	0.156	0.304	3.50	0.435	0.429	3.50	0.563	0.372
4.00	0.164	0.320	4.00	0.449	0.443	4.00	0.588	0.389
4.50	0.189	0.369	4.50	0.451	0.446	4.50	0.613	0.406
5.00	0.199	0.388	5.00	0.463	0.457	5.00	0.638	0.422
5.50	0.210	0.411	5.50	0.476	0.470	5.50	0.664	0.439
6.00	0.215	0.420	6.00	0.488	0.482	6.00	0.689	0.455
6.50	0.230	0.449	6.50	0.500	0.494	6.50	0.714	0.472
7.00	0.250	0.488	7.00	0.513	0.507	7.00	0.739	0.489
7.50	0.275	0.536	7.50	0.525	0.519	7.50	0.764	0.505
8.00	0.291	0.568	8.00	0.545	0.539	8.00	0.789	0.522
8.50	0.311	0.607	8.50	0.558	0.552	8.50	0.841	0.556
9.00	0.321	0.626	9.00	0.560	0.553	9.00	0.869	0.574
9.50	0.336	0.655	9.50	0.567	0.560	9.50	0.916	0.606
10.00	0.354	0.691	10.00	0.595	0.588	10.00	0.981	0.648
11.00	0.362	0.707	11.00	0.624	0.617	11.00	1.029	0.680
12.00	0.364	0.710	12.00	0.644	0.637	12.00	1.080	0.714

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

**NTP 339.171 - ASTM D3080**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

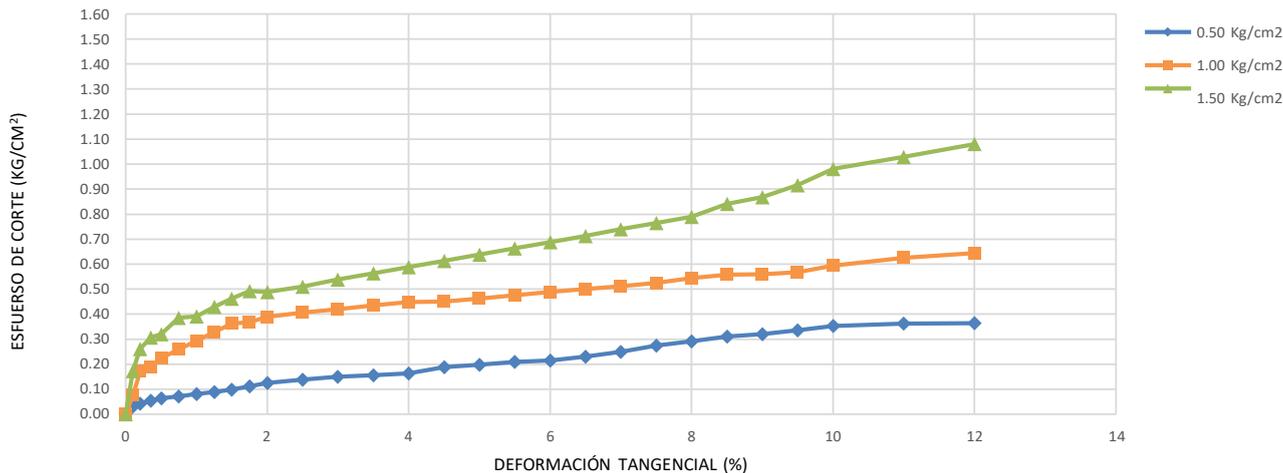
PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

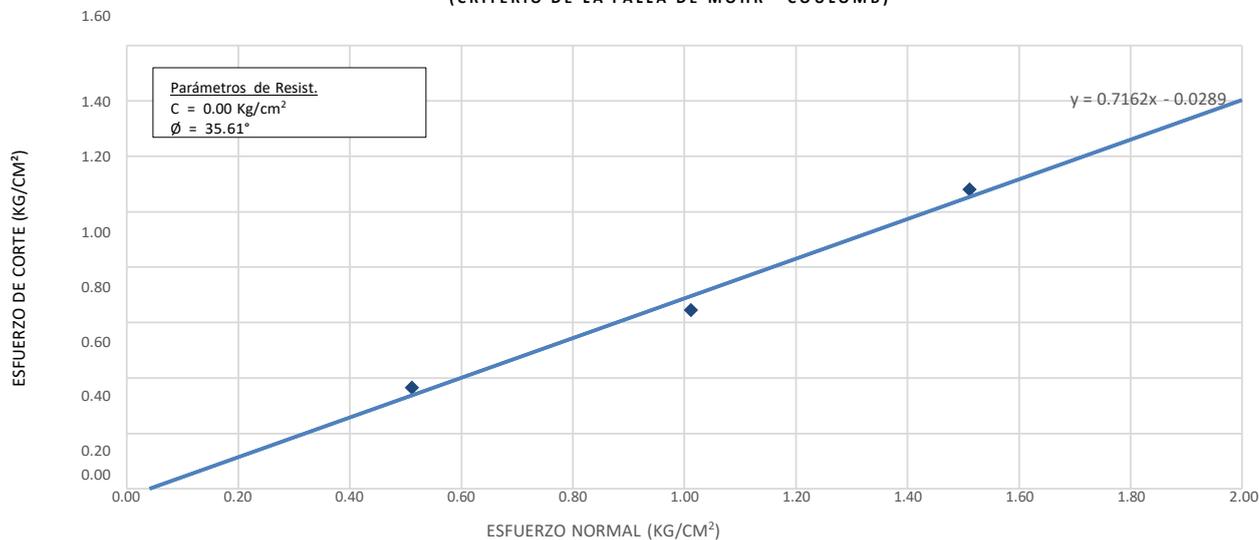
FECHA : 10/05/2021.

**GRAFICO DE CORTE DIRECTO**

**CURVA DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL  
(CRITERIO DE LA FALLA DE MOHR - COULOMB)**



ESPECIMEN N°	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO RESIDUAL
1	0.51	0.36	0.36
2	1.01	0.64	0.64
3	1.51	1.08	1.08

RESULTADOS	
C	0.000
Φ	35.61

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR: \_\_\_\_\_ REVISADO POR: \_\_\_\_\_ APROBADO POR: \_\_\_\_\_

FECHA :	FECHA :	FECHA :



EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE

CODIGO: EMS-CIM-072-21

LABORATORIO

REVISION: 00

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PAGINA : 1 de 3

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

### NTP 339.171 - ASTM D3080

SOLICITA :	JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
PROYECTO :	PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
UBICACIÓN :	URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.
FECHA :	10/05/2021.

