



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Análisis estructural de un edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua, 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Olivera Guevara, Eduar (ORCID: 0000-0002-9472-5867)

Tuesta Ríos, Carlos (ORCID: 0000-0001-6606-4419)

**ASESOR:**

M(o). De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (ORCID: 0000-0003-0254-301X )

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

CALLAO – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A nuestro Padre Celestial que siempre nos guía y derrama sus bendiciones día a día con la ayuda de su espíritu, también a mi esposa e hija que fueron un soporte emocional para lograr el objetivo con mucho esfuerzo y dedicación, también a mis Padres abuelos que con su esfuerzo me inculcaron los valores éticos en mi educación superior para poder demostrar ante la sociedad que nos rodea.

**Eduar Olivera Guevara**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar un agradecimiento infinito a Dios por permitir lograr el objetivo de formarme como profesional y así poder aportar a la sociedad, también agradecer a mis maestros de la universidad que siempre nos guiaron con sus conocimientos e habilidades, a mi asesor agradecer por su tiempo y dedicación y guía por este trabajo de investigación.

**Eduar Olivera Guevara**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico a Yenncy, mi amada esposa, y a mis queridos hijos Fiorella, Geraldine y Carlos Martín, quienes con su amor y paciencia me han motivado para continuar desarrollándome como profesional. Asimismo, quiero dedicarles este trabajo a todos aquellos que, de una manera u otra, han forjado mi vocación, trabajo y experiencia como Ingeniero Militar y así, licenciarme como Ingeniero Civil.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mis instructores y profesores de la Escuela Militar y de Ingeniería del Ejército que me enseñaron los fundamentos de Ingeniería y a la Universidad por complementarlos. De manera especial, agradecer a nuestro asesor el Ingeniero De La Cruz Vega Sleyther por su apoyo a lo largo de nuestra tesis. por su tiempo y dedicación y guía por este trabajo de investigación.

**Carlos Tuesta Ríos**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>viii</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.- MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
<b>III.- METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación:</b>	<b>19</b>
<b>3.1.1. Tipo de investigación.</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2. Diseño de investigación.</b>	<b>19</b>
<b>3.1.3. Enfoque de investigación.</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Variables y Operacionalización:</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:</b>	<b>21</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b>	<b>21</b>
<b>3.5. Procedimientos:</b>	<b>23</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos:</b>	<b>24</b>
<b>3.7. Aspectos éticos:</b>	<b>24</b>
<b>IV.- RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES</b>	<b>54</b>
<b>VII.- RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>57</b>
<b>ANEXOS 60</b>	

<b>ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (autores)</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores de tipos de Columnas según su ubicación.....	17
<b>Tabla 2:</b> Método para la obtención de datos .....	22
<b>Tabla 3:</b> Resumen del estudio de mecánicas de suelos .....	26
<b>Tabla 4:</b> Cortante en dirección de análisis X-X .....	27
<b>Tabla 5:</b> Cortante en dirección de análisis Y-Y .....	28
<b>Tabla 6:</b> Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso blando – X-X.....	30
<b>Tabla 7:</b> Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso blando – Y-Y.....	31
<b>Tabla 8:</b> Verificación de Irregularidad extrema de rigidez – X-X .....	31
<b>Tabla 9:</b> Verificación de Irregularidad extrema de rigidez – Y-Y .....	32
<b>Tabla 10:</b> Verificación de Irregularidad de masa o peso en dirección X e Y.....	33
<b>Tabla 11:</b> Verificación de Irregularidad Torsional en dirección X-X .....	35
<b>Tabla 12:</b> Verificación de Irregularidad Torsional en dirección Y-Y .....	36
<b>Tabla 13:</b> Verificación de Irregularidad Torsional extrema en dirección X-X .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 14:</b> Verificación de Irregularidad Torsional extrema en dirección Y-Y .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Tabla 15:</b> Parámetros sísmico de la edificación.....	39
<b>Tabla 16:</b> Datos del Espectro de Respuesta del edificio.....	41
<b>Tabla 17:</b> Participación modal de masas y ratios.....	43
<b>Tabla 18:</b> Fuerza cortante mínima: V Estática – V Dinámica.....	43
<b>Tabla 19:</b> Datos Calculados de los parámetros sísmicos Vx .....	44
<b>Tabla 20:</b> Datos Calculados de los parámetros sísmicos Vy .....	45
<b>Tabla 21:</b> Verificación de desplazamientos laterales de entrepiso en la dirección X.	46
<b>Tabla 22:</b> Verificación de desplazamientos laterales de entrepiso en la dirección y .	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama de las etapas de análisis y diseño estructural .....	15
<b>Figura 2:</b> Cortante en las Columnas y muros – X-X.....	27
<b>Figura 3:</b> Cortante en los muros – X-X .....	28
<b>Figura 4:</b> Cortante en los muros – Y-Y .....	29
<b>Figura 5:</b> Cortante en Las columnas y muros – Y-Y .....	29
<b>Figura 6:</b> Resultados de rigideces de pisos del edificio – X-X .....	30
<b>Figura 7:</b> Resultados de rigideces de pisos del edificio – Y-Y .....	31
<b>Figura 8:</b> Resumen de masa por diafragma de pisos en dirección X e Y .....	33
<b>Figura 9:</b> Irregularidad de geometría vertical.....	33
<b>Figura 10:</b> Discontinuidad en los sistemas resistentes .....	34
<b>Figura 11:</b> Desplazamientos máximos promedio de pisos en dirección X-X.....	35
<b>Figura 12:</b> Desplazamientos máximos promedio de pisos en dirección Y-Y.....	
<b>Figura 13:</b> Irregularidad por esquinas entrantes .....	
<b>Figura 14:</b> Parámetros y zonificación sísmica E.030 (2018).....	40
<b>Figura 15:</b> Factor de amplificación sísmica.....	42
<b>Figura 16:</b> Aceleración espectral del edificio.....	42
<b>Figura 17:</b> Datos caso de carga del espectro X-X .....	44
<b>Figura 18:</b> Datos caso de carga del espectro Y-Y .....	45
<b>Figura 19:</b> Resultados de Desplazamientos laterales de entrepiso en dirección X-X .....	46
<b>Figura 20:</b> Resultados de Desplazamientos laterales de entrepiso en dirección X-X .....	47
<b>Figura 21:</b> Presión máxima de 2.01 kg/cm <sup>2</sup> para zapata corrida de 2.25 m .....	48
<b>Figura 22:</b> Presión máxima de 1.598 kg/cm <sup>2</sup> para zapata corrida de 2.70 m .....	48
<b>Figura 23:</b> Presión máxima de 1.312 kg/cm <sup>2</sup> para zapata corrida de 2.70 m .....	49
<b>Figura 24:</b> Presión máxima de 1.713 kg/cm <sup>2</sup> para zapata corrida de 3.10 m .....	49
<b>Figura 25:</b> Presión máxima de 1.776 kg/cm <sup>2</sup> para zapata corrida de 1.85 m .....	50
<b>Figura 26:</b> Ubicación del edificio donde se realizó la investigación.....	64
<b>Figura 27:</b> Vista actual del edificio de investigación.....	65
<b>Figura 28:</b> Vista en planta del primer nivel del edificio .....	66
<b>Figura 29:</b> Vista en planta segundo nivel – Arquitectura.....	67
<b>Figura 30:</b> vista en planta tercer nivel – Arquitectura.....	68

<b>Figura 31:</b> Vista en planta cuarto nivel – Arquitectura .....	69
<b>Figura 32:</b> Vista Elevación principal del edificio .....	70
<b>Figura 33:</b> Vista en planta del edificio el software ETABS .....	71
<b>Figura 34:</b> Vista tridimensional del edificio en el software ETABS.....	71
<b>Figura 35:</b> Dimensiones de zapatas corridas y vigas de cimentación .....	72
<b>Figura 36:</b> Modelamiento de la cimentación en el software SAFE.....	72
<b>Figura 37:</b> Cargas de sismo e X e Y exportadas del software ETABS.....	73
<b>Figura 38:</b> Carga Muerta y Carga Viva exportada del software ETABS.....	73
<b>Figura 40:</b> Presiones del suelo por cargas de sismo en la dirección YY.....	74
<b>Figura 39:</b> Presiones del suelo por cargas de servicio .....	74

## RESUMEN

En este informe de investigación tiene como objetivo Determinar el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021.

La metodología es básica o teórica, con un nivel explicativo, un diseño no experimental y de un enfoque mixto. La población que se estima corresponde a la totalidad a las edificaciones menores de (04) niveles de la Av. Héroes del Cenepa, Bagua y la muestra está considerado también como unidad de análisis, es el edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, el mismo que es representativo en la región, teniendo en cuenta que la población es pequeña  $n= 1$

En este informe que ha sido objeto de investigación se demuestra que el edificio de la municipalidad provincial de Bagua , Amazonas cumple con las exigencias mínimas de la filosofía sismorresistente que estipula la noma E.030 (2018) es decir demuestra que el comportamiento sísmico de la estructura está en condiciones de soportar un sismo y evitar el colapso del mismo, así mismo se demuestra que la estructuración de los elementos verticales como horizontales, cumple con sus secciones para el diseño correspondiente de acuerdo bajo los lineamientos de la norma E.060 Concreto Armado. Los resultados del estudio de mecánica de suelos tal como se detallan en el resumen de la tabla N° 3 de acuerdo a los ensayos de laboratorio, se concluye que del análisis de consistencia relativa se trata de un suelo de relativa resistencia y del análisis del índice de fluidez, se trata de un suelo preconsolidado; sin embargo, es necesario mejorar el suelo dado su baja densidad natural de 1.65 kg/m<sup>3</sup> para diferentes profundidades propia de la condición de Terzaghi donde se obtuvo una capacidad admisible de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>

Palabras clave: Análisis estructural, edificio, concreto armado, sismo, desplazamientos.

## **Abstract**

The objective of this research report is to determine the behavior of the structure of the four-story reinforced concrete building of the provincial municipality of Bagua, 2021.

The methodology is basic or theoretical, with an explanatory level, a non-experimental design and a mixed approach. The estimated population corresponds to all buildings less than (04) levels of Av. Héroes del Cenepa, Bagua and the sample is also considered as a unit of analysis, is the four-level reinforced concrete building of the provincial municipality of Bagua, the same that is representative in the region, taking into account that the population is small  $n= 1$ .

In this report, which has been the subject of research, it is demonstrated that the building of the provincial municipality of Bagua, Amazonas meets the minimum requirements of the seismic-resistant philosophy stipulated by the norma E.030 (2018). In rojee words, it is demonstrated that the seismic behavior of the structure is able to withstand an earthquake and prevent its collapse, likewise it is demonstrated that the structuring of the vertical and horizontal elements that complies with its corresponding design sections according to the guidelines of the E.060 Reinforced Concrete standard. The results of the soil mechanics study as detailed in the summary of table No. 3 according to the laboratory tests, it is concluded from the relative consistency analysis that it is a soil of relative resistance and from the analysis of the fluidity index that it is a preconsolidated soil, however it is necessary to improve the soil given its low natural density of  $1.67 \text{ kg/m}^3$  for different depths, typical of the Terzaghi condition where an admissible capacity of  $0.83 \text{ kg/cm}^2$  was obtained.

**Keywords:** Structural analysis, building, reinforced concrete, earthquake, displacement.

## I.- INTRODUCCIÓN

Freeman (1932) La investigación científica de la mecánica de los edificios antisísmicos comenzó inmediatamente después del terremoto similar de Messina-Reggio, en Italia, el 28 de diciembre de 1908, que cobró la vida de más de 100.000 personas. En un principio, se nombró una fantástica comisión compuesta por nueve ingenieros en activo de gran experiencia y cinco famosos profesores de ingeniería para llevar a cabo la investigación. La comisión recomendó que el segundo piso de un edificio se dice para soportar una fuerza horizontal igual a un octavo del peso del edificio, y que, en el caso de un edificio de tres pisos, se utilizara una fuerza horizontal igual a un octavo del peso del edificio por encima de cada uno de esos pisos.

Rodríguez (2016) Los espectros de aceleración elástica se utilizan a menudo en el diseño sísmico de edificios en México, así como en otros países, con el objetivo de obtener espectros de diseño de desplazamiento elástico. Debido al alto costo de las soluciones estructurales, aunque hayan sido diseñadas para un comportamiento elástico, la práctica general es diseñar estructuras con resistencias más bajas que las elásticas. Como resultado, las revisiones de la demanda y la capacidad de desplazamiento de las estructuras utilizando espectros de diseño no son consideradas adecuadamente por los reglamentos de construcción. Esta investigación demuestra que, aunque estos espectros de diseño se deriven de la aplicación de modelos teóricos específicos, no siempre permiten predecir con exactitud los valores de las aceleraciones y los desplazamientos espectrales que se experimentarían como consecuencia de un gran terremoto durante la vida útil de la estructura. La importancia de considerar las posibles demandas de desplazamiento de los edificios en un sismo no es transmitida al ingeniero por estas normas, y tres sismos sirvieron de base para los experimentos en los siguientes países: Ciudad de México en 1985, Concepción en Chile 2010, y Christchurch en Nueva Zelanda 2011.

Debido a que Perú está situado en una zona sísmica activa conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico, los terremotos se producen regularmente en este país. Por ello, el índice de estructuras y obras de ingeniería civil está influenciado

por la naturaleza. Las edificaciones desarrolladas en el Perú a lo largo del siglo XX no han sido ensayadas bajo circunstancias sísmicas severas, a pesar de que estamos seguros de que responderían adecuadamente a la carga impuesta a las estructuras de hormigón armado.

Por ello, la Norma Técnica Peruana E.030 (2018), titulada "*Diseño Sismorresistente*", proporciona las normas más actualizadas para el diseño sismorresistente, cuya finalidad es: "*crear los criterios mínimos para que las estructuras construidas tengan un comportamiento sísmico de acuerdo a los conceptos descritos en el numeral 3.0 de la norma (Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente)*".

La capacitación en la industria de la construcción está a cargo del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), la Gerencia de Investigación y Normalización (GIN), es la unidad encargada de ejecutar, liderar y promover trabajos de investigación, técnicos y científicos socioeconómicos, así como de cualquier otro tipo, que sean relevantes para los temas de vivienda y construcción. Además, también son responsables de establecer las normas que regulan los avances técnicos en la construcción y el diseño de edificios, para que se difundan y promuevan en todo el país métodos y procesos que aseguren la variedad, calidad y asequibilidad de los bienes más adecuados a las necesidades de nuestra realidad nacional; con el objetivo, de disminuir la vulnerabilidad sísmica del producto autoconstruido, se realizó esta investigación.

CISMID (2019) Lima el 28 de octubre de 1746, alrededor de las 10:30 p.m, fue sacudida por el mayor terremoto del mundo, a pesar de que no existen registros científicos de las crónicas que describan la magnitud de los daños causados por la catástrofe, Beck y Nishenko (1990) especulan que el terremoto tuvo una magnitud de momento de Mw entre 8.5 y 9.0 y Según Llano y Zapata (1748), tuvo una duración de 3-4 minutos.

Según Silgado (1978), sólo 25 de las 3,000 viviendas de Lima, dispersas en 150 manzanas, quedaron en pie como consecuencia del terremoto. Según el recuento

oficial, 1,141 personas perecieron en Lima, que tenía una población de 60,000 habitantes, en la Plaza de Armas se vieron grietas en la tierra, y el epicentro probable, calculado en base a pruebas macrosísmicas anteriores, se situó en el mar al noroeste del Callao, según el USGS.

En la ciudad de Bagua, el efecto sísmico de las viviendas de albañilería y de concreto armado son vulnerables ante un evento sísmico severo, por lo general no solo genera pérdidas materiales sino también humanas, estos no solo dependen por parte de la naturaleza sino también por el tipo de infraestructura; por lo cual, ante un sísmico no podemos evitarlo, porque la población no cuenta con un plan de prevención, seguridad y control, siendo las viviendas autoconstruidas las que se encuentran más expuestas y generan pérdidas económicas. Estos fenómenos ocurren comúnmente en esta ciudad, al momento de construirlas no cuentan con asesoramiento técnico profesional, para que estas estructuras puedan soportar el movimiento y no colapsen ante un evento sísmico.