**DATOS GENERALES**

CALICATA:	C-02	MUESTRA : M-1	ESTADO DE LA MUESTRA :	ALTERADA <input type="checkbox"/>	REMOLDEADA <input type="checkbox"/>
CLASIFICACION SUCS :	SM		FECHA DE EXTRACION:	08/05/21	
PROFUNDIDAD :	2.5 m		FECHA DE ENSAYO :	10/05/21	

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO Nº 01		ENSAYO Nº 02		ENSAYO Nº 03	
1 Esfuerzo Normal	0.5	Kg/cm <sup>2</sup>	1.0	Kg/cm <sup>2</sup>	1.5	Kg/cm <sup>2</sup>
2 Número del tallador	2		3		1	
3 Peso del tallador	70.42	g.	70.88	g.	69.14	g.
4 Lado o Diámetro del tallador	4.99	cm	4.98	cm	4.98	cm
5 Altura del tallador (muestra de ensayo)	1.98	cm	2.01	cm	1.98	cm
6 Area del tallador	19.56	cm <sup>2</sup>	19.48	cm <sup>2</sup>	19.48	cm <sup>2</sup>
7 Volumen del tallador	38.73	cm <sup>3</sup>	39.15	cm <sup>3</sup>	38.57	cm <sup>3</sup>
8 Peso del tallador + muestra hum. Natural	141.45	g.	142.55	g.	140.88	g.
9 Número de Tara	1		2		3	
10 Peso de tara + muestra saturada	97.57	g.	100.09	g.	100.48	g.
11 Peso de tara + muestra seca	84.42	g.	86.30	g.	86.09	g.
12 Peso de la tara	24.52	g.	24.52	g.	24.52	g.
13 Gravedad de sólidos	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>
14 Relación de Vacíos	0.69	%	0.65	%	0.63	%
15 Grado de Saturación	<b>70.52</b>	%	<b>63.86</b>	%	<b>67.87</b>	%
16 Contenido de humedad Natural	18.57	%	16.00	%	16.51	%
17 Contenido de humedad Saturado	21.94	%	22.31	%	23.36	%
18 Peso volumétrico humedo	1.834		1.830		1.860	
19 Peso volumétrico seco	1.547	g/cm <sup>3</sup>	1.578	g/cm <sup>3</sup>	1.596	g/cm <sup>3</sup>

ENSAYO Nº 01					ENSAYO Nº 02					ENSAYO Nº 03				
Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Esfuerzo cortante Kg/cm2	Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Esfuerzo cortante Kg/cm2	Dial Horiz. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Esfuerzo cortante Kg/cm2
0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.9	0.7	0.10	0.035	0.05	2.9	1.3	0.10	0.068	0.05	8.9	3.26	0.10	0.167
0.10	1.9	1.0	0.20	0.052	0.10	6.3	2.4	0.20	0.124	0.10	14.6	5.09	0.20	0.260
0.17	2.7	1.3	0.35	0.065	0.17	8.7	3.2	0.35	0.163	0.17	17.4	5.99	0.35	0.306
0.25	3.1	1.4	0.50	0.071	0.25	9.4	3.4	0.50	0.175	0.25	18.2	6.25	0.50	0.320
0.37	3.3	1.5	0.75	0.075	0.37	10.8	3.9	0.75	0.198	0.37	24.8	8.37	0.75	0.428
0.50	3.7	1.6	1.00	0.081	0.50	11.5	4.1	1.00	0.209	0.50	28.6	9.59	1.00	0.490
0.62	4.1	1.7	1.25	0.088	0.62	13.2	4.6	1.25	0.237	0.62	31.7	10.59	1.25	0.541
0.75	4.9	2.0	1.50	0.101	0.75	15.4	5.4	1.50	0.274	0.75	32.9	10.98	1.50	0.561
0.87	5.2	2.1	1.75	0.106	0.87	17.6	6.1	1.75	0.310	0.87	36.1	12.00	1.75	0.614
1.00	5.6	2.2	2.00	0.112	1.00	19.3	6.6	2.00	0.338	1.00	39.3	13.03	2.00	0.666
1.25	6.7	2.6	2.50	0.131	1.25	21.7	7.4	2.50	0.377	1.25	43.5	14.38	2.50	0.735
1.50	7.8	2.9	3.00	0.149	1.49	25.1	8.5	3.00	0.433	1.49	45.7	15.09	3.00	0.771
1.75	8.2	3.0	3.50	0.155	1.74	26.4	8.9	3.50	0.454	1.74	47.9	15.80	3.50	0.808
2.00	8.7	3.2	4.00	0.163	1.99	29.3	9.8	4.00	0.502	1.99	50.1	16.50	4.00	0.844
2.25	10.2	3.7	4.50	0.188	2.24	30.1	10.1	4.50	0.515	2.24	52.3	17.21	4.50	0.880
2.50	10.8	3.9	5.00	0.198	2.49	32.5	10.8	5.00	0.555	2.49	54.5	17.92	5.00	0.916
2.74	11.5	4.1	5.50	0.209	2.74	33.8	11.3	5.50	0.576	2.74	56.7	18.63	5.50	0.952
2.99	11.8	4.2	6.00	0.214	2.99	34.5	11.5	6.00	0.587	2.99	58.9	19.33	6.00	0.988
3.24	12.7	4.5	6.50	0.229	3.24	36.8	12.2	6.50	0.625	3.24	61.1	20.04	6.50	1.025
3.49	13.9	4.9	7.00	0.249	3.49	37.2	12.4	7.00	0.632	3.49	61.7	20.23	7.00	1.034
3.74	15.4	5.4	7.50	0.274	3.74	39.8	13.2	7.50	0.675	3.74	62.3	20.43	7.50	1.044
3.99	16.4	5.7	8.00	0.290	3.98	40.3	13.4	8.00	0.683	3.98	62.6	20.52	8.00	1.049
4.24	18.6	6.4	8.50	0.326	4.23	40.7	13.5	8.50	0.689	4.23	62.8	20.59	8.50	1.053
4.49	19.2	6.6	9.00	0.336	4.48	41.8	13.8	9.00	0.707	4.48	63.1	20.68	9.00	1.057
4.74	20.1	6.9	9.50	0.351	4.73	42.5	14.1	9.50	0.719	4.73	63.2	20.72	9.50	1.059
4.99	20.6	7.0	10.00	0.359	4.98	43.1	14.3	10.00	0.729	4.98	63.4	20.78	10.00	1.062
5.49	20.8	7.1	11.00	0.362	5.48	43.4	14.4	11.00	0.734	5.48	64.2	21.04	11.00	1.076
5.99	21.3	7.2	12.00	0.371	5.98	43.6	14.4	12.00	0.737	5.98	63.8	20.91	12.00	1.069

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:

FECHA :	FECHA :	FECHA :
---------	---------	---------

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO****NTP 339.171 - ASTM D3080**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021

**DATOS GENERALES**

CALICATA: C-02 MUESTRA : M-1 ESTADO DE LA MUESTRA : ALTERADA  REMOLDEADA

CLASIFICACION SUCS : SM FECHA DE EXTRACION: 08/05/21

PROFUNDIDAD : 2.50 m FECHA DE ENSAYO : 10/05/21

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

DIÁMETRO (cm.)	4.99	4.98	4.98
ALTURA (cm.)	1.98	2.01	1.98
DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	1.83	1.83	1.27
ÁREA (cm2)	24.90	24.80	24.80
VOLUMEN (cm3)	49.30	49.85	49.10
PESO (gr.)	90.42	91.24	62.36
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.55	1.58	1.60

**DATOS DE CORTE**

ESPECIMEN	N° 1	N° 2	N° 3
SOBRE CARGA (gr.) PESO DE MUESTRA (gr.) CARGA ADICIONADA (kg.)	303.50 90.42 12.45	303.50 91.24 24.80	303.50 62.36 37.20
RELACIÓN DE CARGA	0.50	1.00	1.50
CARGA NORMAL TOTAL (kg.)	12.75	25.10	37.50
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	0.25	0.25	0.25
ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0.5	1.0	1.5

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.035	0.069	0.10	0.068	0.067	0.10	0.167	0.110
0.20	0.052	0.101	0.20	0.124	0.122	0.20	0.260	0.172
0.35	0.065	0.127	0.35	0.163	0.161	0.35	0.306	0.203
0.50	0.071	0.139	0.50	0.175	0.173	0.50	0.320	0.211
0.75	0.075	0.146	0.75	0.198	0.196	0.75	0.428	0.283
1.00	0.081	0.159	1.00	0.209	0.207	1.00	0.490	0.324
1.25	0.088	0.171	1.25	0.237	0.235	1.25	0.541	0.358
1.50	0.101	0.197	1.50	0.274	0.270	1.50	0.561	0.371
1.75	0.106	0.207	1.75	0.310	0.306	1.75	0.614	0.406
2.00	0.112	0.220	2.00	0.338	0.334	2.00	0.666	0.441
2.50	0.131	0.255	2.50	0.377	0.373	2.50	0.735	0.486
3.00	0.149	0.290	3.00	0.433	0.428	3.00	0.771	0.510
3.50	0.155	0.303	3.50	0.454	0.449	3.50	0.808	0.534
4.00	0.163	0.319	4.00	0.502	0.496	4.00	0.844	0.558
4.50	0.188	0.367	4.50	0.515	0.509	4.50	0.880	0.582
5.00	0.198	0.386	5.00	0.555	0.548	5.00	0.916	0.606
5.50	0.209	0.409	5.50	0.576	0.569	5.50	0.952	0.630
6.00	0.214	0.419	6.00	0.587	0.580	6.00	0.988	0.654
6.50	0.229	0.447	6.50	0.625	0.618	6.50	1.025	0.678
7.00	0.249	0.486	7.00	0.632	0.624	7.00	1.034	0.684
7.50	0.274	0.534	7.50	0.675	0.666	7.50	1.044	0.691
8.00	0.290	0.566	8.00	0.683	0.674	8.00	1.049	0.694
8.50	0.326	0.637	8.50	0.689	0.681	8.50	1.053	0.696
9.00	0.336	0.656	9.00	0.707	0.699	9.00	1.057	0.699
9.50	0.351	0.685	9.50	0.719	0.710	9.50	1.059	0.700
10.00	0.359	0.701	10.00	0.729	0.720	10.00	1.062	0.703
11.00	0.362	0.707	11.00	0.734	0.725	11.00	1.076	0.711
12.00	0.371	0.723	12.00	0.737	0.728	12.00	1.069	0.707

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

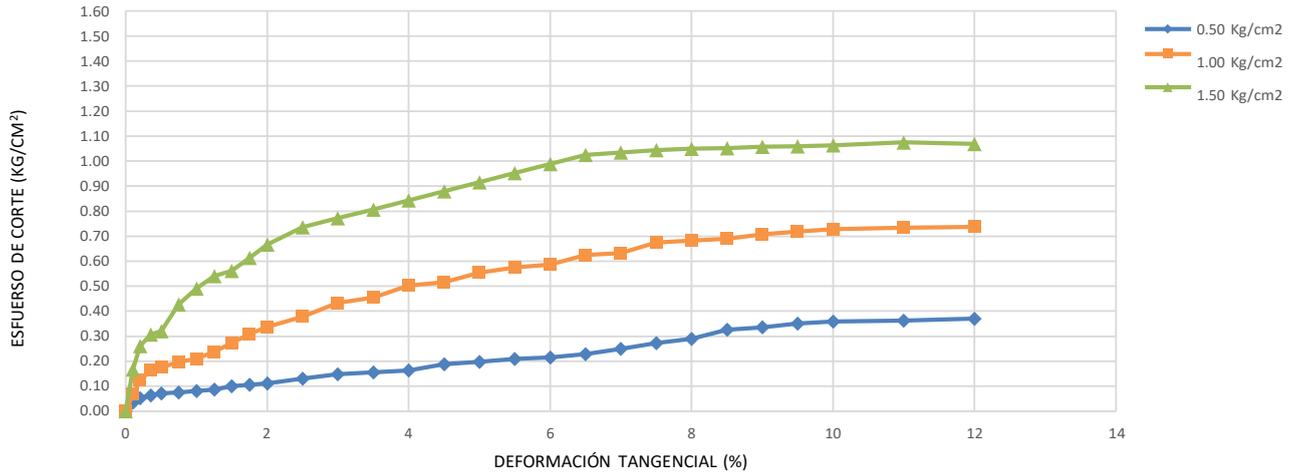
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**NTP 339.171 - ASTM D3080**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

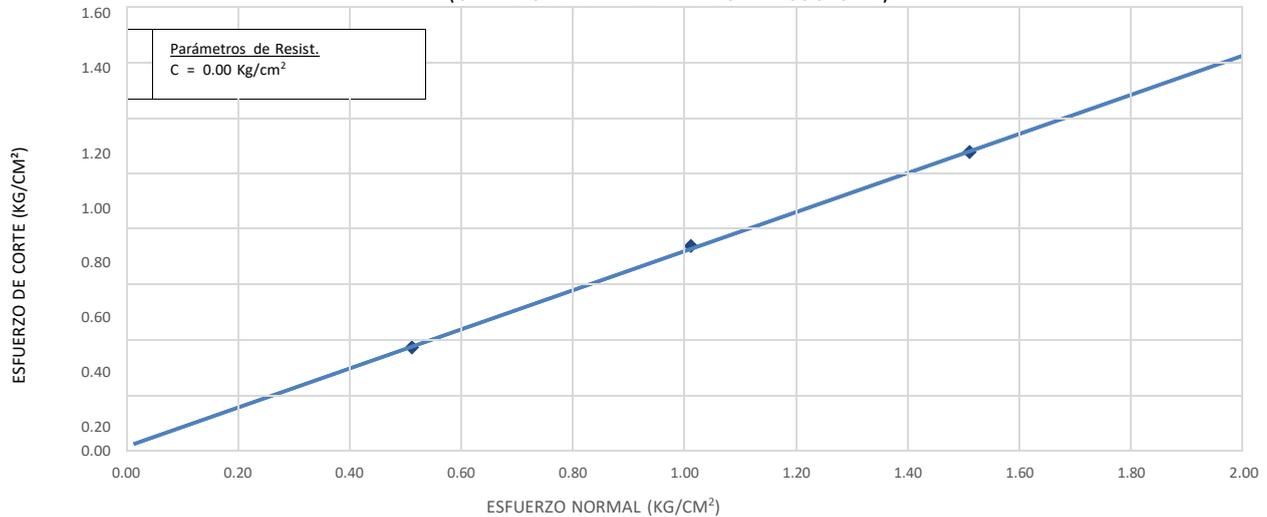
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
FECHA : 10/05/2021.

**GRAFICO DE CORTE DIRECTO**

**CURVA DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL**  
**(CRITERIO DE LA FALLA DE MOHR - COULOMB)**



ESPECIMEN N°	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO RESIDUAL
1	0.51	0.37	0.37
2	1.01	0.74	0.74
3	1.51	1.08	1.07

RESULTADOS	
C	0.000
Φ	35.18

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:

FECHA :	FECHA :	FECHA :
---------	---------	---------

	EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE	CODIGO: EMS-CIM-072-21
	LABORATORIO	REVISION: 00
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO	PAGINA : 1 de 3

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTP 339.171 - ASTM D3080

SOLICITA :	JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO
PROYECTO :	PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO
UBICACIÓN :	URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.
FECHA :	10/05/2021.