La realidad problemática de la ciudad de Bagua es que carece de mucha informalidad y con el paso del tiempo ha crecido enormemente. A nivel nacional, como local y en distintas ciudades del Perú, en las edificaciones de albañilería y de concreto armado, son autoconstruidas sin ningún criterio profesional; es decir, empíricamente, ya sea en zonas donde la vulnerabilidad sísmica predomina reiteradas veces sin que tengamos un plan de prevención, seguridad y control donde podamos evitar los riesgos sísmicos y protegerse del colapso de la estructura.

La falta de una adecuada planificación urbanística y de políticas de ordenación ha dado lugar al asentamiento de poblaciones migrantes en zonas de alto riesgo sísmico, sin tener en cuenta el peligro potencial que pueden suponer los terremotos en el futuro; lo que ha provocado, la aparición de terremotos en estas zonas. Además, los edificios se construyen de forma insuficiente, sin ningún tipo de estudio estructural que ayude a mitigar los peligros asociados a la construcción de concreto armado.

Se plantea asegurar, evaluar y analizar el comportamiento de los elementos estructurales de las viviendas informales, ya que en nuestro medio las construcciones se realizan, sin el cumplimiento de los parámetros de la norma técnica peruana, a veces proponiendo y utilizando un criterio empírico a base de experiencia.

Es por ello, en este trabajo de investigación realizamos la formulación del **problema general** ¿Cuál es el comportamiento estructural del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua, 2021? Y por consiguientes se determinó las **preguntas específicas**, ¿De qué manera se verifica el sistema estructural y el factor de reducción fuerzas sísmicas del edificio de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021?, ¿De qué manera se verifica las distorsiones máximas de entrepiso de acuerdo a la norma E.030 (2018) del edificio de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021?, ¿Cómo se obtiene el cortante basal estático – dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones del edificio de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021? Y ¿De qué forma se verifica si las dimensiones de la cimentación si cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del edificio de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021?

Esta investigación como justificación teórica tenemos que, realizaremos a detalle, cada una de las etapas de análisis estructural, cumpliendo con las normas técnicas vigente de nuestro medio, buscando dar soluciones más aproximadas a cada una de las edificaciones de concreto armado, puedan tener la idealización y dar respuestas ante un evento sísmico severo; así mismo, para poder validar los modelos matemáticos empleados en esta investigación.

Como justificación metodológica, en esta tesis tenemos que orientar y dar a conocer los resultados obtenidos, mediante el tipo de investigación propuesto, para que en la sociedad tengan las posibilidades de utilizar esta metodología en futuras investigaciones.

Como justificación social, lo que se pretende en esta investigación es hacer el análisis estructural del edificio de concreto armado en la provincia de Bagua, esto surge debido que tenemos muchas carencias empíricas. La autoconstrucción es popular por diversas razones, entre ellas la económica y la de conveniencia, pero debe considerarse conocimientos de estructuras susceptibles a un terremoto; hasta ahora, la construcción informal en Bagua no ha incluido ningún tipo de asistencia técnica para las estructuras, ni ha garantizado que éstas cumplan con las normas básicas de resistencia sísmica en caso de un evento sísmico.

El objetivo principal de la presente investigación es prevenir las pérdidas humanas y materiales, a la vez que se intenta mejorar la construcción de viviendas de concreto armado mediante propuestas de reforzamiento y poder identificar el comportamiento sísmico, lo que permite a los ingenieros civiles tener en cuenta el grado de daño que puede soportar una estructura en caso de un sismo. También contribuirá en dar alternativas de solución para que estas estructuras cumplan ante un evento sísmico, y puedan ser habitadas con total seguridad, por las personas en dichas instalaciones.

Como justificación económica, esta investigación garantiza que las viviendas de concreto armado sean resistentes, seguras y confiables con un adecuado comportamiento frente un sismo, y que nos brindaría un ahorro económico a los propietarios, porque los costos de reparación serán mínimos.

**El objetivo general es:** “Determinar el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021”. **y los objetivos específicos son:** Verificar el sistema estructural y determinar el factor de reducción de fuerzas sísmicas del edificio de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua, Verificar las distorsiones máximas de entrepiso de acuerdo a la norma E.30 (2018) del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021, Determinar el cortante basal estático – dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones del edificio de niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021, Verificar si las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas

admisibles de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021.

**La hipótesis general**, que se maneja en esta investigación es la siguiente: El análisis estructural efectuado, influye en el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad provincial de Bagua,2021 **y las hipótesis específicas son:** El sistema estructural y el factor de reducción de fuerzas sísmicas influye en el estudio del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021, las distorsiones máximas de entrepiso de acuerdo a la Norma E030 (2018), son fundamentales en el estudio del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021, el cortante basal estático-dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones influye en el comportamiento del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021, y las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.

## II.- MARCO TEORICO

Llano (2015) en su investigación titulada *“Diseño estructural de una edificación de seis pisos, mediante un análisis lineal controlado por derivas inelásticas y una comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica de pushover”* en la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional. Considera en sus objetivos, elaborar un pre diseño de la edificación, con un modelo tridimensional, diseño estructural. La metodología que utilizo es de tipo mixta mediante un análisis no lineal.

Manifiesta en sus conclusiones que, Según los resultados del análisis lineal, el desplazamiento inelástico resultante del análisis lineal equivale a 0,20 metros. Mientras que el valor medio del desplazamiento en el nivel CP (Collapse Prevention) dentro del método de análisis no lineal: Pushover (NSP) de todos los modelos ejecutados es igual a 0,38 m, el valor medio del desplazamiento en el nivel NSP (Método de análisis no lineal: Pushover) es igual a 0,38 m. El análisis lineal ofrece un diseño estructural seguro cuando se evalúa en relación con el NSP, sin embargo, la cantidad de daños en la estructura no puede determinarse hasta que la estructura haya alcanzado su desplazamiento de control, por lo que no es posible una validación del análisis lineal a través del NSP.

Hernández (2012) en su tesina titulado *“Revisión estructural de un edificio de concreto reforzado de 7 niveles construido en la Ciudad de México”*, de la UNAM. Presento como objetivo hacer la revisión del diseño estructural del edificio de concreto, basados en la evaluación técnica y sugerencias mediante los registros topográficos e inspección visual. La metodología que utilizo es de tipo descriptiva y haciendo uso del programa informático ETABS.

Concluyen y recomiendan que, para reducir los desplazamientos del edificio se deben de hacer cambios en la estructura para tener una rigidez lateral mayor agregando contravientos hechos de perfiles de acero estructural. El resultado de haber aumentado la rigidez lateral del edificio produce menos deformaciones y esto, a su vez, menores momentos flexionantes que, con las dimensiones actuales de las columnas, se encuentran dentro de la capacidad de todas las columnas.

A pesar de que, en general, el edificio en estudio, no cumple con muchas de las recomendaciones que hacen las Normas Técnicas Complementarias, durante la inspección del edificio no se encontraron daños que puedan considerarse críticos para la estabilidad. Por otro lado, se deben disminuir las cargas en áreas de archivo para no seguir provocando deformaciones visibles en las losas o hacer las reparaciones pertinentes en las mismas a fin de restituir su rigidez y eliminar la sensación de inseguridad que generan sus deformaciones en los usuarios.

Fuentes (2020) En su tesis, titulada: *“Análisis comparativo estructural y económico entre dos sistemas estructurales en edificios de hormigón armado de mediana altura ubicados en zonas de alto peligro sísmico”*, de la UCSG. Tuvo como objetivo Comparar dos sistemas estructurales resistentes a fuerzas sísmicas como son los pórticos especiales resistentes a momento y la combinación de estos últimos con muros especiales, con el fin de llegar a conclusiones de tipo estructurales y económicas. La metodología es no experimental.

Concluyendo que se basa en los resultados del estudio y el diseño del edificio con marcos especiales resistentes a los momentos y del edificio con un sistema combinado de muros especiales y marcos especiales que he descubierto. Se puede verificar que el segundo caso resultó en un sistema estructural con períodos fundamentales de vibración más cortos y con menores desplazamientos laterales y derivas de entrepiso debido a las fuerzas inducidas por el sismo de diseño. Esto confirma que la adición de muros de corte al edificio tiene una gran ventaja ya que controla ampliamente su rigidez. Una vez realizada la comparación de costos de materiales en ambos casos, se puede confirmar que otra ventaja es la reducción de costos. Los muros, al ser elementos muy rígidos, toman una mayor fracción de las cargas sísmicas, las cuales son las que generalmente gobiernan en el diseño en zonas de alto peligro sísmico (como Guayaquil) en los pisos inferiores de edificios de mediana altura. Esto genera que los demás elementos no estén tan demandados y, por consiguiente, resultan en elementos menos robustos y menos reforzados.

Afuso (2017) en su trabajo "*Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y tres sótanos ubicado en el distrito de Barranco*", de la PUCP, para el grado de Ingeniero Civil. Presentó como objetivo plantea brindarle a la edificación rigidez, teniendo buenos comportamientos frente a sismos.

Llega a la conclusión de que la actual norma E.030 es más severa para las estructuras de forma irregular como resultado de esta constatación.... Aumentando un factor de irregularidad en planta y otro de altura se incrementa la penalización del coeficiente de reducción de la fuerza sísmica "R", según el artículo. Del mismo modo, el resultado del análisis elástico lineal debe multiplicarse simplemente por R para calcular los desplazamientos laterales en estructuras irregulares. En lo que respecta a las estructuras vitales situadas en las zonas 3 y 4, se indica que no se pueden crear edificios irregulares si los edificios cumplen una función crítica, y que se requiere la instalación de aisladores sísmicos para los edificios necesarios situados en las áreas 4 y 3.

Albites (2019) en la tesis "*Análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado para oficinas en Cusco*", de la PUCP; se plantea el objetivo general es estudiar y diseñar un edificio de hormigón armado para su colocación en el distrito de Wanchaq, en Cusco, de acuerdo con las normas previstas en el Reglamento Nacional de Edificación del Perú. Teniendo en cuenta que es una tesis de tipo experimental.

Conclusión: El diseño estructural del edificio considerado es eficiente y se basa en la regularidad y simplicidad del concepto, con una distribución adecuada de las partes estructurales que son lo suficientemente fuertes para soportar las fuerzas gravitacionales y sísmicas.

Además, a pesar de que existe una excentricidad entre el centro de masa y el centro de rigidez, el edificio no experimenta el efecto de torsión evaluado por la Norma E.030 como resultado de la distribución de elementos verticales como placas y columnas en el diseño del edificio.

Sólo en la columna C-01, que es la más cargada del edificio, se utilizó el diseño por capacidad. En el caso de las placas, se aplicó a las placas P-05 y 06, que son placas que forman parte de un ascensor y una escalera, respectivamente.

Asimismo, en el diseño de los pilares y las placas se procuró que la reducción del acero fuera gradual, y los cimientos se modelaron como elementos tridimensionales que formaban sistemas hiperestáticos entre los cimientos y las vigas, lo que permitió analizarlos como un elemento flexible.

Sánchez, Vargas (2018) en su trabajo de investigación "*Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de sus elementos estructurales*" de la UCP; tiene como finalidad, efectuar un diseño y estudio de estructuras de hormigón armado, evaluando las instancias de componentes estructurales con rigidez de secciones fisuradas y no fisuradas para su comparación con estudios sísmicos lineales y no lineales, y siendo una tesis que describe las estructuras de acuerdo a una investigación básica.

En sus conclusiones, afirman que, con base en los análisis estáticos lineales, dinámicos lineales y estáticos no lineales a los que fueron sometidos los edificios, y en relación con los parámetros definidos en los objetivos específicos y evaluados, se encontró que los edificios son estructuralmente sólidos y estructuralmente estables. Según los resultados, hay un aumento del 1% en la proporción de la fuerza constante absorbida por las columnas del edificio de oficinas en comparación con cuando se produce el corte basal. La proporción de fuerza cortante absorbida por las columnas y los muros fluctúa de forma casi equivalente a la determinada por el enfoque del análisis estático (véase la figura). En la dirección X, la variación del refuerzo de acero necesario en las vigas es de hasta un 30,6%, y en la dirección Y, la variación es de hasta un 26,7%. En la dirección Y, el mayor incremento registrado en el desplazamiento de la cubierta es del 39 por ciento para el edificio de oficinas. Además, con la excepción de la norma peruana, todas las normas examinadas tienen en cuenta también consideraciones de reducción de la rigidez.

Análisis estructural es el uso adecuado de las ecuaciones de resistencia de los materiales para determinar las tensiones, deformaciones y fuerzas internas que operan en una estructura resistente, como un edificio, mediante el uso de modelos matemáticos adecuados.

Concreto armado es un método de construcción en el que el hormigón armado o el cemento armado se compone de una mezcla de hormigón y acero de refuerzo, también conocido como hormigón armado. Estos se juntan con el fin de producir las partes estructurales del edificio. Por ejemplo, losas, cimientos, muros, columnas, vigas, etc.

Estudio básico preliminar de edificaciones Se reconocen las necesidades que deben satisfacerse, así como los recursos disponibles. Para ello, es necesario realizar una investigación técnica y desarrollar un programa de evaluación de las necesidades.

Factor de reducción de la resistencia teniendo en cuenta las diferencias en la resistencia del tamaño y los materiales de un elemento, el primer método tiene en cuenta la posibilidad de que la resistencia global del elemento sea inferior al valor esperado. El grado de ductilidad, la fiabilidad necesaria de la pieza cargada y la importancia del elemento dentro de la estructura son factores a tener en cuenta.

Fuerzas sísmicas una vez liberada la energía, las fuerzas laterales son las que actúan en tres direcciones. Las fuerzas laterales, que surgen de la superposición de las fuerzas asociadas a cada modo de vibración, provocan daños en los edificios, y los muros y pilares suelen agrietarse y doblarse como consecuencia de su tendencia a la flexión.

Distorsiones máximas de entrepiso La distorsión o deriva de la entreplanta es un término utilizado para describir el fenómeno de las fuerzas laterales que se producen cuando la diferencia de desplazamientos laterales entre dos plantas sucesivas de un edificio se divide por la altura de la entreplanta.

Cortante basal La fuerza lateral total generada por las fuerzas de inercia en un sistema con  $N$  grados de libertad puede calcularse y distribuirse entre las distintas alturas de la estructura mediante el método de distribución de fuerzas laterales.

Estático-dinámico cuando se utiliza el método dinámico, no hay espacio para la variación, sin embargo, cuando se utiliza el método dinámico, se permiten desviaciones bajo ajustes controlados.

Factor de restricción (factor de escalado de fuerzas) Para cada una de las direcciones que se han tenido en cuenta a lo largo del estudio. Cuando se considera una estructura regular, su fuerza cortante en la base no debe ser inferior al 80% del valor calculado según el artículo 17 de la norma E.030 en el punto (17.3), y no debe ser inferior al 90% cuando se considera una estructura irregular.

Cimentación cuando se trata de una estructura, se denomina sistema estructural al conjunto de componentes estructurales cuya finalidad es conducir al suelo sus elementos o las cargas soportadas en ella, dispersándolas de forma que no superen su presión admisible ni provoquen cargas zonales.

Mecánica de suelos este campo estudia los problemas de las tensiones ejercidas sobre la capa superficial de la tierra utilizando las ciencias naturales y los principios físicos para resolverlos.

comportamiento sísmico un movimiento sísmico se estudia observando las características que se forman durante el movimiento, como los desplazamientos y las fuerzas. Cuando se trata de números numéricos, hay una gran variedad de formas disponibles. Si se construyen adecuadamente mediante el uso de un diseño apropiado que mitigue y regule las consecuencias de estos movimientos, tienen muchas posibilidades de éxito. Dado que el colapso total o parcial del edificio es la causa principal de este tipo de pérdidas, evitan que el impacto sísmico suponga un peligro importante para la vida humana en el futuro. Oviedo y Duque, (2006)

Sistemas estructurales está configurada por elementos resistentes de una estructura que se vinculados mutuamente, transmiten las cargas de la edificación a los apoyos fijos del mismo, garantizan el equilibrio, estabilidad, rigidez de la estructura y sin sufrir deformaciones incompatibles.

Sistema estructural de Pórticos son estructuras que es conformada de elementos estructurales (Columnas, vigas y zapatas) que transmiten los esfuerzos al terreno y La flexión influye en su comportamiento. Se unen entre sí mediante el uso de pilares y vigas, que proporcionan una conexión firme. La construcción de edificios de oficinas o viviendas multifamiliares con acero estructural y hormigón armado es uno de los usos más comunes de este tipo de construcción.