<b>DATOS GENERALES</b>					
CALICATA:	C-03	MUESTRA :	M-1	ESTADO DE LA MUESTRA :	ALTERADA <input type="checkbox"/> REMOLDEADA <input type="checkbox"/>
CLASIFICACION SUCS :	SM	FECHA DE EXTRACION:	08/05/21		
PROFUNDIDAD :	2.50 m	FECHA DE ENSAYO :	10/05/21		

NUMERO DE ENSAYO	ENSAYO Nº 01		ENSAYO Nº 02		ENSAYO Nº 03	
1 Esfuerzo Normal	0.5	Kg/cm <sup>2</sup>	1.0	Kg/cm <sup>2</sup>	1.5	Kg/cm <sup>2</sup>
2 Número del tallador	1		2		1	
3 Peso del tallador	69.14	g.	70.42	g.	69.14	g.
4 Lado o Diametro del tallador	4.98	cm	4.99	cm	4.98	cm
5 Altura del tallador (muestra de ensayo)	1.98	cm	1.98	cm	1.98	cm
6 Área del tallador	19.48	cm <sup>2</sup>	19.56	cm <sup>2</sup>	19.48	cm <sup>2</sup>
7 Volumen del tallador	38.57	cm <sup>3</sup>	38.73	cm <sup>3</sup>	38.57	cm <sup>3</sup>
8 Peso del tallador + muestra hum. Natural	141.45	g.	142.55	g.	140.88	g.
9 Número de Tara	1		2		3	
10 Peso de tara + muestra saturada	101.41	g.	103.11	g.	102.02	g.
11 Peso de tara + muestra seca	88.67	g.	89.12	g.	87.82	g.
12 Peso de la tara	24.52	g.	24.52	g.	24.52	g.
13 Gravedad de sólidos	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>	2.61	g/cm <sup>3</sup>
14 Relación de Vacíos	0.57	%	0.56	%	0.59	%
15 Grado de Saturación	58.34	%	53.86	%	58.97	%
16 Contenido de humedad Natural	12.73	%	11.65	%	13.34	%
17 Contenido de humedad Saturado	19.86	%	21.66	%	22.45	%
18 Peso volumétrico humedo	1.875		1.862		1.860	
19 Peso volumétrico seco	1.663	g/cm <sup>3</sup>	1.668	g/cm <sup>3</sup>	1.641	g/cm <sup>3</sup>

ENSAYO Nº 01					ENSAYO Nº 02					ENSAYO Nº 03				
Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2	Dial Deforma. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2	Dial Horiz. mm.	Dial Corte in.	Fuerza cortante Kg.	% Deforma. mm.	Estuerzo cortante Kg/cm2
0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
0.05	1.2	0.8	0.10	0.040	0.05	3.3	1.5	0.10	0.075	0.05	8.7	3.20	0.10	0.164
0.10	2.2	1.1	0.20	0.057	0.10	7.2	2.7	0.20	0.139	0.10	11.4	4.06	0.20	0.209
0.17	2.8	1.3	0.35	0.067	0.17	8.5	3.1	0.35	0.161	0.17	14.7	5.13	0.35	0.263
0.25	3.1	1.4	0.50	0.072	0.25	9.6	3.5	0.50	0.179	0.25	18.0	6.19	0.50	0.318
0.37	3.5	1.5	0.75	0.078	0.37	11.5	4.1	0.75	0.210	0.37	21.3	7.25	0.75	0.372
0.50	3.8	1.6	1.00	0.083	0.50	12.6	4.5	1.00	0.228	0.50	24.6	8.31	1.00	0.426
0.62	4.3	1.8	1.25	0.091	0.62	14.2	5.0	1.25	0.255	0.62	27.9	9.37	1.25	0.481
0.75	4.6	1.9	1.50	0.097	0.75	15.8	5.5	1.50	0.281	0.75	29.4	9.85	1.50	0.506
0.87	5.0	2.0	1.75	0.104	0.87	18.7	6.4	1.75	0.329	0.87	33.4	11.14	1.75	0.572
1.00	5.4	2.1	2.00	0.110	1.00	20.7	7.1	2.00	0.362	1.00	35.8	11.91	2.00	0.611
1.25	6.2	2.4	2.50	0.123	1.25	23.8	8.1	2.50	0.413	1.25	38.2	12.68	2.50	0.651
1.49	7.3	2.7	3.00	0.141	1.50	25.8	8.7	3.00	0.446	1.49	40.6	13.45	3.00	0.691
1.74	8.6	3.2	3.50	0.162	1.75	27.3	9.2	3.50	0.471	1.74	43.0	14.22	3.50	0.730
1.99	8.9	3.3	4.00	0.167	2.00	29.7	9.9	4.00	0.511	1.99	45.4	14.99	4.00	0.770
2.24	9.4	3.4	4.50	0.176	2.25	30.6	10.2	4.50	0.525	2.24	47.5	15.67	4.50	0.804
2.49	10.6	3.8	5.00	0.195	2.50	32.1	10.7	5.00	0.550	2.49	49.6	16.34	5.00	0.839
2.74	11.2	4.0	5.50	0.205	2.74	34.2	11.4	5.50	0.585	2.74	51.7	17.02	5.50	0.874
2.99	12.1	4.3	6.00	0.220	2.99	35.6	11.8	6.00	0.608	2.99	53.8	17.69	6.00	0.908
3.24	13.2	4.6	6.50	0.238	3.24	36.2	12.0	6.50	0.618	3.24	57.4	18.85	6.50	0.968
3.49	14.6	5.1	7.00	0.261	3.49	38.2	12.7	7.00	0.651	3.49	58.6	19.24	7.00	0.988
3.74	15.2	5.3	7.50	0.271	3.74	40.3	13.4	7.50	0.686	3.74	60.8	19.94	7.50	1.024
3.98	16.7	5.8	8.00	0.296	3.99	41.8	13.8	8.00	0.710	3.98	62.7	20.56	8.00	1.055
4.23	17.4	6.0	8.50	0.308	4.24	42.1	13.9	8.50	0.715	4.23	63.2	20.72	8.50	1.063
4.48	18.6	6.4	9.00	0.327	4.49	42.6	14.1	9.00	0.724	4.48	64.2	21.04	9.00	1.080
4.73	19.7	6.7	9.50	0.346	4.74	43.2	14.3	9.50	0.733	4.73	64.8	21.23	9.50	1.090
4.98	20.4	7.0	10.00	0.357	4.99	43.5	14.4	10.00	0.738	4.98	64.8	21.39	10.00	1.098
5.48	20.8	7.1	11.00	0.364	5.49	43.6	14.4	11.00	0.740	5.48	65.2	21.40	11.00	1.099
5.98	21.4	7.3	12.00	0.374	5.99	43.5	14.4	12.00	0.738	5.98	65.8	21.33	12.00	1.095

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:

FECHA :	FECHA :	FECHA :
---------	---------	---------



EMSGEO S.A.C. ENSAYOS DE

CODIGO: EMS-CIM-072-21

LABORATORIO

REVISION: 00

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

PAGINA : 2 de 3

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO****NTP 339.171 - ASTM D3080**

SOLICITA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO

PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

**DATOS GENERALES**

CALICATA: C-03 MUESTRA : M-1 ESTADO DE LA MUESTRA : ALTERADA  REMOLDEADA

CLASIFICACION SUCS : SM FECHA DE EXTRACION: 08/05/21

PROFUNDIDAD : 2.50 m FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021.

**CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA**

DIÁMETRO (cm.)	4.98	4.99	4.98
ALTURA (cm.)	1.98	1.98	1.98
DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	1.87	1.86	1.27
ÁREA (cm2)	24.80	24.90	24.80
VOLUMEN (cm3)	49.10	49.30	49.10
PESO (gr.)	92.06	91.82	62.36
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.66	1.67	1.64

**DATOS DE CORTE**

ESPECIMEN	N° 1	N° 2	N° 3
SOBRE CARGA (gr.) PESO	303.50	303.50	303.50
DE MUESTRA (gr.) CARGA	92.06	91.82	62.36
ADICIONADA (kg.)	12.40	24.90	37.20
RELACIÓN DE CARGA	0.50	1.00	1.50
CARGA NORMAL TOTAL (kg.)	12.70	25.20	37.50
VELOCIDAD DE CARGA (mm/min)	0.25	0.25	0.25
ESFUERZO NORMAL (kg/cm2)	0.5	1.0	1.5

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )	DEFORMACIÓN TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (Kg/Cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZADO (Kg/Cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.040	0.079	0.10	0.075	0.074	0.10	0.164	0.109
0.20	0.057	0.111	0.20	0.139	0.138	0.20	0.209	0.138
0.35	0.067	0.130	0.35	0.161	0.159	0.35	0.263	0.174
0.50	0.072	0.140	0.50	0.179	0.177	0.50	0.318	0.210
0.75	0.078	0.153	0.75	0.210	0.208	0.75	0.372	0.246
1.00	0.083	0.163	1.00	0.228	0.226	1.00	0.426	0.282
1.25	0.091	0.177	1.25	0.255	0.252	1.25	0.481	0.318
1.50	0.097	0.190	1.50	0.281	0.278	1.50	0.506	0.334
1.75	0.104	0.202	1.75	0.329	0.325	1.75	0.572	0.378
2.00	0.110	0.215	2.00	0.362	0.358	2.00	0.611	0.404
2.50	0.123	0.240	2.50	0.413	0.408	2.50	0.651	0.430
3.00	0.141	0.275	3.00	0.446	0.441	3.00	0.691	0.457
3.50	0.162	0.317	3.50	0.471	0.465	3.50	0.730	0.483
4.00	0.167	0.327	4.00	0.511	0.504	4.00	0.770	0.509
4.50	0.176	0.343	4.50	0.525	0.519	4.50	0.804	0.532
5.00	0.195	0.382	5.00	0.550	0.544	5.00	0.839	0.555
5.50	0.205	0.401	5.50	0.585	0.578	5.50	0.874	0.578
6.00	0.220	0.430	6.00	0.608	0.601	6.00	0.908	0.601
6.50	0.238	0.465	6.50	0.618	0.610	6.50	0.968	0.640
7.00	0.261	0.510	7.00	0.651	0.643	7.00	0.988	0.653
7.50	0.271	0.530	7.50	0.686	0.677	7.50	1.024	0.677
8.00	0.296	0.578	8.00	0.710	0.702	8.00	1.055	0.698
8.50	0.308	0.601	8.50	0.715	0.707	8.50	1.063	0.703
9.00	0.327	0.639	9.00	0.724	0.715	9.00	1.080	0.714
9.50	0.346	0.675	9.50	0.733	0.725	9.50	1.090	0.721
10.00	0.357	0.697	10.00	0.738	0.729	10.00	1.098	0.726
11.00	0.364	0.710	11.00	0.740	0.731	11.00	1.099	0.726
12.00	0.374	0.729	12.00	0.738	0.729	12.00	1.095	0.724

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

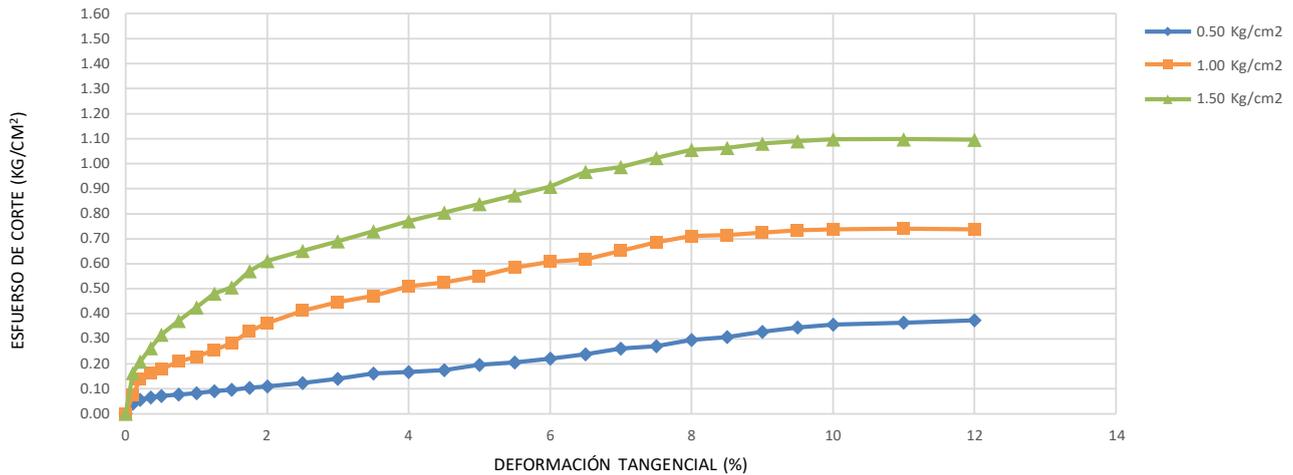
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**NTP 339.171 - ASTM D3080**