Desplazamientos laterales y derivas es una característica numérica matemática que consiste en la evaluación de los desplazamientos horizontales relativo entre 2 puntos colocados en la misma línea vertical en 2 niveles o pisos seguidos de un edificio sometido a cargas sísmicas. NSR-10 (2010)

Sistema estructural Dual consiste en componentes estructurales de placas y columnas de hormigón armado que están conectadas entre sí y tienen un pórtico espacial resistente al momento sin diagonales, a diferencia de un muro estructural o pórtico que tiene diagonales. Omar Javier (2020)

Vulnerabilidad sísmica de una edificación en el caso de una estructura, es un número que puede utilizarse para evaluar su capacidad de resistencia, su mecanismo de fallo y la gravedad del tipo de daños que sufre en circunstancias sísmicas probables. Omar Javier (2020)

La Ingeniería sismorresistente está basada en el desempeño de la estructura capaces de resistir un evento sísmico de baja intensidad sin la necesidad de colapsar la o afectar la salud del personal ocupante o tener pérdidas económicas, materiales, sismos de mayor intensidad y sismos moderados con daños reparables, sin que produzca el colapso. En estos últimos años, las teorías de la ingeniería estructural ha sido promover los conceptos básicos de la información, desarrollo de métodos de diseño sísmico en el desempeño estructural. Choque & Luque (2019)

En la actualidad, para poder evaluar los esfuerzos que se han concentrado en el desarrollo de métodos de evaluación, análisis, diseños sencillos y fáciles de implementar en las diferentes normativas de cada país que involucran los

conceptos de la ingeniería basada en el desempeño; es esencial, tener una sólida comprensión de las teorías que se han desarrollado.

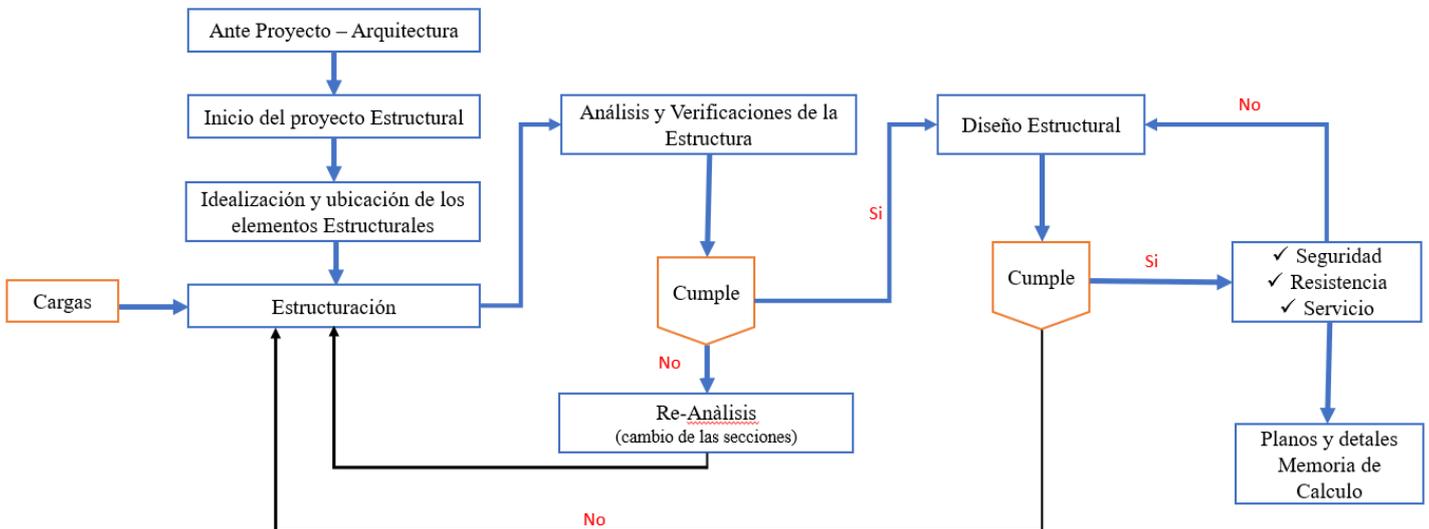
Los criterios vigentes en la mayoría de los códigos y reglamentos sísmicos tienen un objetivo principal: que la estructura tenga un excelente comportamiento inelástico cuando se somete a un terremoto de gran magnitud, esto se determina mediante el uso de análisis de riesgo sísmico, que tienen en cuenta la vida útil de una estructura de 50 años y una probabilidad del 10% de superar esa vida. Han transcurrido aproximadamente 475 años desde que se produjo un terremoto, este suceso, que tiene una posibilidad muy baja de ocurrir durante la vida útil de la estructura, requiere que la misma libere la mayor cantidad de energía posible mientras esté estructuralmente sólida e intacta; dado que la mayoría de las leyes, están destinadas a salvar vidas humanas en caso de un fuerte terremoto. Aguiar (2003)

El comportamiento que mostraría una estructura en función de su capacidad estructural y una determinada demanda sísmica es lo que se conoce como rendimiento sísmico. Para evaluar el comportamiento sísmico es necesario tener en cuenta la condición límite de daño del terremoto, la seguridad de sus residentes como resultado de ese daño y el funcionamiento del edificio después del terremoto.

Por ello, el diseño en base al comportamiento sísmico consiste en la selección de esquemas de evaluación aceptables que permitan dimensionar y detallar los componentes de contenido, no estructurales y estructurales. La selección de los esquemas de evaluación pertinentes es el primer paso del proceso de diseño, la estructura no deberá sufrir daños más allá de unos estados límite específicos cuando esté sometida a una cantidad determinada de movimiento y con distintos niveles de fiabilidad (Bertero, en SEAOC, 1995)

El diseño sísmico en base al desempeño se puede manifestar a las nuevas edificaciones que existen, ya que estas estructuras cuentan con un criterio profesional técnico, para poder determinar cómo se comportaría el edificio ante un

evento sísmico y de esta manera poder verificar y estimar el daño de la estructura. El desempeño de un edificio después de haber sufrido daños no se evalúa según las normas de diseño actuales.



**Figura 1:** Diagrama de las etapas de análisis y diseño estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

La configuración estructural tiene como objetivo ser lo más simple posible sin que este pueda afectar a la arquitectura y que presente simetría en todas sus dimensiones del proyecto.

Por lo general la norma de concreto armado E.060 en la Tabla 9.1 nos menciona que, para el predimensionamiento de losas en una sola dirección, con ambos extremos continuos debería usarse la siguiente expresión matemática  $h_{min} = L/21$ , es decir, que podemos optar por una losa aligerada en una sola dirección, las vigas peraltas se utilizaron en la longitud más corta y se adoptó para un espesor de 20cm.

Para la estructuración de las vigas, columnas y placas, se dispuso del planteamiento definitivo del ante proyecto de arquitectura.

Según Oviedo (2016) nos menciona que para el predimensionamiento de vigas recomienda usar las siguientes expresiones matemáticas:  $h=L_n/\alpha$ .

Donde:

$L_n$ : luz libre en metros para una sección mínima de  $b \geq 0.25m$

$\alpha$ : se considera en base a la sobrecarga, por lo que tenemos

$$\alpha = 9, \text{ de } 600 \leq S/C \leq 750 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 10, \text{ de } 350 \leq S/C \leq 600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 11, \text{ de } 200 \leq S/C \leq 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 12, \text{ de } 200 \leq S/C \text{ kg/cm}^2$$

para las vigas secundarias considera la luz máxima en la dirección más corta:  
 $h = L_n/14$ .

Por otro lado, para el predimensionamiento de columnas Morales (2013) recomienda la siguiente expresión matemática según ensayos en Japón:

$$n = \frac{P}{f'_c b D}$$

Donde:

$n < 1/3$  Falla Dúctil.

$n > 1/3$  Falla frágil por aplastamiento debido a las cargas axiales excesivas.

Las columnas se predimensionan con:  $bD = \frac{P}{n f'_c}$  ...donde:

$f'_c$ = Resistencia del concreto a la compresión

$n$ = Valor que depende del tipo de la columna y se obtiene de la Tabla 01

$P$ = Carga total de soporta la columna (ver tabla 01)

$b$ = La otra cara de la sección de la columna

$D$ = Dimensión de la sección en la dirección de análisis sísmico de la columna

**Tabla 1:** Valores de tipos de Columnas según su ubicación.

<b>Tipo de Elemento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Valores</b>
<b>Tipo C1</b> (Para los primeros pisos)	Columna interior	P = 1.10 P <sub>G</sub> n = 0.30
<b>Tipo C1</b> (Para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	P = 1.10 P <sub>G</sub> n = 0.25
<b>Tipo C2, C3</b>	Columnas Extremas de Pórticos interiores	P = 1.25 P <sub>G</sub> n = 0.25
<b>Tipo C4</b>	Columnas de esquina	P = 1.50 P <sub>G</sub> n = 0.20

**Fuente:** Morales (2013) Pg. 128.

Nota: Los Valores de P y n para el predimensionamiento de columnas, P<sub>G</sub> es el peso total de cargas de gravedad que soporta la columna.

En consecuencia, para el predimensionamiento de muros de corte se considera:

$$A = \frac{V}{0.85 \times 0.53 \sqrt{f'c}}$$

Los muros de corte se consideraron en ambos sentidos con respecto a su plano cartesiano esta condición se dispuso para poder rigidizar la estructura. Así mismo se enfatizó en buscar simetría en su plano, para poder evitar la concentración excesiva de rigidez en eso poder evitar problemas de torsión; en ese sentido se buscó plasmar los parámetros sísmicos de la norma E.030 (2018), con el fin de que se pueda conocer las cargas que soportara el edificio en su vida útil.

El análisis sísmico tiene como objetivo principal de evaluar los resultados obtenidos que se producen a efectos de las fuerzas internas en los elementos estructurales a consecuencia de un sismo severo, es vital de conocer los estudios del terreno, factor de reducción, zona sísmica, tipo de uso, amplificación sísmica y coeficiente de cortante basal, con el propósito de estimar los valores obtenidos y hacer una evaluación con respecto a los parámetros establecidos en la norma E.030 (2018).

El sistema estructural, sirve para evaluar el tipo de análisis estático o dinámico, el análisis estático nos proporciona las fuerzas horizontales que actúan en nivel de la edificación y así mismo obtenemos la verificación del periodo fundamente de cada dirección. Por lo general el análisis sísmico nos permite realizar la comprobación de la cortante basal con el propósito de obtener el tipo de sistema estructural a emplear, la tabla 7 de la norma E-030 (2018) nos menciona la siguiente expresión a emplear:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P_{sismo}$$

El análisis dinámico, nos permite una combinación modal espectral, determinando los modos de vibración para cada una de las direcciones a analizar la fuerza cortante basal y los efectos de torsión. En la norma E.030 (2018) nos proporciona el espectro de análisis mediante la expresión matemática a emplearse:

$$V_{\alpha} = \frac{ZUCS}{R} * g$$

En el sentido más ocurrente también realizamos las verificaciones que nos menciona la norma, con el fin de prepararse para la siguiente etapa de diseño del proyecto estructural, teniendo en cuenta los lineamientos de la norma E.060 de concreto armado, el diseño estructural nos permite adecuar los aceros positivos y negativos en los elementos estructurales; con el fin de poder establecer, una estructura sismo resistente y no pueda colapsar ante sismo severo.

### III.- METODOLOGÍA

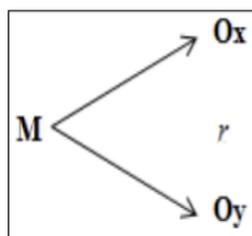
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación:

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

Estudio tipo básico, o también denominada investigación pura, teórica, dogmática o fundamental, es aquella que se caracteriza porque tiene un origen en un marco teórico y que busca expandir los conocimientos con respecto al tema en estudio; en otras palabras, es el tipo más básico que busca obtener información sobre algo o encontrar una solución a un problema presentado. Tener en cuenta que este tipo de investigación sigue un conjunto de pasos que van desde la pregunta de investigación, recopilación de la información; hasta las conclusiones y recomendaciones. (Rodríguez, 2020)

##### 3.1.2. Diseño de investigación.

Investigación no experimental, en la que las variables no se alteran ni se controlan, las opciones del investigador se limitan a observar los hechos en su entorno natural tal y como ocurren o como los perciben otras personas. La información se adquiere inmediatamente y se analiza después (en la oficina). En este tipo de estudio no hay intervenciones directas de los investigadores, por lo que el tema de investigación no se transforma. Se basa en ideas, acontecimientos y situaciones y se lleva a cabo sin su participación. (SurveyMonkey, 2022)



### **3.1.3. Enfoque de investigación.**

Una estrategia de investigación mixta implica la recolección, interpretación e integración de datos procedentes de fuentes de investigación cuantitativas y cualitativas al mismo tiempo. Cuando se necesita una comprensión más profunda del tema de estudio y ésta no puede ser proporcionada por ninguno de los otros enfoques individualmente, se utiliza el enfoque mixto.

Al realizar una investigación mixta, que incluye datos cuantitativos y cualitativos, se puede adquirir una mayor amplitud y profundidad de conocimientos, así como más coherencia y fiabilidad; al mismo tiempo, compensa los defectos inherentes al uso de cada estrategia por separado. (QuestionPro, 2022)

## **3.2. Variables y Operacionalización:**

### **3.2.1. Variable cuantitativa 1**

Análisis estructural, busca determinar de manera sistemática el comportamiento estructural de edificaciones de concreto armado con procedimientos tradicionales y el empleo de los programas informáticos ETABS (estructuras) y SAFE (cimentación), en el edificio de la sede de la Municipalidad Provincial de Bagua.

### **3.2.2. Variable cuantitativa 2**

Comportamiento del edificio de concreto armado, acto y consecuencia del análisis realizado y su incidencia en el desempeño de sus elementos verticales, comprimidos, horizontales, flexionados y rectos.

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:**

#### **3.3.1. Población.**

La población corresponde a la totalidad a las edificaciones menores de (04) niveles de la Av. Héroes del Cenepa, Bagua.

#### **3.3.2. Muestra.**

Considerado también como unidad de análisis, es el edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, el mismo que es representativo en la región, teniendo en cuenta que la población es pequeña  $n= 1$

#### **3.3.3. Muestreo.**

En esta investigación, se ha establecido muestro por conveniencia debido a que el investigador seleccionara la muestreo, según la necesidad.

#### **3.3.4. Unidades de análisis.**

Edificio de la sede central de la municipalidad de Bagua capital – Amazonas.

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

#### **Técnicas**

**Observación participante y/o no participante.** Participante, es la investigación que involucra la interacción entre los investigadores y los sujetos (edificio) observado. Se recogen los datos de manera sistemática.

No participante, se recoge la información de fuera, sin que intervengan para nada los sujetos observados (edificaciones).

**Análisis de contenido**, se interpreta el contenido de documentos, que permite inferir los conocimientos, interpretar y medir las variables; y con ellos, dar sentido a la información. (Espín, 2002)

**Diseño de instrumentos:**

- Recopilación de textos especializados sobre el tema.
- Revisión de conceptos sobre edificaciones de concreto armado.
- Revisión de las Normas técnicas de estructuras del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Análisis con métodos aproximados y empleo de sistemas informáticos de ingeniería.

**Instrumentos de recolección de datos**

**Guía de observación**, instrumento que ayuda al observador a situarse sistemáticamente en el objeto de estudio y medio que permite recolectar y obtener la información de hechos o fenómenos obtenidos en campo.

**Fichas de trabajo**, Es el instrumento que se usa para recabar, registrar, clasificar y manejar los datos necesarios en solucionar un trabajo de investigación.

**Tabla 2:** Método para la obtención de datos.

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Observación participante y/o no participante	Guía de observación
Análisis de contenido	Fichas de trabajo

**Fuente:** Elaboración Propia.

### **3.5. Procedimientos:**

Primero. Se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos los ensayos se realizaron en el laboratorio para determinar las principales características del terreno, con el propósito de estimar el tipo de suelo, lo cual los resultados se mostraron en las fichas técnicas del laboratorio.

Segundo. Se hará una visita a la edificación ubicada en la Av. Héroes del Cenepa N° 289 de la municipalidad provincial de Bagua Capital e iniciar con el proceso de investigación.

Tercero. Se procederá mediante la observación, realizar una recolección y análisis de datos, tales como el estado actual del edificio, si presenta algunos problemas de fisuración, grietas, mal estado de los elementos estructurales y así mismo verificar si cumple el tipo de sistema estructural estipulada en los planos de estructuras como se representan.

Cuarto. Se procederá a realizar una inspección más concisa de todo el edificio para poder tener la información más detallada, así poder realizar el analizar estructural y realizar los cálculos según normativa de edificaciones.

Quinto. Para la información obtenida se realizará una reunión con la autoridad competente y así explicarle toda la información que se obtuvo al momento de inspección del edificio y posteriormente darle alternativas de reforzamiento estructural si es necesario, caso contrario evitar el colapso del edificio.

Sexto. Se realizará trabajo en gabinete, que comprenderá la verificación, del análisis estructural de los datos obtenidos en campo, serán contrastados con la información de las fichas de trabajo, empleando el programa informático ETABS para el análisis del edificio y SAFE para el análisis de cimentaciones del mismo, y con los datos obtenidos se formularán alternativas y recomendaciones para la

prevención del colapso del edificio y no afecten las pérdidas de los materiales y vidas humanas.

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

Descriptivo por que se recopilará información de datos mediante la guía de observación, fichas de trabajos, apuntes; procesando la información, mediante el software ETBAS y SAFE

- Para la determinación de análisis estructural, se utilizará el programa ETBAS.
- Para la determinación del análisis de cimentaciones, se utilizará el programa SAFE
  
- Para realizar el análisis del proceso de verificaciones se usará la norma vigente E.030 (2018), se realizará una evaluación de los valores obtenidos apoyados en el programa ETABS.
- Para la realización de planos mediante el programa de dibujo AutoCAD 2021

### **3.7. Aspectos éticos:**

Los trabajos de investigación realizado por personas, deberán formularse bajo los principios de respeto al ser humano, la búsqueda del bien común y con justicia; así mismo, obtener máximos beneficios y reducir daños y equivocarnos.

De la misma manera la elaboración de una tesis implica que se estas se desarrollen en términos de honestidad, veracidad de los datos a emplear y respetar la propiedad intelectual, otorgándoles los créditos necesarios a quienes desarrollaron otras investigaciones similares, que servirán de fuente para esta investigación.

En la elaboración de este informe de investigación hemos establecido un comportamiento ético, completo y responsable, prometiéndonos tener responsabilidad social, trabajo honesto y evitando la contaminación ambiental.

## IV.- RESULTADOS

**Tabla 3:** Resumen del estudio de mecánicas de suelos.

Resumen del Estudio de mecánica de suelos																
Nº Calicatas	Muestras	Profundidad (m)	Humedad Natural (%)	Granulometría		Clasificación		Límites			Análisis de Sales		Corte Directo		Capacidad admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso específico del suelo (kg/cm <sup>3</sup> )
				% Pasa Nº 4	% Pasa Nº 200	AASTHO	SUCS	L.L	L.P	I.P	Sulfatos (SO <sup>-2 4</sup> ) (ppm)	Cloruros (SO <sup>-2 3</sup> ) (ppm)	Angulo de Fricción (º)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )		
C-01	M-1	0.10 – 3.00	15.82	0.00	75.7	A-6-(7)	CL	27.41	14.71	12.60	201.23	180.37	20.3º	0.11	0.83	1.65

**Fuente:** Elaboración Propia.

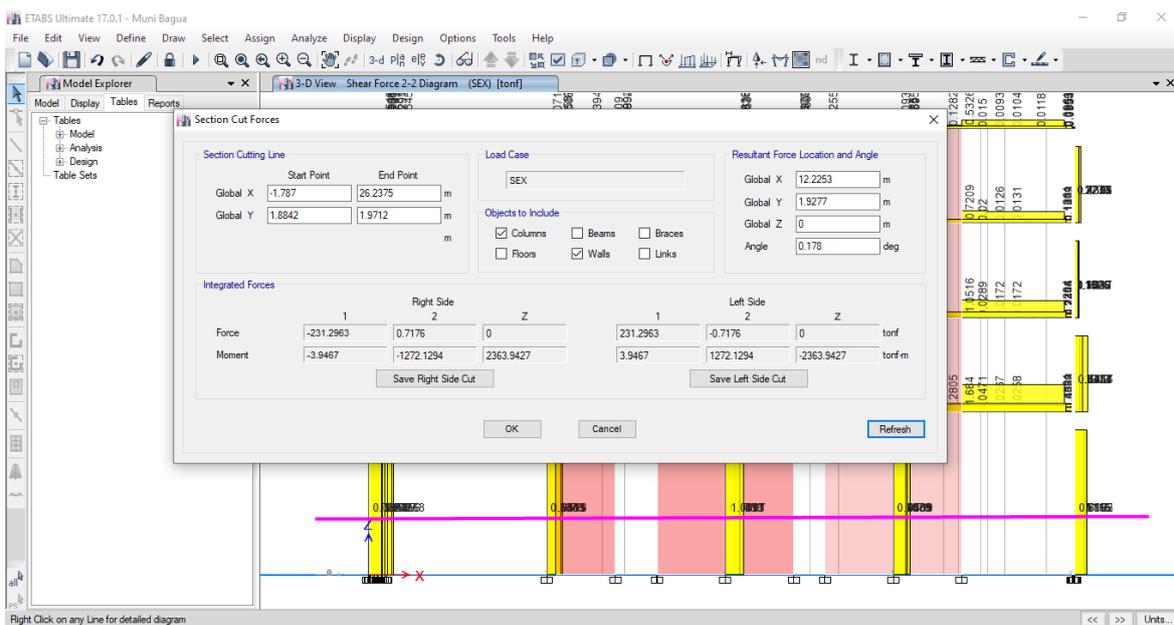
Del estudio de mecánica de suelos, de la excavación de una calicata se extrajo un espécimen con el propósito de obtener las propiedades físicas y mecánicas del terreno de una profundidad inicial de 0.10 m y la mayor profundidad de 3.00 metros que nos facilitó los ensayos realizados en laboratorio, se concluyó que se trata de un suelo de relativa resistencia, es decir que es necesario mejorar el suelo dado su baja densidad natural de 1.67 kg/m<sup>3</sup>, con una capacidad admisible de 0.83 kg/cm<sup>2</sup> para ello se recomienda excavar hasta 2.10 m de profundidad.

## Sistema Estructural: Coeficiente básico de reducción (Ro)

**Tabla 4:** Cortante en dirección de análisis X-X.

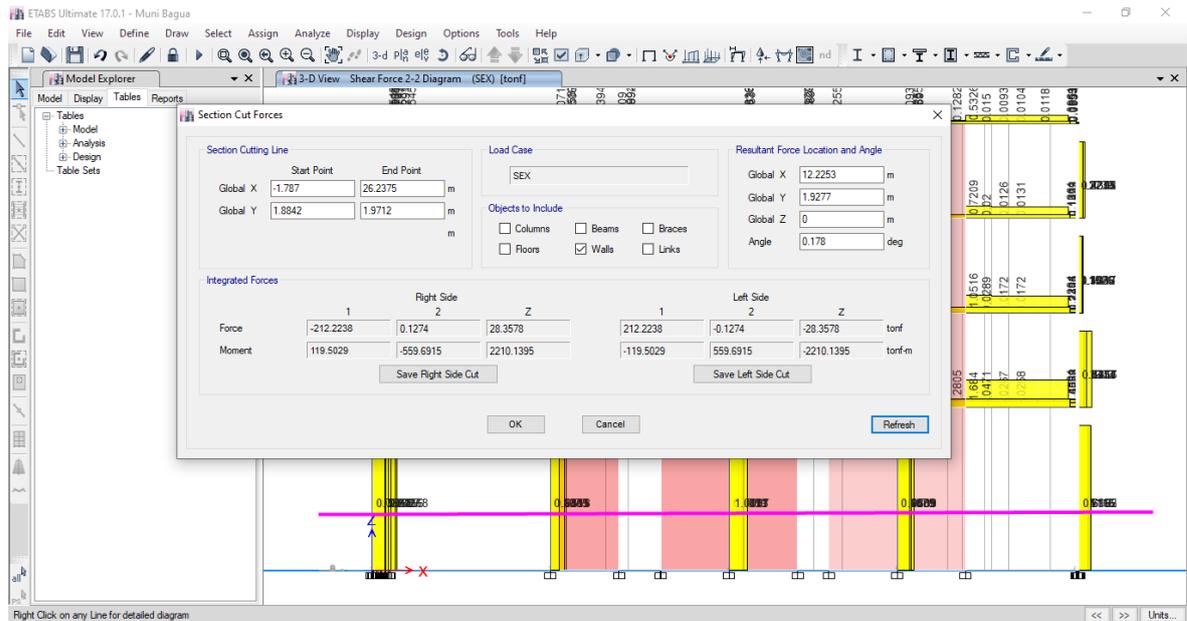
Tipo de Elemento	V (tn)	Porcentaje (%)	Tipo de Sistema Estructural	Coeficiente de Reducción
Base	231.30			
Muros	212.22			
Columnas	19.08		Muros Estructurales	6
Muros		92		
Columna		8		

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 2:** Cortante en las Columnas y muros – X-X.

**Fuente:** Elaboración propia.



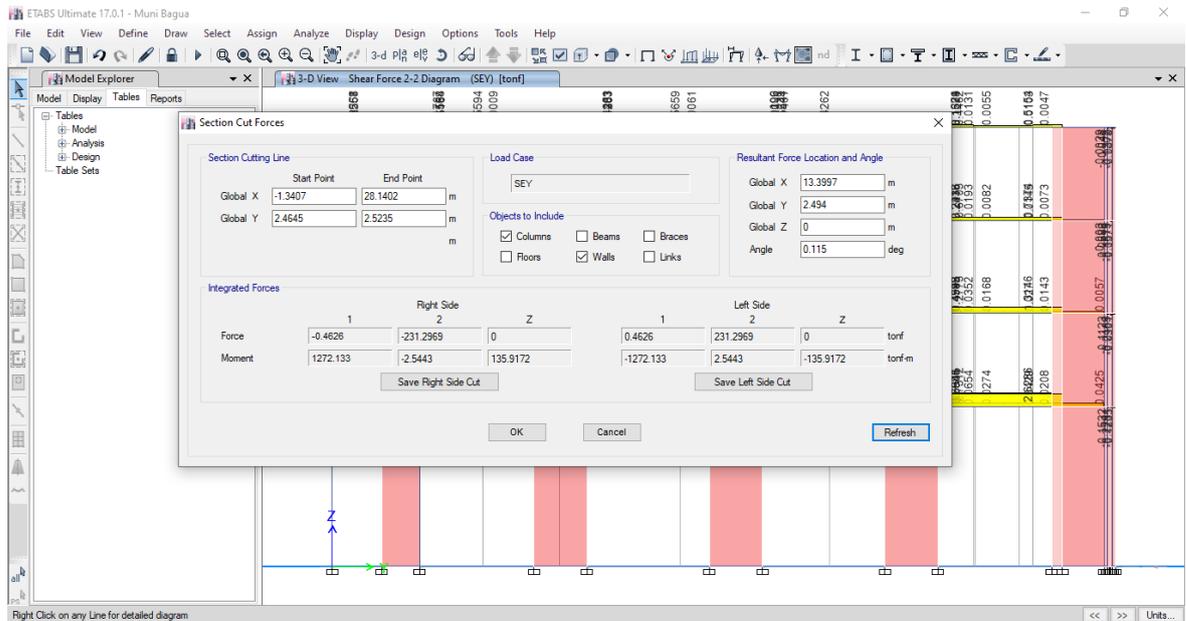
**Figura 3:** Cortante en los muros – X-X.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 5:** Cortante en dirección de análisis Y-Y.

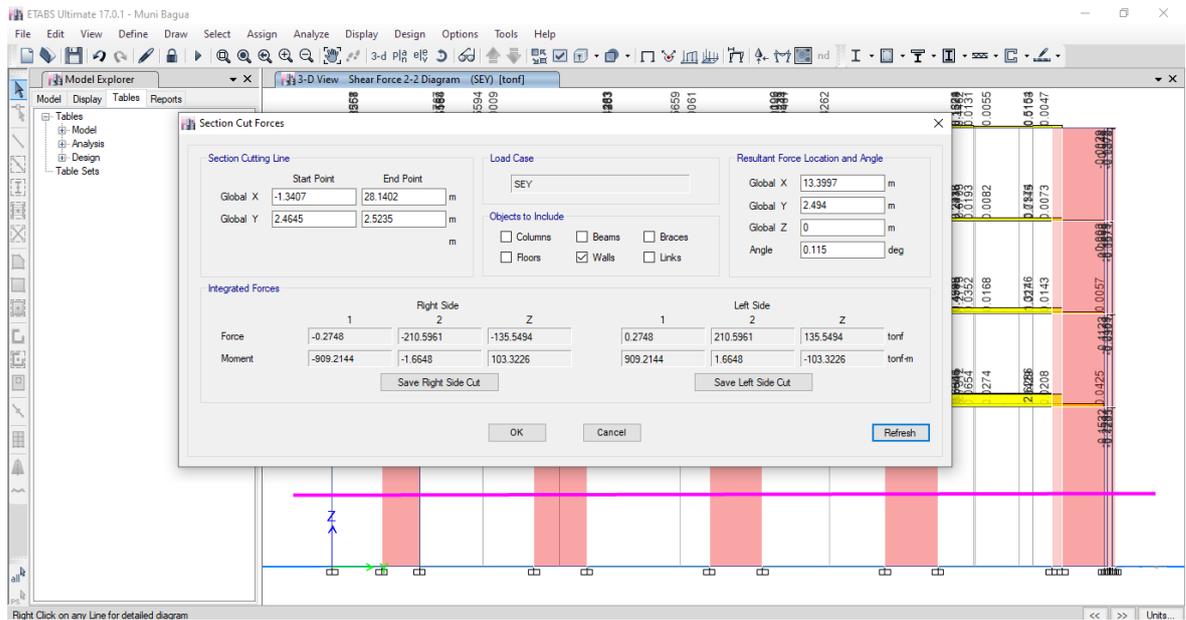
Tipo de Elemento	V (tn)	Porcentaje (%)	Tipo de Sistema Estructural	Coefficiente de Reducción
Base	231.30			
Muros	210.60			
Columnas	20.70		Muros Estructurales	6
Muros		91		
Columna		9		

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 5:** Cortante en Las columnas y muros – Y-Y.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 4:** Cortante en los muros – Y-Y.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 3 y 4, de acuerdo al análisis sísmico se determinó que la edificación está conformada por columnas y muros estructurales lo cual el porcentaje de cortante basal que toman los muros estructurales superan el 70% , teniendo como resultados de 92% y 91% de cortante basal en la dirección X-X y Y-Y respectivamente; lo que demuestra, que el sistema estructural de acuerdo a la norma E.030 (2018) debe ser de muros estructurales y no de pórticos, considerando un coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas de  $R = 6.00$

## Verificación de irregularidad en altura y planta

### Verificando Irregularidad en altura

**Tabla 6:** Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso blando – X-X.

PISO	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	VERIFICACION
Story4	<b>60312.674</b>		<b>RUGULAR</b>
Story3	<b>112325.853</b>	42218.8718	<b>REGULAR</b>
Story2	<b>146701.845</b>	78628.0971	<b>REGULAR</b>
Story1	<b>169963.771</b>	102691.2915	<b>REGULAR</b>
<b>Factor de irregularidad:</b>			<b>la = 1.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
PISO4	SDX	169.9732	0.002818	60312.674	12.0291	0.000799	0
PISO3	SDX	372.4865	0.003316	112325.853	29.5132	0.000997	0
PISO2	SDX	509.466	0.003473	146701.845	42.3109	0.001108	0
PISO1	SDX	588.8015	0.003464	169963.771	49.3759	0.001132	0

**Figura 6:** Resultados de rigideces de pisos del edificio – X-X.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 7:** Verificación de Irregularidad de Rigidez – Piso blando – Y-Y.

PISO	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	VERIFICACION
Story4	<b>60883.527</b>		<b>RUGULAR</b>
Story3	<b>106381.858</b>	42618.4689	<b>REGULAR</b>
Story2	<b>129518.912</b>	74467.3006	<b>REGULAR</b>
Story1	<b>148817.085</b>	90663.2384	<b>REGULAR</b>

**Factor de irregularidad:**  $I_a = 1.00$

**Fuente:** Elaboración propia.

Story	Load Case	Shear X tonf	Drift X m	Stiffness X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiffness Y tonf/m
PISO4	SDY	9.181	0.000326	0	130.1904	0.002138	60883.527
PISO3	SDY	21.1738	0.000383	0	290.7394	0.002733	106381.858
PISO2	SDY	29.2122	0.0004	0	402.3358	0.003106	129518.912
PISO1	SDY	33.3185	0.000385	0	466.7333	0.003136	148817.085

**Figura 7:** Resultados de rigideces de pisos del edificio – Y-Y.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 8:** Verificación de Irregularidad extrema de rigidez – X-X.