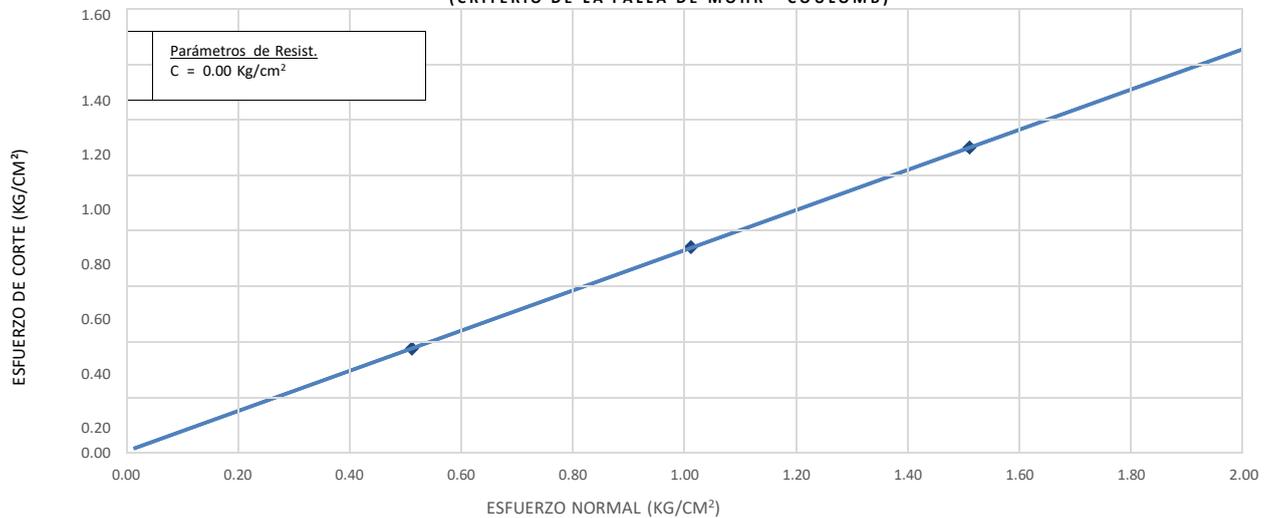
SOLICITA : HOANNA EMA GINÉS OTÁROLA, FABIOLA TOLEDO FERNÁNDEZ.  
PROYECTO : CREACIÓN DE LOS SERVICIOS MUNICIPALES FUNERARIOS BAQUÍJANO EN EL SECTOR 36 DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
FECHA : 10/05/2021.

**GRAFICO DE CORTE DIRECTO**

**CURVA DE RESISTENCIA**



**ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL**  
(CRITERIO DE LA FALLA DE MOHR - COULOMB)



ESPECIMEN N°	ESFUERZO NORMAL	ESFUERZO CORTANTE	ESFUERZO RESIDUAL
1	0.51	0.37	0.37
2	1.01	0.74	0.74
3	1.51	1.10	1.09

RESULTADOS	
C	0.000
$\Phi$	35.94

**OBSERVACIONES :** Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestro laboratorio.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :





ELABORADO POR: Firma:	REVISADO POR: Firma:	APROBADO POR: Firma:
--------------------------	-------------------------	-------------------------



EMSGEO S.A.C.

CODIGO: EMS-CIM-072-21

ENSAYOS DE LABORATORIO

REVISION: 00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PAGINA : 1 de 1

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

NTP 339.141 - ASTM D1557

EJECUTA : HOANNA EMA GINÉS OTÁROLA, FABIOLA TOLEDO FERNÁNDEZ.

PROYECTO : CREACIÓN DE LOS SERVICIOS MUNICIPALES FUNERARIOS BAQUÍJANO EN EL SECTOR 36 DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.

FECHA : 10/05/2021.

#### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-3

CLASIFIC. SUCS : Arena Limosa (SM)

FECHA DE EXTRACION : 08/05/2021

MUESTRA : M-1

PROCEDENCIA:

FECHA DE ENSAYO : 10/05/2021

PROF. DE MUESTRA: 0.20 - 2.50 m

REFERENCIA :

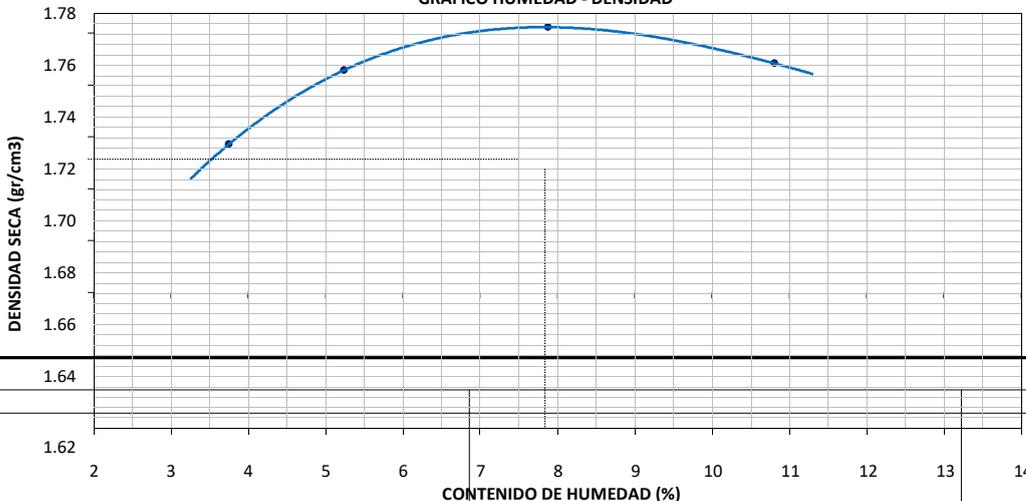
TIPO DE MOLDE	4"	6"		VOLUMEN DEL MOLDE	TEMP° DE SECADO	PESO DEL MOLDE
METODO	A	B	C	2132 CC	110 °C	2985 gr

Peso del suelo Húmedo + Molde (gr)	6694.0	6813.0	6947.0	7020.0
Peso del Molde (gr)	2985.0	2985.0	2985.0	2985.0
Peso del suelo húmedo (gr)	3709.0	3828.0	3962.0	4035.0
Volumen del molde (cm3)	2132.0	2132.0	2132.0	2132.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.740	1.795	1.858	1.893
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.7	5.2	7.9	10.8
Densidad Seca (gr/cm3)	1.677	1.706	1.722	1.708

#### DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Peso del recipiente + Suelo Húmedo (gr)	452.1	409.9	471.4	438.3
Peso del recipiente + Suelo Seco (gr)	437.3	391.5	439.8	399.5
Peso del Agua (gr)	14.8	18.4	31.6	38.8
Peso del Recipiente (gr)	42.5	40.1	38.7	40.6
Peso del Suelo Seco (gr)	394.8	351.4	401.1	358.9
Contenido de Humedad (%)	3.7	5.2	7.9	10.8
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.7	5.2	7.9	10.8

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



#### PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557

MAX. DENSIDAD SECA

1.722 gr/cm3

CONT. DE HUMEDAD OPTIMA

7.83 %

#### CORR. POR SOBRETAMAÑO ASTM D4718

MAX. DENSIDAD SECA

--

CONT. DE HUMEDAD OPTIMA

--

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

FECHA :

FECHA :

FECHA :

ELABORADO POR: Firma:	REVISADO POR: Firma:	APROBADO POR: Firma:
--------------------------	-------------------------	-------------------------



EMSGEO S.A.C.

CODIGO: EMS-CIM-072-21

ENSAYOS DE LABORATORIO

REVISION: 00

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PAGINA: 1 de 1

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**

NTP 339.141 - ASTM D1557

EJECUTA : JONATHAN DANIEL ESPEJO OCAMPO  
 PROYECTO : PROYECTO MULTIFAMILIAR VIVIENDA ESPEJO

UBICACIÓN : URB. 200 MILLAS, CALLE 2-SEGUNDA ETAPA MZ. M LT-25, DISTRITO DE CALLAO - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO.  
 FECHA : 10/05/2021.