PISO	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	VERIFICACION
Story4	<b>60312.674</b>		<b>RUGULAR</b>
Story3	<b>112325.853</b>	36187.6044	<b>REGULAR</b>
Story2	<b>146701.845</b>	67395.5118	<b>REGULAR</b>
Story1	<b>169963.771</b>	88021.107	<b>REGULAR</b>

**Factor de irregularidad:**  $I_a = 1.00$

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 9:** Verificación de Irregularidad extrema de rigidez – Y-Y.

PISO	K (ton/m)	Lim1 (ton/m)	VERIFICACION
Story4	60312.674		RUGULAR
Story3	112325.853	36187.6044	REGULAR
Story2	146701.845	67395.5118	REGULAR
Story1	169963.771	88021.107	REGULAR

**Factor de irregularidad:**  $I_a = 1.00$

**Fuente:** Elaboración propia.

### Irregularidad de resistencia – Piso Débil

Cuando la resistencia de un forjado frente a las presiones de cizallamiento es inferior al 80% de la resistencia del forjado inmediatamente superior en cualquiera de las direcciones de análisis, existe una irregularidad en la resistencia de la estructura.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es:  $I_a = 1.00$

### Irregularidad extrema de resistencia

Cuando la resistencia de un forjado frente a las presiones de cizallamiento es inferior al 65% de la resistencia del forjado inmediatamente superior en cualquiera de las direcciones de análisis, existe una irregularidad de resistencia considerable.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es:  $I_a = 1.00$

**Tabla 10:** Verificación de Irregularidad de masa o peso en dirección X e Y.

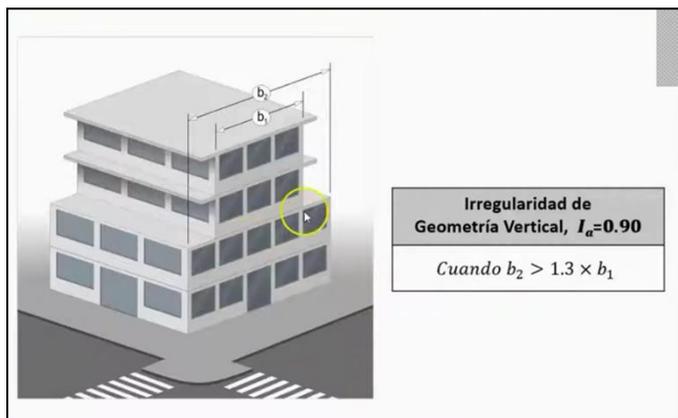
PISO	M (ton-s2/m)	Lim 1 (ton-s2/m)	Lim 2 (ton-s2/m)	VERIFICACION
Story4	41.31341		105.27324	REGULAR
Story3	70.18216	61.97	104.57871	IRREGULAR
Story2	69.71914	105.27	109.15968	REGULAR
Story1	72.77312	104.58		REGULAR
<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD</b>			la=	0.9

**Fuente:** Elaboración propia.

Story	Diaphragm	Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m	Mass Moment of Inertia tonf-m-s <sup>2</sup>	X Mass Center m	Y Mass Center m
PISO4	D4	41.31341	41.31341	5314.4579	11.7202	12.9064
PISO3	D3	70.18216	70.18216	9173.8006	11.6713	12.9836
PISO2	D2	69.71914	69.71914	9117.2689	11.6115	12.9523
PISO1	D1	72.77312	72.77312	9572.3575	11.6244	13.4866

**Figura 8:** Resumen de masa por diafragma de pisos en dirección X e Y.

**Fuente:** Elaboración propia.



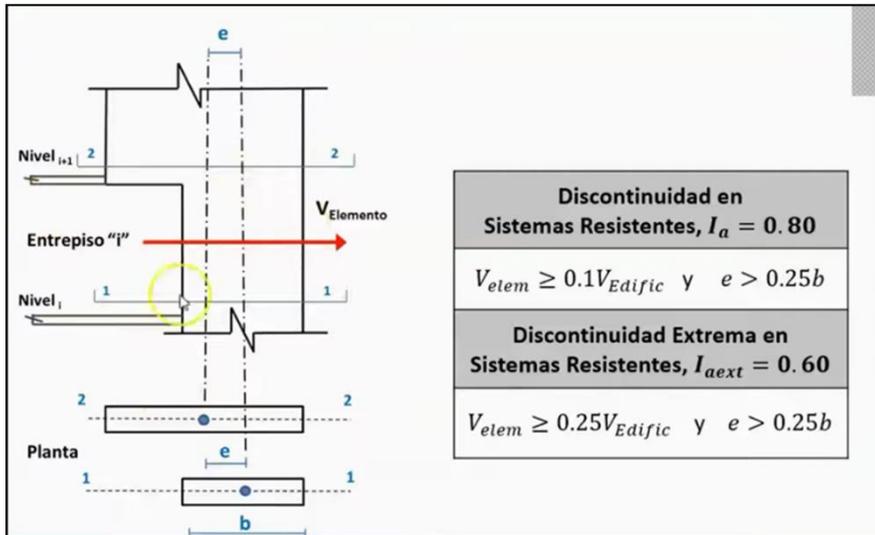
**Figura 9:** Irregularidad de geometría vertical.

**Fuente:** Elaboración propia.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es:  $I_a = 1.00$



**Figura 10:** Discontinuidad en los sistemas resistentes.

**Fuente:** Elaboración propia.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es:  $I_a = 1.00$

### Discontinuidad externa en los sistemas resistentes

Existe discontinuidad externa cuando la fuerza cortante que resiste los elementos discontinuos, supere el 25% de la fuerza cortante total.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es :  $I_a = 1.00$

El factor de Irregularidad en altura :  $I_a = 0.90$

## Verificando Irregularidad en planta

**Tabla 11:** Verificación de Irregularidad Torsional en dirección X-X.

PISO	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	VERIFICACION
Story4	<b>0.017534</b>	0.003689	<b>0.013046</b>	0.002806	1.31	<b>IRREGULAR</b>
Story3	<b>0.013845</b>	0.004416	<b>0.01024</b>	0.003306	1.34	<b>IRREGULAR</b>
Story2	<b>0.009429</b>	0.004704	<b>0.006934</b>	0.003470	1.36	<b>IRREGULAR</b>
Story1	<b>0.004725</b>	0.004725	<b>0.003464</b>	0.003464	1.36	<b>IRREGULAR</b>
<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD</b>					la=	<b>0.75</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
PISO4	SDX Max	X	0.017534	0.013046	1.344
PISO3	SDX Max	X	0.013845	0.01024	1.352
PISO2	SDX Max	X	0.009429	0.006934	1.36
PISO1	SDX Max	X	0.004725	0.003464	1.364

**Figura 11:** Desplazamientos máximos promedio de pisos en dirección X-X.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 12:** Verificación de Irregularidad Torsional en dirección y-y

PISO	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	VERIFICACION
Story 4	<b>0.017658</b>	0.003442	<b>0.01644</b>	0.003150	1.09	<b>REGULAR</b>
Story 3	<b>0.014216</b>	0.004364	<b>0.01329</b>	0.004037	1.08	<b>REGULAR</b>
Story 2	<b>0.009852</b>	0.004926	<b>0.009253</b>	0.004605	1.07	<b>REGULAR</b>
Story 1	<b>0.004926</b>	0.004926	<b>0.004648</b>	0.004648	1.06	<b>REGULAR</b>
<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD</b>						<b>la = 1.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	Average m	Ratio
PISO4	SDY Max	Y	0.017658	0.01644	1.074
PISO3	SDY Max	Y	0.014216	0.01329	1.07
PISO2	SDY Max	Y	0.009852	0.009253	1.065
PISO1	SDY Max	Y	0.004926	0.004648	1.06

**Figura 12:** Desplazamientos máximos promedio de pisos en dirección Y-Y.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13:** Verificación de Irregularidad Torsional extrema en dirección X-X.

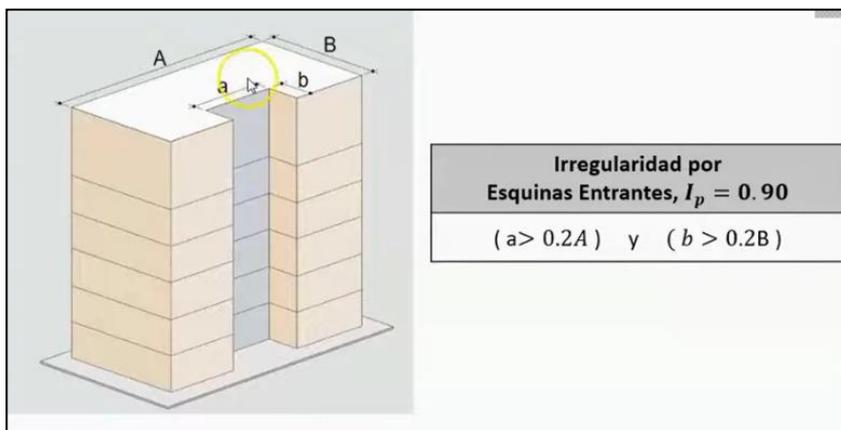
PISO	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	VERIFICACION
Story 4	<b>0.017534</b>	0.003689	<b>0.013046</b>	0.002806	1.31	<b>REGULAR</b>
Story 3	<b>0.013845</b>	0.004416	<b>0.01024</b>	0.003306	1.34	<b>REGULAR</b>
Story 2	<b>0.009429</b>	0.004704	<b>0.006934</b>	0.003470	1.36	<b>REGULAR</b>
Story 1	<b>0.004725</b>	0.004725	<b>0.003464</b>	0.003464	1.36	<b>REGULAR</b>
<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD</b>						<b>la = 1.00</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14:** Verificación de Irregularidad Torsional extrema en dirección Y-Y.

PISO	$\Delta_{ABS-MAX}(m)$	$\Delta_{REL-MAX}(m)$	$\Delta_{ABS-PROM}(m)$	$\Delta_{REL-PROM}(m)$	$\frac{\Delta_{REL-MAX}}{\Delta_{REL-PROM}}$	VERIFICACION
Story 4	0.017658	0.003442	0.01644	0.003150	1.09	REGULAR
Story 3	0.014216	0.004364	0.01329	0.004037	1.08	REGULAR
Story 2	0.009852	0.004926	0.009253	0.004605	1.07	REGULAR
Story 1	0.004926	0.004926	0.004648	0.004648	1.06	REGULAR
<b>FACTOR DE IRREGULARIDAD</b>						<b>la = 1.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 13:** Irregularidad por esquinas entrantes.

**Fuente:** Elaboración propia.

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es: la = 1.00

**Discontinuidad del diafragma.**

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es: la = 1.00

## Sistemas no paralelos

¿Existe Irregularidad Presente?

No

El Factor de Irregularidad es :  $I_a = 1.00$

El factor de Irregularidad en altura :  $I_a = 0.90$

De acuerdo a los resultados la edificación presenta irregularidad en altura y en planta, la irregularidad en altura se determina en las masas de los pisos lo cual la masa del tercer piso es de 70.18 tn-s<sup>2</sup>/m lo cual supera los 1.5 veces la masa del cuarto piso de 61.97 tn-s<sup>2</sup>/m lo permite demostrarla irregularidad de masas o pesos considerando un factor de irregularidad en altura 0.90, la edificación también presenta irregularidad torsional dado que la relación del máximo desplazamiento relativo y el máximo desplazamiento promedio supera el 1.30 lo que demuestra dicha irregularidad considerando un factor de irregularidad en planta de 0.75, por lo tanto su coeficiente básico de fuerzas sísmicas  $R = 6.00$  deberá ser multiplicado por la  $I_a = 0.90$  y  $I_p = 0.75$  para el análisis sísmico dinámico.

Actualmente la norma E.030 (2018) nos menciona que para edificaciones de la categoría A no se permiten irregularidades por lo que esta edificación se debió uniformizar las masas en los pisos y estimar la ubicación los elementos estructurales de manera simétrica para poder evitar este tipo de irregularidades

## Espectro de respuesta de aceleraciones.

### Análisis Sísmico Estático

**Tabla 15:** Parámetros sísmico de la edificación.

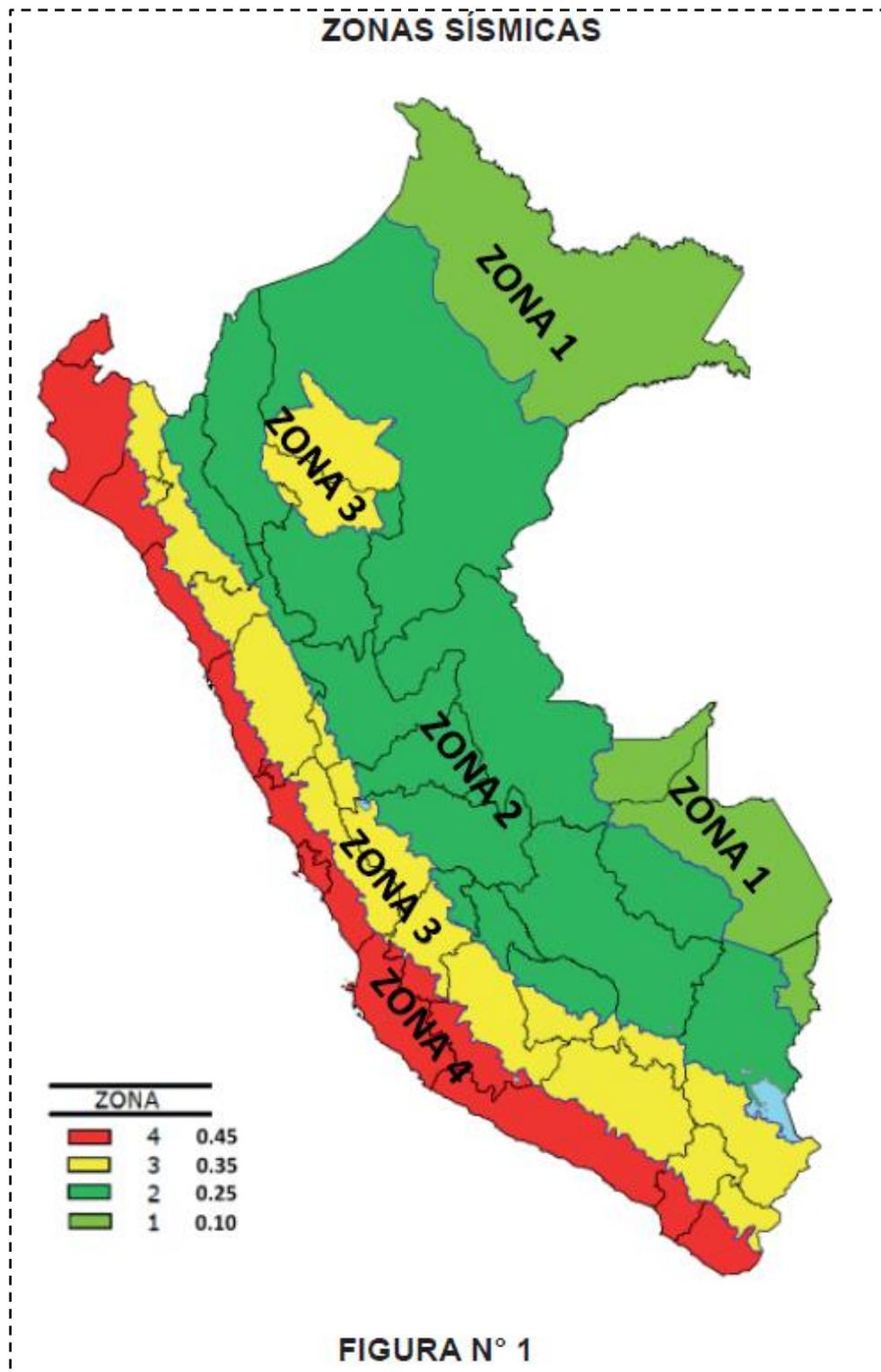
Peligro sísmico	Condición	Parámetro
Zona sísmica	tipo	Z2
Perfil de suelo	tipo	S3
Categoría de la edificación	tipo	A2
Factor de zona	Z	0.25
Factor de amplificación del suelo	S	1.40
Periodo corto del suelo	Tp	1.00
Periodo largo del suelo	TL	1.60
Factor de uso o importancia	U	1.50
Coefficiente básico de reducción sísmica	Ro	6.00
Factores de irregularidad en altura	la	0.90
Factores de irregularidad en planta	lp	0.75
Coefficiente de reducción sísmica	R	4.05

**Fuente:** Elaboración propia

En la norma técnica de edificaciones E.030 (2018) nos orienta con ciertas condiciones para el cálculo de los parámetros sísmicos, que debemos utilizarlas para cualquier tipo de edificaciones que se presentan a continuación:

$$\begin{array}{ll} T < T_p & : C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & : C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) \\ T_L < T & : C = 2.5 \left( \frac{T_p T_L}{T^2} \right) \end{array}$$

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$



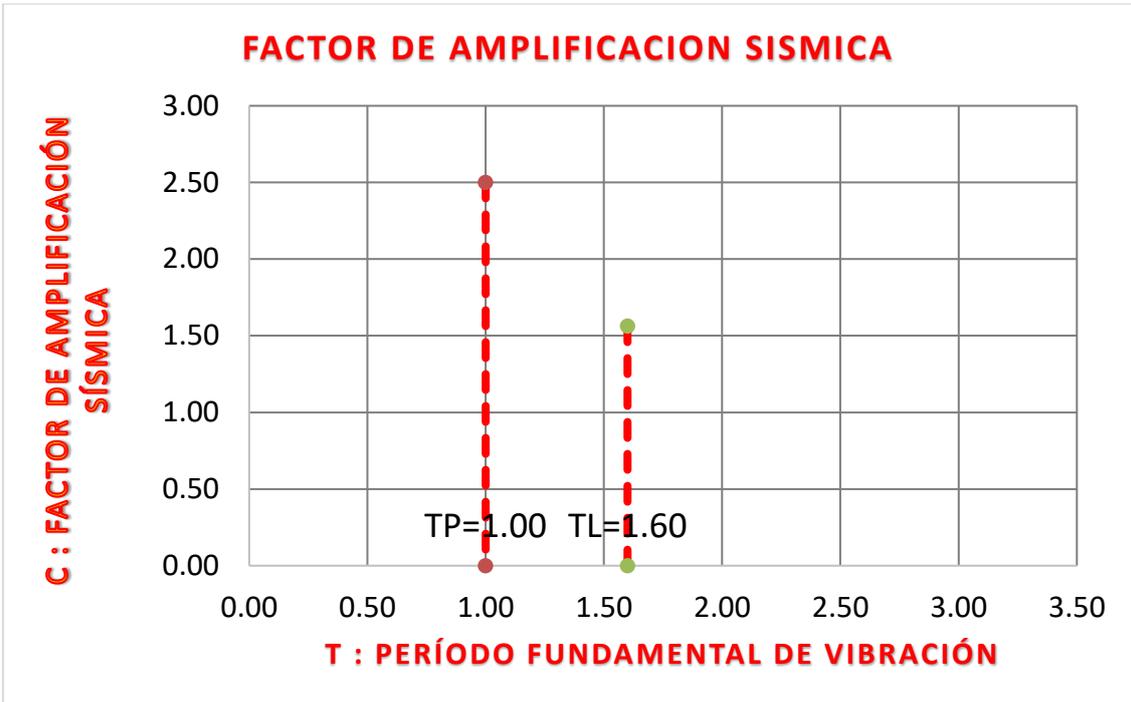
**Figura 14:** Parámetros y zonificación sísmica E.030 (2018).

**Fuente:** Reglamento nacional de edificaciones (2018)

**Tabla 16:** Datos del Espectro de Respuesta del edificio.

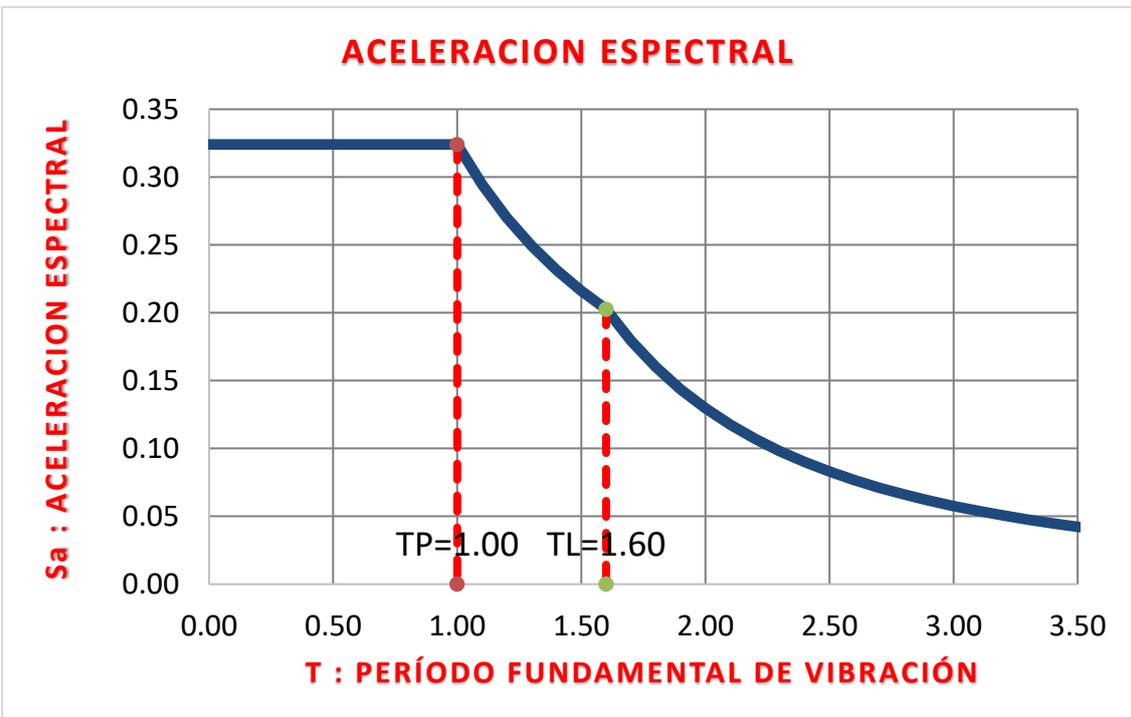
Espectro de Respuesta	
T	Sa
0.00	0.3241
0.10	0.3241
0.20	0.3241
0.30	0.3241
0.40	0.3241
0.50	0.3241
0.60	0.3241
0.70	0.3241
0.80	0.3241
0.90	0.3241
1.00	0.3241
1.10	0.2946
1.20	0.2701
1.30	0.2493
1.40	0.2315
1.50	0.2160
1.60	0.2025
1.70	0.1794
1.80	0.1600
1.90	0.1436
2.00	0.1296
2.10	0.1176
2.20	0.1071
2.30	0.0980
2.40	0.0900
2.50	0.0830
2.60	0.0767
2.70	0.0711
2.80	0.0661
2.90	0.0617
3.00	0.0576
3.10	0.0540
3.20	0.0506
3.30	0.0476
3.40	0.0449
3.50	0.0423
3.60	0.0400
3.70	0.0379
3.80	0.0359
3.90	0.0341
4.00	0.0324

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 15:** Factor de amplificación sísmica.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 16:** Aceleración espectral del edificio.

**Fuente:** Elaboración propia

## Análisis Sísmico Dinámico

### Fuerza cortante mínima: V Estática – V Dinámica

Determinación de los periodos de la estructura  $T_x$  y  $T_y$

**Tabla 17:** Participación modal de masas y ratios.

Caso	Modo	Periodo (s)	UX	UY
Modal	1	0.375	0.0028	0.8434
Modal	2	0.343	0.6777	0.0074
Modal	3	0.27	1.57E-01	0.0028

$T_x =$	<b>0.343</b>
---------	--------------

$T_y =$	<b>0.375</b>
---------	--------------

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 18:** Fuerza cortante mínima: V Estática – V Dinámica.

Nivel	Caso de Cargas	Ubicación	P (tnf)	VX (tnf)	VY (tnf)	T (tnf-m)	MX (tnf-m)	MY (tnf-m)
PISO1	SDX Max	Bottom	0	<b>588.8015</b>	4.94E+01	7731.0744	5.39E+02	6510.4187
PISO1	SDY Max	Bottom	0	4.94E+01	<b>691.6702</b>	9275.0391	7607.5893	553.2603
PISO1	SEX	Bottom	0	231.2974	0	2809.8149	0	-1272.1356
PISO1	SEY	Bottom	0	0	231.2974	-2963.4077	1272.1356	0

$V_{din X} =$	<b>588.80</b>	Tn
---------------	---------------	----

$V_{din Y} =$	<b>691.67</b>	Tn
---------------	---------------	----

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 19:** Datos Calculados de los parámetros sísmicos Vx.

Condición	Parámetros	Usos
TP	1.00	
TL	1.60	
Tx	0.34	
Ccal	2.50	
Cmin	0.51	C/R≥0.125
Z	0.25	Z2
U	1.50	"A2"
S	1.40	S3
Cx	2.50	
Rx	4.05	R = Ro . Ia . Ip
Vest	231.30 tn	
80% Vest	185.04 tn	
Vdin	588.80 tn	
F.E.	0.31	1.00

**Fuente:** Elaboración propia

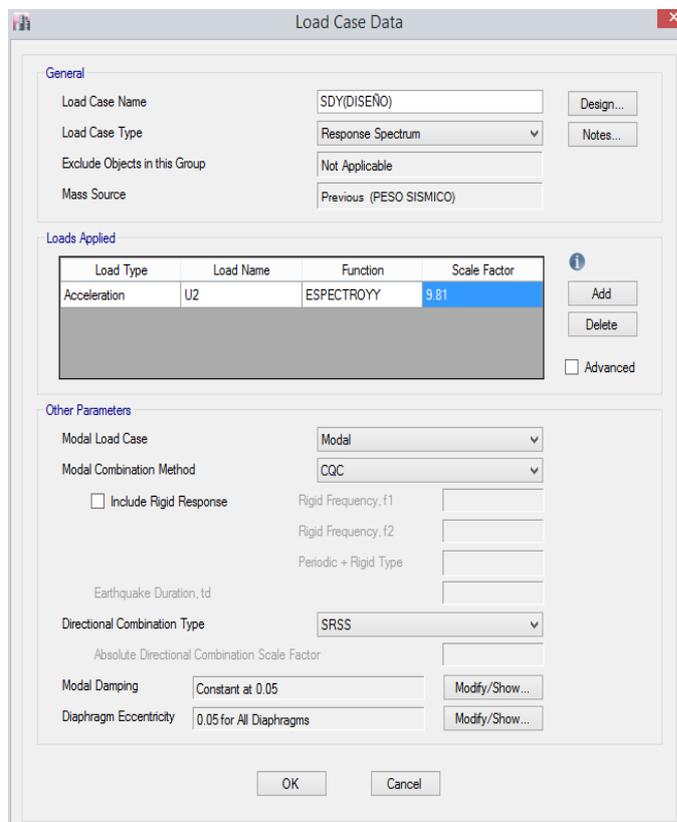
**Figura 17:** Datos caso de carga del espectro X-X.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 20:** Datos Calculados de los parámetros sísmicos Vy.

Condición	Parámetros	Usos
TP	1.00	
TL	1.60	
Ty	0.3750	
Ccal	2.50	
Cmin	0.51	C/R≥0.125
Z	0.25	Z2
U	1.50	"A2"
S	1.40	S3
Cy	2.50	
Ry	4.05	R = Ro la . Ip
Vest	231.30 tn	
80% Vest	185.04 tn	
Vdin	691.67 tn	
F.E.	0.27	1.00

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 18:** Datos caso de carga del espectro Y-Y.

**Fuente:** Elaboración propia.

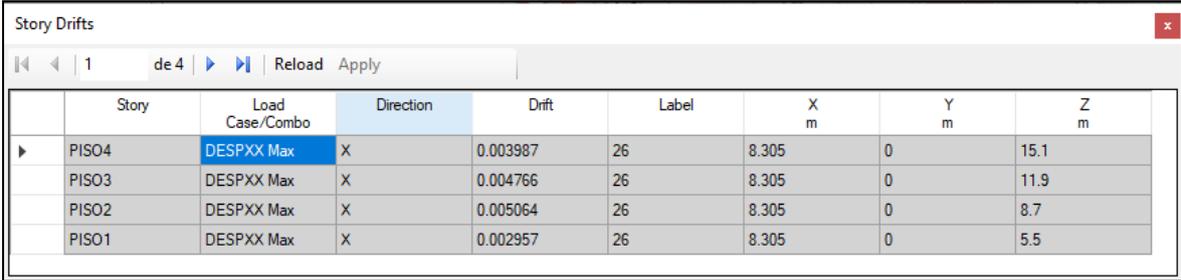
De acuerdo a los resultados obtenidos podemos mencionar que la fuerza cortante basal dinámica con la que se diseñó la edificación es de  $SDX = 588.80 \text{ tn}$  ,  $SDY = 691.67 \text{ tn}$  y la fuerza cortante basal estática es de  $SEX = 231.30 \text{ tn}$ ,  $SEY = 231.30 \text{ tn}$ , lo que se demuestra que el sismo dinámico es mayor que el 80% del sismo estático, considerando un factor de escalamiento de fuerza de 1.00 para la dirección X-X e Y-Y. Esto podemos demostrar que los desplazamientos obtenidos son menores a los máximos permitidos, por lo cual se concluye que el análisis sísmico es correcto.

### Verificaciones de desplazamiento por distorsión de entrepiso

**Tabla 21:** Verificación de desplazamientos laterales de entrepiso en dirección X.

Niveles	Caso de carga	Dirección	Deriva	Norma E.030	Condición
PISO4	DESPXX	X	0.003987	0.007	ok
PISO3	DESPXX	X	0.004766	0.007	ok
PISO2	DESPXX	X	0.005064	0.007	ok
PISO1	DESPXX	X	0.002957	0.007	ok

**Fuente:** Elaboración propia



Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
PISO4	DESPXX Max	X	0.003987	26	8.305	0	15.1
PISO3	DESPXX Max	X	0.004766	26	8.305	0	11.9
PISO2	DESPXX Max	X	0.005064	26	8.305	0	8.7
PISO1	DESPXX Max	X	0.002957	26	8.305	0	5.5

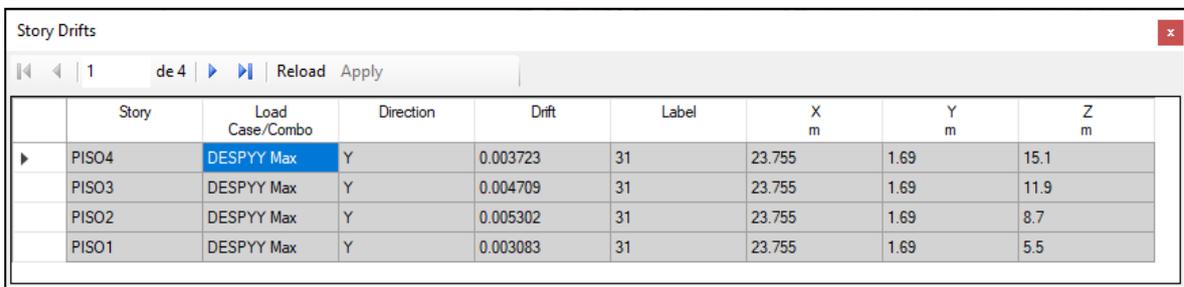
**Figura 19:** Resultados de Desplazamientos laterales de entrepiso en dirección X.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 22:** Verificación de desplazamientos laterales de entrepiso en dirección y.