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA : C-1  
 MUESTRA : M-1  
 PROF. DE MUESTRA: 0.20 - 2.50 m

CLASIFIC. SUCS : Arena Limosa (SM)  
 PROCEDENCIA:  
 REFERENCIA :

FECHA DE EXTRACION : 08/08/2020  
 FECHA DE ENSAYO : 10/08/2020

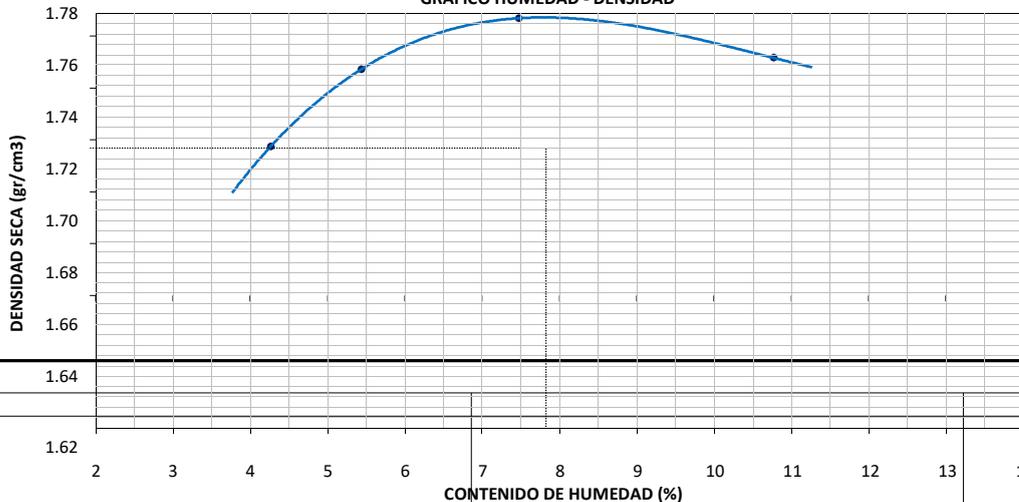
TIPO DE MOLDE	4"	6"		VOLUMEN DEL MOLDE	TEMP° DE SECADO	PESO DEL MOLDE
METODO	A	B	C	2132 CC	110 °C	2985 gr

Peso del suelo Húmedo + Molde (gr)	6714.0	6822.0	6943.0	7028.0
Peso del Molde (gr)	2985.0	2985.0	2985.0	2985.0
Peso del suelo húmedo (gr)	3729.0	3837.0	3958.0	4043.0
Volumen del molde (cm3)	2132.0	2132.0	2132.0	2132.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.749	1.800	1.856	1.896
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.3	5.4	7.5	10.8
Densidad Seca (gr/cm3)	1.677	1.707	1.727	1.712

**DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

Muestra N°	1	2	3	4
Recipiente N°				
Peso del recipiente + Suelo Húmedo (gr)	448.3	424.2	488.8	431.4
Peso del recipiente + Suelo Seco (gr)	431.7	404.4	457.5	393.4
Peso del Agua (gr)	16.6	19.8	31.3	38.0
Peso del Recipiente (gr)	42.5	40.1	38.7	40.6
Peso del Suelo Seco (gr)	389.2	364.3	418.8	352.8
Contenido de Humedad (%)	4.3	5.4	7.5	10.8
Contenido de Humedad Promedio (%)	4.3	5.4	7.5	10.8

**GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD**



**PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557**

MAX. DENSIDAD SECA

1.727 gr/cm3

CONT. DE HUMEDAD OPTIMA

7.82 %

**CORR. POR SOBRETAMAÑO ASTM D4718**

MAX. DENSIDAD SECA

--

CONT. DE HUMEDAD OPTIMA

--

OBSERVACIONES : Las muestras fueran proporcionadas por el Solicitante, hasta nuestros laboratorio.

FECHA : FECHA : FECHA :

ELABORADO POR: Firma:	REVISADO POR: Firma:	APROBADO POR: Firma:
--------------------------	-------------------------	-------------------------

# **ANEXO IV**

## **MEMORIA DE CÁLCULO**



Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :



Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :



Firma:	Firma:	Firma:
FECHA :	FECHA :	FECHA :

# **ANEXO V**

## **PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**

## PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



# **ANEXO VI**

## **PROTOCOLO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO COVID-19**

## PROTOCOLO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO COVID-19

### 1. INTRODUCCIÓN:

El COVID es un nuevo tipo de coronavirus que afecta a los humanos; reportado por primera vez en diciembre del 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China.

La epidemia de COVID-19 se extendió rápidamente, siendo declarada una pandemia por la Organización Mundial de la Salud el 11 de marzo del 2020. Para el día 6 de marzo del 2020 se reportó el primer caso de infección por coronavirus en el Perú. Ante este panorama, se tomaron medidas como la vigilancia epidemiológica que abarca desde la búsqueda de casos sospechosos por contacto, hasta el aislamiento domiciliario de los casos confirmados y procedimientos de laboratorio (serológicos y moleculares) para el diagnóstico de casos COVID-19, manejo clínico de casos positivos y su comunicación para investigación epidemiológica y medidas básicas de prevención y control del contagio de centros hospitalarios y no hospitalarios.

La exposición al virus SARS-CoV2 que produce la enfermedad COVID-19, representa un riesgo biológico por su comportamiento epidémico y alta transmisibilidad. Siendo que los centros laborales constituyen espacios de exposición y contagio, se deben considerar medidas para su vigilancia, prevención y control.

En este marco, EMS S.A.C. establece lineamiento para la vigilancia de la salud de trabajadores propios, contratistas, subcontratistas, poblaciones de áreas de influencia y visitantes para con todas sus actividades, estableciendo criterios generales y específicos durante el periodo de emergencia sanitaria y posterior del mismo.

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente protocolo, es establecer y determinar en forma clara los pasos secuenciales de actuación en caso de tener un caso sospechoso o confirmado de COVID-19 en nuestro equipo de trabajo, y determinar la implementación y seguimiento de las medidas de control en la operación, higiene y cuidado de los trabajadores con el propósito de evitar focos de contagio de COVID-19 y disminuir su propagación en la empresa.

## 3. NORMAS REFERENCIALES

- Ley N° 26842 Ley General de Salud y sus modificatorias.
- Ley N° 28101, Ley de Movilización Nacional y sus modificatorias.
- Ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Y modificatoria.
- Ley N° 26790. Ley de Modernización de la Seguridad Social en Salud.
- Decreto Supremo N° 008-2017-SA, que aprueba el Reglamento de Organización y funciones del Ministerio de Salud y sus modificatorias
- RM 039-2020 MINSA. "Plan Nacional de Preparación y Respuesta frente al riesgo de introducción del Coronavirus 2019-nCoV.
- Decreto Supremo N° 010-2020-TR, que desarrolla disposiciones para el sector privado, sobre el trabajo remoto previsto en el Decreto de Urgencia N° 026-2020, que establece medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del COVID-19.
- Decreto Supremo N° 008-2020-SA, que declara en Emergencia Sanitaria a nivel nacional por el plazo de noventa (90) días calendario y dicta medidas de prevención y control del COVID-19.
- Decreto Supremo N° 024-2016-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y sus modificatorias.