Niveles	Caso de carga	Dirección	Deriva	Norma E.030	Condición
PISO4	DESPXX	Y	0.003723	0.007	ok
PISO3	DESPXX	Y	0.004709	0.007	ok
PISO2	DESPXX	Y	0.005302	0.007	ok
PISO1	DESPXX	Y	0.003083	0.007	ok

**Fuente:** Elaboración propia



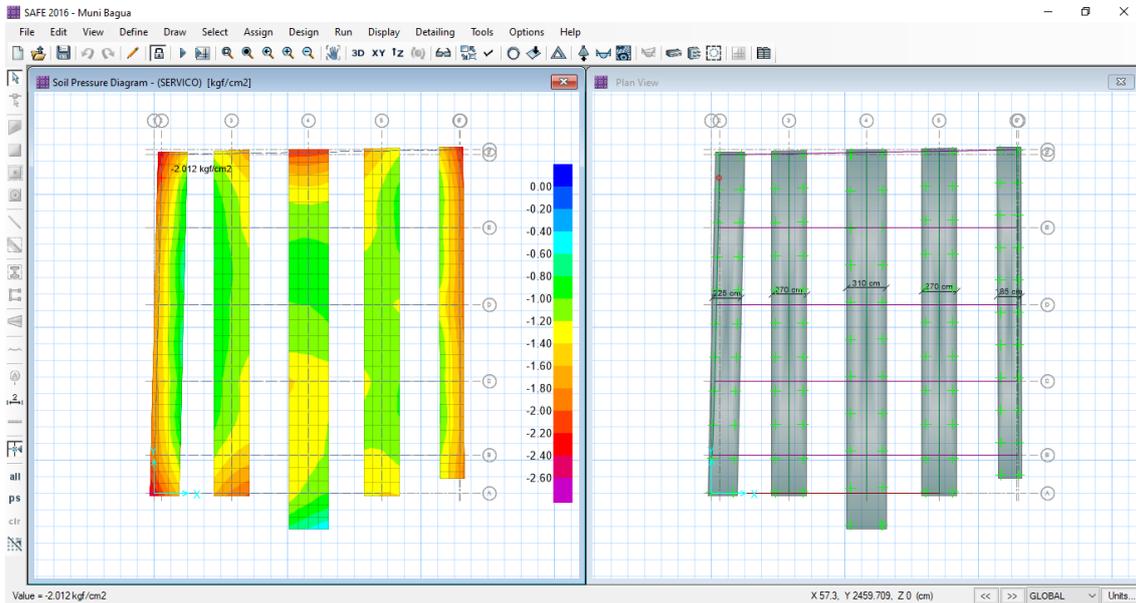
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
PISO4	DESPYY Max	Y	0.003723	31	23.755	1.69	15.1
PISO3	DESPYY Max	Y	0.004709	31	23.755	1.69	11.9
PISO2	DESPYY Max	Y	0.005302	31	23.755	1.69	8.7
PISO1	DESPYY Max	Y	0.003083	31	23.755	1.69	5.5

**Figura 20:** Resultados de Desplazamientos laterales de entrepiso en dirección X

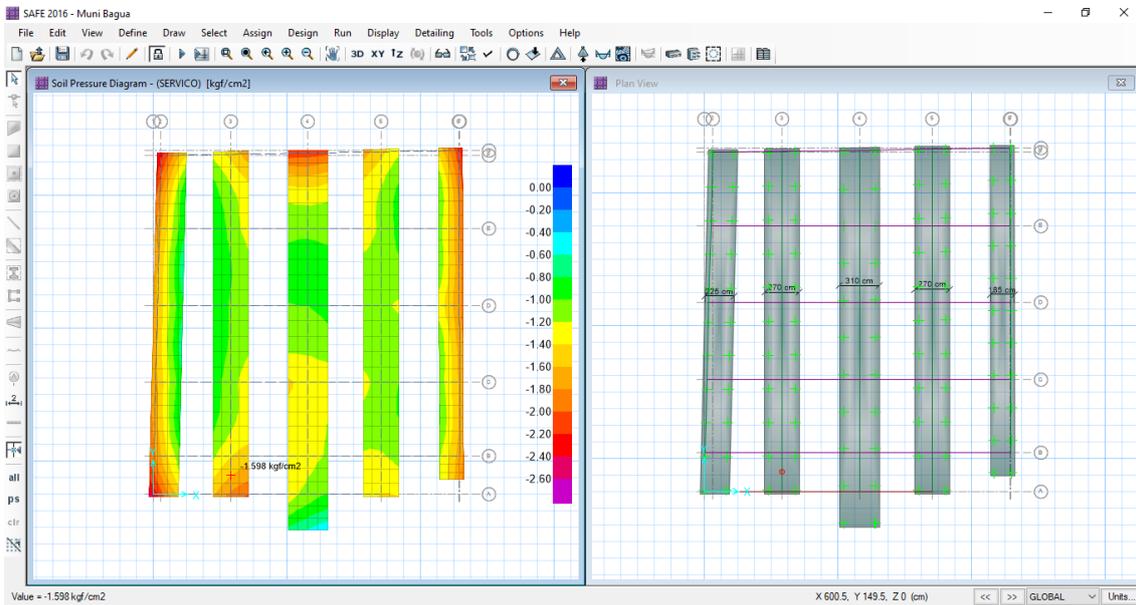
**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo al análisis sísmico se determinó las distorsiones máximas de entrepiso las cuales fueron multiplicadas por un factor de 0.85R por considerarse una edificación irregular, estos valores se encuentran dentro de los máximos permisibles menores que 0.007 que estipula la norma E.030 (2018), por lo cual se concluyen que el análisis sísmico es correcto, es decir que sus dimensiones de los elementos estructurales son conformes para resistir las solicitaciones de cargas e gravedad y sísmicas.

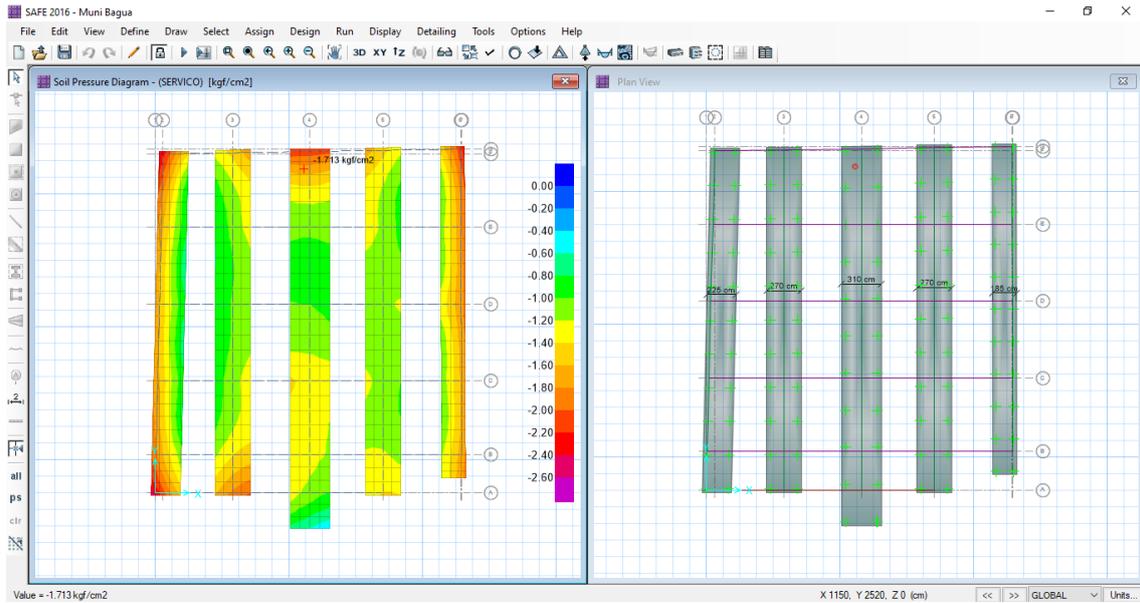
**Verificación de las dimensiones de la cimentación si cumplen con las presiones máximas admisibles.**



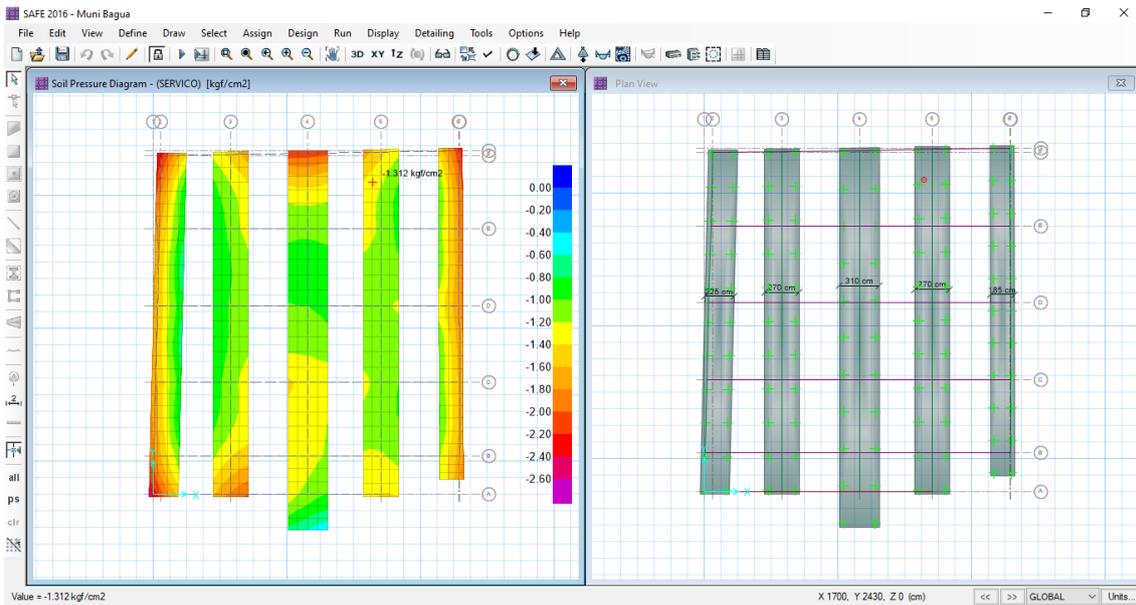
**Figura 21:** Presión máxima de 2.01 kg/cm<sup>2</sup> para zapata corrida de 2.25 m.  
**Fuente:** Elaboración propia.



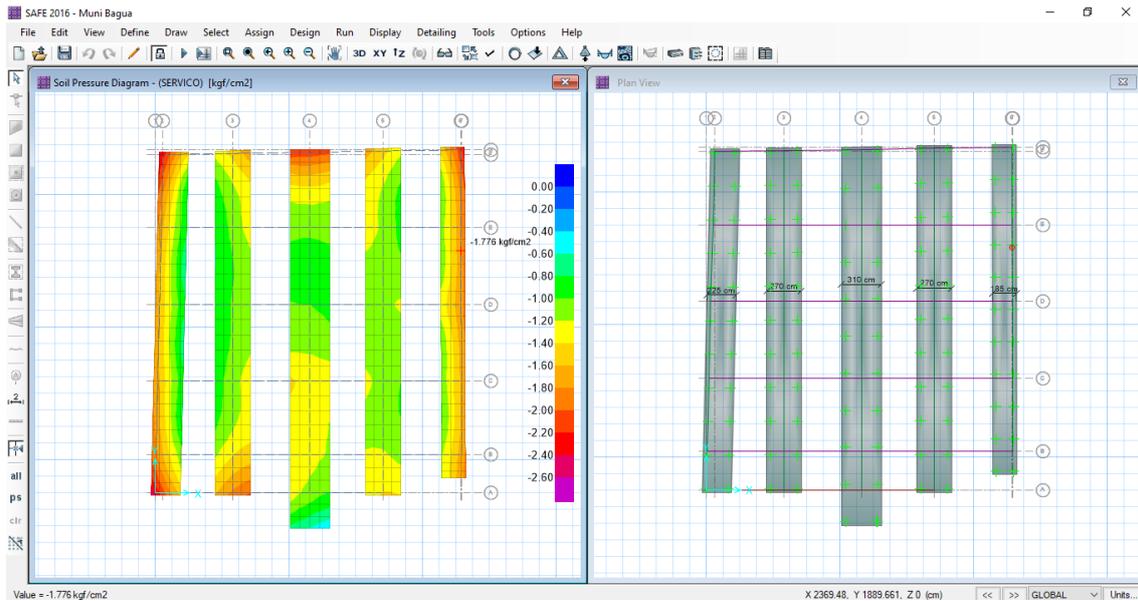
**Figura 22:** Presión máxima de 1.598 kg/cm<sup>2</sup> para zapata corrida de 2.70 m.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 24:** Presión máxima de 1.713 kg/cm<sup>2</sup> para zapata corrida de 3.10 m.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 23:** Presión máxima de 1.312 kg/cm<sup>2</sup> para zapata corrida de 2.70 m.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 25:** Presión máxima de 1.776 kg/cm<sup>2</sup> para zapata corrida de 1.85 m.

**Fuente:** Elaboración propia.

En las figuras mostradas podemos decir que las presiones que nos muestra el programa SAFE debido a las cargas de servicio son superiores a la capacidad portante de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>, es decir sus dimensiones de las zapatas corridas no son suficientes para resistir las solicitaciones de cargas de gravedad y sísmicas; se observa que en los planos de estructuras se realizó el mejoramiento de suelo considerando material over en una profundidad de 0.60 lo cual puede incrementar la capacidad portante en  $2 \times 0.83 = 1.66$  kg/cm<sup>2</sup> lo que se concluye que aun así las zapatas corridas de 2.25m, 3.10m y 1.85 m sus presiones del suelo son superiores a la capacidad portante considerando mejoramiento de suelos es decir se debió incrementar sus dimensiones.

## V.- DISCUSIÓN

Según los parámetros sísmicos estipulada en norma E.030 se pudo deducir el tipo de edificación de categoría (A-2), siendo de gran importancia realizar los estudios preliminares de suelos con el propósito de evaluar y verificar las propiedades físico y mecánicas del terreno de esta manera estimar un buen estudio para fines de cimentación. Esto parte del objetivo general planteado, que se ha podido determinar los resultados mencionados en la tabla N° 3; en donde, se establece la capacidad admisible del terreno, el peso específico y tipo del suelo, que encontramos en el área de estudio.

Se realizaron los estudios de mecánica de suelos en campo, con una calicata de cual se obtuvo un espécimen (M-1), a ciertas profundidades, lo cual se detalla en el anexo 4, es decir el contenido de humedad se determinó por cierto porcentaje a base a la nuestra realizadas de la calicata C-1 (M-1), con una profundidad promedio de 0.10 a 3.00 metros respectivamente, siendo el resultado del contenido de humedad de un 15.82 %. Así mismo se realizó el análisis granulométrico y la clasificación del suelo según la norma AASHTO, también se realizó el ensayo de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad con ciertos valores obtenidos mencionados en la tabla N° 3; donde se determinó, el análisis de sales, el ensayo de corte directo, la capacidad admisible de terreno y el peso específico del suelo.

Los resultados obtenidos en este informe de investigación nos indica que el edificio de la municipalidad provincial Bagua si cumple con los requisitos empleados en la norma E.030 (2018) "Diseño Sismorresistente", lo que demuestra que el sistema estructural de acuerdo a la norma E.030 (2018) debe ser de muros estructurales y no de pórticos, considerando un coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas de  $R = 6.00$ . Por otro lado, el edificio presenta irregularidad en altura y en planta, la irregularidad en altura se determina en las masas de los pisos, donde la masa del tercer piso es de 70.18 tn-s<sup>2</sup>/metros, que supera 1.5 veces la masa del cuarto piso de 61.97 tn-s<sup>2</sup>/m, lo que permite demostrar irregularidad de masas o pesos y presenta además irregularidad torsional dado que la relación del máximo desplazamiento relativo y el máximo desplazamiento promedio supera el 1.30.

También se demostró las derivas máximas de entrepiso de 0.0051 en la dirección X-X y en la dirección Y-Y la deriva fue 0.0053 este nos determina que en ambas direcciones principales que las derivas en entrepiso no superan el valor referencial de estipula la norma E.30 (2018) con un valor numérico de 7%.

Al contrastar con Lanos (2015) en su investigación titulada “*Diseño estructural de una edificación de seis pisos, mediante un análisis lineal controlado por derivas inelásticas y una comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica de pushover*”. Considera en sus objetivos, elaborar un pre diseño de la edificación, con un modelo tridimensional, diseño estructural, la metodología que utilizo es de tipo mixta mediante un análisis no lineal, manifiesta en sus conclusiones que, según los resultados del análisis lineal, el desplazamiento inelástico resultante del análisis lineal equivale a 0,20 metros, mientras que el valor medio del desplazamiento en el nivel CP (Collapse Prevention) dentro del método de análisis no lineal: Pushover (NSP) de todos los modelos ejecutados es igual a 0,38 m, el valor medio del desplazamiento en el nivel NSP (Método de análisis no lineal: Pushover es igual a 0,38 m. Este análisis lineal ofrece un diseño estructural seguro cuando se evalúa en relación con el NSP; sin embargo, la cantidad de daños en la estructura no puede determinarse hasta que la estructura haya alcanzado su desplazamiento de control, por lo que no es posible una validación del análisis lineal a través del NSP.