- Decreto Supremo N° 034-2014-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres - PLANAGERD 2014- 2021.
- Decreto Supremo N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y sus modificatorias.
- Decreto de Urgencia N° 026-2020, que establece diversas medidas excepcionales y temporales para prevenir la propagación del CORONAVIRUS (COVID 19) en el territorio nacional
- Resolución Ministerial N° 193-2020-MINSA, que aprueba el Documento Técnico Prevención y Atención de Personas Afectadas por COVID-19 en el Perú.
- Resolución Ministerial N° 040-2020-MINSA, aprueban Protocolo para la Atención de Personas con Sospecha o Infección Confirmada por Coronavirus (2019-nCoV)
- Resolución Ministerial N° 1019-2006-MINSA, que aprueba la NTS N° 053-MINSA- DGE-V.01- Norma Técnica de Salud para la Vigilancia Epidemiología con posterioridad a Desastres (naturales/antrópicos) y otras Emergencias Sanitarias (EPIDES) en el Perú.
- Resolución Ministerial N° 135-2020-MINSA, que aprueba documento denominado: Especificación Técnica para la confección de mascarillas faciales textiles de uso comunitario.
- Resolución Ministerial N° 182-2020, que aprueba el Documento Técnico "Lineamientos que refuerzan el cuidado integral de salud en el primer nivel de atención en el contexto de la pandemia COVID-19"
- Resolución Ministerial 183-2020-MINSA, que aprueba la Directiva Administrativa N° 287-MINSA/2020/DGIESP que regula los procesos, registros y accesos a la información para garantizar el seguimiento integral de los casos sospechosos y confirmados de COVID-19.

- Resolución Ministerial N° 193-2020-MINSA, Aprueban el Documento Técnico: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de personas afectadas por COVID-19 en el Perú y su modificatoria.
- Resolución Ministerial N° 239-2020-MINSA, Aprueban el Documento Técnico “Lineamientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID-19”.
- Instructivo para el Manejo de Residuos generados durante la atención de pacientes con covid-19 en establecimientos de Salud.
- Instructivo para el Uso y Eliminación del Equipo de Protección Personal.
- Instructivo para Prueba rápida para Diagnóstico de COVID-19.
- Instructivo de Reporte, Notificación y Seguimiento de casos por COVID-19.
- Resolución Ministerial N° 128-2020-MINEM/DM, Protocolo Sanitario para la implementación de medidas de prevención y respuesta frente al COVID-19 en las actividades del Subsector Minería, el Subsector Hidrocarburos y el Subsector Electricidad.
- Resolución Ministerial 265-2020 MINSA Modifican el Documento Técnico: “Lineamientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores con riesgo de exposición a COVID-19”
- Resolución Ministerial N° 129-2020-MINEM-DM, Criterio de Focalización Territorial.
- Resolución Ministerial N° 087-2020 VIVIENDA , “PROTOCOLO SANITARIO DEL SECTOR VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO PARA EL INICIO GRADUAL E INCREMENTAL DE LAS ACTIVIDADES EN LA REANUDACIÓN DE ACTIVIDADES”

#### 4. ALCANCE.

El presente documento es aplicable a todo el personal de la empresa EMSGEO S.A.C. contratistas y/o, que participen directa o indirectamente en la ejecución de las actividades del Servicio de Estudios de Suelos

#### 5. DEFINICIONES.

**Aislamiento COVID-19:** Procedimiento por el cual una persona caso sospechoso, reactivo en la prueba rápida o positivo en la prueba PCR para COVID-19, se le restringe el desplazamiento en su vivienda o en hospitalización, por un periodo indefinido, hasta recibir la alta clínica.

**Centro de Trabajo:** Unidad productiva en el que se desarrolla la actividad laboral de una organización con la presencia de trabajadores.

**Caso Confirmado:** Persona con confirmación de infección por COVID-19 sea en una prueba rápida IgM/IgG para COVID-19 en sangre o una prueba molecular en muestras respiratorias.

**Caso Descartado:** Persona que tiene resultado negativo para COVID-19, ya sea por una prueba rápida o por prueba rt-PCR en tiempo real.

**Centro de aislamiento domiciliario:** Lugar distinto a su domicilio donde una persona restringe su desplazamiento por un periodo de 14 días.

**Contacto directo:** Incluye cualquiera de las siguientes situaciones ante un caso confirmado:

- Persona que comparte o compartió el mismo ambiente de un caso confirmado de infección por COVID-19 en una distancia menor a 1.5 metros.

**Control de temperatura:** Proceso de monitoreo de temperatura corporal a través de termómetro infrarrojo o de mercurio.

**Cuarentena:** Procedimiento por el cual a una persona asintomática se le restringe el desplazamiento fuera de su vivienda o alojamiento, por un lapso de 14 días y que se aplica en las siguientes condiciones:

- Contacto de un caso confirmado; a partir del último día de exposición con el caso.
- Personas nacionales o extranjeras que procedan de otro país, contados a partir del ingreso al país.

**COVID 19:** Enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2 de alto grado de contagio.

**Desinfección:** Reducción por medio de sustancias químicas y/o métodos físicos del número de microorganismos presentes en una superficie o en el ambiente, hasta un nivel que no ponga en riesgo la salud.

**Empleador:** Toda persona natural o jurídica, privada o pública que emplea a uno o varios trabajadores

**EPP:** Equipo de Protección Personal. Son dispositivos, materiales e indumentaria personal destinados a cada trabajador para protegerlo de uno o varios riesgos presentes en el trabajo y que puedan amenazar su seguridad y salud. Los EPP son una alternativa temporal y complementaria a las medidas preventivas de carácter colectivo.

**Factores de Riesgo o Comorbilidades:** Características del paciente asociadas a mayor riesgo de complicaciones por COVID-19.

**Grupos de Riesgo:** Conjunto de personas que presentan características individuales asociadas a mayor riesgo de complicaciones por COVID-19. Personas mayores de 60 años y quienes cuenten con comorbilidades: hipertensión arterial, diabetes, enfermedades cardiovasculares, enfermedad pulmonar crónica, cáncer, y otros estados de inmunosupresión

**Limpieza:** Eliminación de suciedad e impurezas de las superficies utilizando agua, jabón, detergente o sustancias químicas.

**Mascarilla quirúrgica:** Equipo de protección para evitar la diseminación de microorganismos normalmente presentes en la boca, nariz o garganta y evitar la contaminación.

**Mascarilla comunitaria:** Equipo de barrera que cubre boca y nariz, para reducir la transmisión de enfermedades.

**Plan para la vigilancia, prevención y control del COVID-19 en el trabajo:** Documento que contiene las medidas que se deberán tomar para la vigilar el riesgo de exposición a COVID-19 en el lugar de trabajo, el cual debe ser aprobado al reinicio de actividades.

**Prueba rápida COVID-19:** Prueba inmunocromatográfica que determina la activación de la respuesta inmune del paciente e indica la presencia de anticuerpos en forma de inmunoglobulinas (IgM e IgG).

**Prueba rt-PCR en tiempo real:** Por sus siglas en inglés de Reacción en cadena de la Polimerasa transcriptasa reversa en tiempo real, es una prueba que permite detectar un fragmento de material genético de un patógeno o microorganismo para el diagnóstico de una enfermedad; utilizada como prueba confirmatoria de COVID-19.

**Profesional de la Salud:** Es el profesional de la Salud del servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo, que cumple la función de gestionar o realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores.

**Protector Respiratorio:** EPP destinado fundamentalmente a proteger al trabajador con muy alto riesgo y alto riesgo de exposición a COVID-19. Se consideran los protectores FFP2 o N95 quirúrgicos.