Por otro lado Sánchez, Vargas (2018) en su trabajo “*Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de sus elementos estructurales*” de la UCP; tiene como finalidad, efectuar un diseño y estudio de estructuras de hormigón armado, evaluando las instancias de componentes estructurales con rigidez de secciones fisuradas y no fisuradas para su comparación con estudios sísmicos lineales y no lineales, siendo una tesis que describe las estructuras de acuerdo a una investigación básica; en sus conclusiones, afirma que, con base en los análisis estáticos lineales, dinámicos lineales y estáticos no lineales a los que fueron sometidos los edificios, y en relación con los parámetros definidos en los objetivos específicos y evaluados, se encontró que los edificios son estructuralmente sólidos y estructuralmente estables. Según los resultados, hay un

aumento del 1% en la proporción de la fuerza constante absorbida por las columnas del edificio de oficinas en comparación con cuando se produce el corte basal, la proporción de fuerza cortante absorbida por las columnas y los muros fluctúa de forma casi equivalente a la determinada por el enfoque del análisis estático (véase la figura), en la dirección X, la variación del refuerzo de acero necesario en las vigas es de hasta un 30,6%, y en la dirección Y, la variación es de hasta un 26.7%; en la dirección Y, el mayor incremento registrado en el desplazamiento de la cubierta es del 39 por ciento para el edificio de oficinas, además, con la excepción de la norma peruana, todas las normas examinadas tienen en cuenta también consideraciones de reducción de la rigidez.

En la situación dada de las presiones máximas admisible del terreno podemos decir que las cargas de servicio son superiores a la capacidad admisible del terreno; lo cual se demuestra en los ensayos de laboratorios, dado que se menciona en las fichas técnicas de los resultados del estudio de suelos con un valor de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>. Debido a este resultado las dimensiones de las zapatas corridas no son suficientes para resistir las solicitaciones de cargas de gravedad y sísmica de toda la estructura, por esa razón en los planos de estructuras de cimentación nos menciona hacer el mejoramiento del terreno con material over a una profundidad de 0.60m.

## VI.- CONCLUSIONES

Del objetivo general planteado, para determinar el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles, se demuestra que el edificio de la Municipalidad Provincial de Bagua - Amazonas cumple con las exigencias mínimas de la filosofía de sismo resistente que estipula la norma E.030 (2018); es decir, que el comportamiento sísmico de la estructura está en condiciones de soportar un sismo y evitar el colapso del mismo, así mismo se demuestra que la estructuración de los elementos verticales, como horizontales cumplen con sus secciones, para el diseño de acuerdo a los lineamientos de la norma E.060 Concreto Armado.

Del primer objetivo específico, que se consideró verificar el sistema estructural y determinar el factor de reducción de fuerzas sísmicas, con el análisis sísmico del edificio bajo la herramienta computacional ETABS, se estableció los parámetros de la norma E.030 (2018); es decir, que el edificio cumple para las dos direcciones de análisis en X-X e Y-Y, tomando como resultado de 92% y 91% de la cortante basal que toman los muros, lo cual superan el 70%, lo que demuestra que el sistema estructural debe ser de muros estructurales, considerando un coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas de  $R= 6.00$ .

Del segundo objetivo específico, verificar las distorsiones máximas de entrepiso de acuerdo a la norma E.30, podemos afirmar categóricamente que, luego del análisis sísmico del edificio, se verificó que los desplazamientos máximos son menores a los permisibles, los cuales se calculó por el factor  $0.85R$ ; esto demuestra, que es una estructura irregular, entonces la norma nos menciona que las distorsiones de los entrepisos sean menores de 0.007, de esta manera de acuerdo al análisis de la estructura se cumple con los desplazamientos, es decir que los resultados de las derivas máximas desfavorables fueron de 0.0051 en la dirección X-X y en la dirección Y-Y la deriva fue 0.0053.

La edificación presenta irregularidad en altura y en planta considerando el factor de irregularidad arrojado de 0.90 en altura. Por otro lado, la edificación presenta

irregularidad torsional dado que la relación del máximo desplazamiento relativo y el máximo desplazamiento promedio supera el 1.30; lo que demuestra dicha irregularidad, considerando un factor de irregularidad en planta de 0.75.

Del tercer objetivo específico, propuestos se determinó el cortante basal estático – dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones, podemos mencionar que la fuerza cortante basal dinámica del edificio con la que se diseñó la edificación es de  $SDX = 588.80$  tn,  $SDY = 691.67$  tn y la fuerza cortante basal estática es de  $SEX = 231.30$  tn,  $SEY = 231.30$  tn, lo que se demuestra que el sismo dinámico es mayor que el 80% del sismo estático, considerando un factor de escalamiento de fuerza de 1.00 para la dirección X-X e Y-Y, por lo cual podemos demostrar que el análisis sísmico es correcto.

Del cuarto objetivo específico, al verificar si las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al estudio de mecánica de suelos y del mismo modo las presiones que se muestra en el programa SAFE son superiores a la capacidad portante del terreno de  $0.83$  kg/cm<sup>2</sup>, es decir sus dimensiones de las zapatas corridas no son suficientes para resistir las sollicitaciones de cargas de gravedad y sísmicas. Se debe considerar un mejoramiento de terreno con material over a una profundidad de 0.60 m, lo cual puede incrementar la capacidad portante del suelo a lo que se concluye que aun así las zapatas corridas de 2.25m, 3.10m y 1.85 m sus presiones del suelo son superiores a la capacidad portante considerando mejoramiento de suelos es decir se debió incrementar sus dimensiones

## VII.- RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos confirmamos que las propiedades y mecánicas del terreno son con fines de cimentación, para lo cual se recomienda un control de calidad en la preparación del concreto en cuanto a temperatura, contenido de aire, asentamiento, resistencia a la compresión. Tener en cuenta que la zona de estudio se encuentra en la zona 2 del mapa de zonificación sísmica del Perú; por lo que es recomendable para las edificaciones en la ciudad de Bagua, considerar los parámetros recomendados en el presente estudio de suelos.

En base a los resultados del análisis sísmico del edificio, es vital e importante recomendar que un proyecto estructural se inicie desde la concepción arquitectónica final definida, así se pueda tomar buenas decisiones en la ubicación de los elementos estructurales que parte desde la estructuración del mismo y a su vez, este contenga simetría por la dos direcciones de análisis, para poder emplear normas actualizadas, un correcto calculo, verificar los valores obtenidos y cumplan con los lineamientos de la norma E.030 (2018).

Recomendamos también, tener en cuenta los requerimientos que estipula el Capítulo 21 de la norma E.060 (Respecto al Concreto Armado), para poder realizar un buen diseño de los elementos estructurales, evitar que se presente fallas frágiles y poder optimizar los costos de los materiales en todo el proyecto.

Es necesario y recomendamos el uso de la verificación de forma manual y con el apoyo de los sistemas informáticos de las hojas de cálculo (como por ejemplo Excel), los resultados obtenidos de la herramienta computacional ETABS; con esto lograr una mayor precisión y confirmación de cálculos.

En futuros estudios o proyectos, se recomienda evaluar el efecto de iteración suelo-estructura y su comportamiento ante un evento sísmico severo, en la construcción de edificios de concreto armado en la ciudad de Bagua.

Finalmente, en futuras investigaciones de este tipo, es recomendable, que los aspectos estructurales sean analizados un profesional de cumplan los requisitos y la vez que sea el responsable del mismo.

## REFERENCIAS

**AGUIAR, Roberto.** *Análisis sísmico por desempeño. Tesis (Magister en Ingeniería) 1ª edición:* Escuela Politécnica del Ejército, 2003.394 pp  
ISBN: 9978-43-192-6

**ALBITES, Franco.** *Análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado para oficinas en Cusco. Tesis (Licenciado ).*Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019.

Disponible en  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46487?show=full&locale-attribute=es>

**Efemerides sísmicas:** *el mayor sismo de lima 28/10/1746* (en línea) el 25 octubre del 2019 (fecha de consulta) 25 de enero del 2022.

Disponible en <http://www.cismid.uni.edu.pe/efemeridessismica-el-mayor-sismo-de-lima-28-10>

**FREEMAN. 1932.** Scribd. [En línea] 1932.  
<https://es.scribd.com/document/560137021/Intro-Ducci-On>.

**FUENTES , Jose .** *Análisis comparativo estructural y económico entre dos sistemas estructurales en edificios de hormigón armado de mediana altura ubicados en zonas de alto peligro sísmico. Tesis (Ingeniero Civil)*

Guayaquil Ecuador : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2020.

Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/14424>

**HERNANDEZ, Miguel.** *Revisión estructural de un edificio de concreto reforzado de 7 niveles construido en la Ciudad de México.*

Mexico D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México, 2012.

Disponible en  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/5162/1/Tesina%20-%20CD.pdf>

**JAVIER, Omar.** 360 en Concreto- Argos. [En línea] 2020 (fecha de consulta) 25 de enero del 2022. Disponible en <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/usuarios-frecuentes-sistemas-combinado-y-dual>.

**LLANOS, Alex.** *Diseño estructural de una edificación de seis pisos, mediante un análisis lineal controlado por derivas inelásticas y una comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica de pushover.*

Quito : Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional, 2015.

Disponible en <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10782>

**LUQUE, CHOQUE.** *Análisis estático no lineal y evaluación del desempeño sísmico de un edificio de 8 niveles diseñado con la norma E.030.* Arequipa,

Peru : Universidad Nacional de san Agustín de Arequipa , 2019.

Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8866>

**MORALES, Roberto.** *Diseño en Concreto Armado.* Lima. 1ª Edición Instituto de la construcción y gerencia, 2013.331 pp

**NRS-10. 2010.** *Reglamento Norma sismoresistente - Colombia.*

Colombia., 2010.130 pp

Disponible en [https://nuevaleyegislacion.com/files/susc/cdj/conc/nsr\\_10.pdf](https://nuevaleyegislacion.com/files/susc/cdj/conc/nsr_10.pdf)

**QUESTIONPRO.** Investigación mixta. Qué es y tipos que existen. [En línea] 3 de Febrero de 2022. (Fecha de consulta) 5 de marzo del 2022

Disponible en <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-mixta/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20mixta%20es%20una,de%20estos%20m%C3%A9todos%20por%20separado..>

**RODRIGUEZ, Daniela.** Investigación básica: características, definición, ejemplos.

[En línea] 17 de Setiembre de 2020. (Fecha de consulta) 5 de marzo del 2022

Disponible en <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>.

**SILGADO. 1978.** *El mayor sismo de lima 28/10/1746* (en línea) el 25 octubre del 2019 (fecha de consulta) 25 de enero del 2022.

Disponible en <http://www.cismid.uni.edu.pe/efemeridessismica-el-mayor-sismo-de-lima-28-10>

**REVISTA EIA.** *Sistema de control de respuesta sísmica de edificaciones.* Diciembre 2006.

Medellín (Colombia): Escuela de ingeniería de Antioquia

ISSN: 1794-1237

**SURVEYMONKEY. 2022.** ¿Qué es la investigación no experimental? [En línea] 23 de Febrero de 2022.

Disponible en <https://es.surveymonkey.com/mp/que-es-la-investigacion-no-experimental/>.

**REVISTA:** *Ingeniería Sísmica . Una revisión crítica de la práctica de diseño por sismo de estructuras en México.* **2016.** No. 94 27-48, pág. 22.

ISSN: 0185-092X

**SANCHEZ & VARGAS. 2018.** *Análisis y diseño de edificios de concreto armado considerando la rigidez efectiva de sus elementos estructurales.*

Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624981>

### ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables

**Título** : Análisis estructural de un edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.

**Autores** : Olivera Guevara, Eduar.  
Tuesta Ríos, Carlos.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización de las variables			Método
			Variables	Dimensiones	Indicadores	
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál es el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021?</p> <p><b>Problemas específicos</b> 1. ¿De qué manera se verifica el sistema estructural y el factor de reducción de fuerzas sísmicas del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021? 2. ¿De qué manera se verifica las distorsiones máximas</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> 1. Verificar el sistema estructural y determinar el factor de reducción de fuerzas sísmicas del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021. 2. Verificar las distorsiones máximas de</p>	<p><b>Hipótesis general</b> El análisis estructural efectuado, influye en el comportamiento de la estructura del edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2022.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> 1. En el sistema estructural, el factor de reducción de fuerzas sísmicas influye en el estudio del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021. 2. Las distorsiones máximas de</p>	<b>V. Independiente Análisis estructural</b>	Comportamiento sísmico	Fuerzas	<p><b>Enfoque:</b> Mixto (Cuantitativo–investigativo)</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Básico.</p> <p><b>Alcance:</b> Explicativo.</p> <p><b>Población:</b> corresponde a la totalidad a las edificaciones menores de (04) niveles de la Av. Héroes del Cenepa, Bagua.</p> <p><b>Muestra:</b> Edificio de concreto armado de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, el mismo que es representativo.</p> <p><b>Diseño de instrumentos:</b></p>
					Desplazamientos	
				Sistemas estructurales	Trasmisión de cargas	
					Pórticos	
					Dual	
				Vulnerabilidad sísmica	Gravedad del daño estructural	
					Ingeniería sismo resistente	
					Ingeniería basada en el desempeño	
				Desempeño sísmico	Estado límite de daño	
					Seguridad de los ocupantes	
					Funcionalidad del edificio	
				Diseño basado en el desempeño	Esquemas de evaluación	
					Comportamiento de la edificación	
	Estimación de daños					
Análisis sísmico	Evaluar los resultados					
	Evaluación respecto a Normas E030					
	Sistema estructural					
	Análisis dinámico					
	Aceros positivos y negativos					

<p>de entrepiso de acuerdo a la Norma E030 del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021?</p> <p>3. ¿Cómo se obtiene el cortante basal estático-dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021?</p> <p>4. De qué forma se verifica si las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al Estudio de mecánica de suelos del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021</p>	<p>entrepiso de acuerdo a la Norma E030 (2018) del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p> <p>3. Determinar el cortante basal estático-dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p> <p>4. Verificar si las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al Estudio de mecánica de suelos del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p>	<p>entrepiso de acuerdo a la Norma E030 (2018), son fundamentales en el estudio del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p> <p>3. El cortante basal estático-dinámico y su factor de escalamiento de fuerzas en ambas direcciones influye en el comportamiento del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p> <p>4. Las dimensiones de la cimentación cumplen con las presiones máximas admisibles de acuerdo al Estudio de mecánica de suelos del edificio de cuatro niveles de la municipalidad Provincial de Bagua, 2021.</p>	<p style="text-align: center;"><b>V. Dependiente</b></p> <p style="text-align: center;">Edificio de concreto armado</p>	<p>Elementos verticales, comprimidos y rectos</p>	<p>Columnas</p> <p>Pilares (sección poligonal)</p> <p>Pilote (cimentación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recopilación de textos especializados sobre el tema.</li> <li>- Revisión de conceptos sobre edificaciones de concreto armado.</li> <li>- Revisión de las Normas técnicas de estructuras del Reglamento Nacional de Edificaciones.</li> <li>- Análisis con métodos aproximados y empleo de sistemas informáticos de ingeniería.</li> </ul> <p><b>Procesamiento de la Información:</b> Cálculos efectuados con los programas informáticos ETABS y SAFE, los mismos que serán organizados y presentados mediante tablas o gráficos.</p>
				<p>Elementos horizontales, flexionados y rectos</p>	<p>Vigas</p> <p>Dinteles</p> <p>Zapata corrida para cimentación</p> <p>Correa de sustentación</p>	

## ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos

### Ubicación Geográfica.

En la descripción del proyecto a investigar es un edificio de uso destinado a oficinas, que se encuentra ubicado en el Departamento de Amazonas, en la provincia de Bagua, sede central de la municipalidad provincial de Bagua, en lo cual está comprendido por un área de 760.34 m<sup>2</sup> aproximadamente, también se puede estimar que es un terreno muy llano en la vista en planta.



**Figura 26:** Ubicación del edificio donde se realizó la investigación.

**Fuente:** Elaboración propia



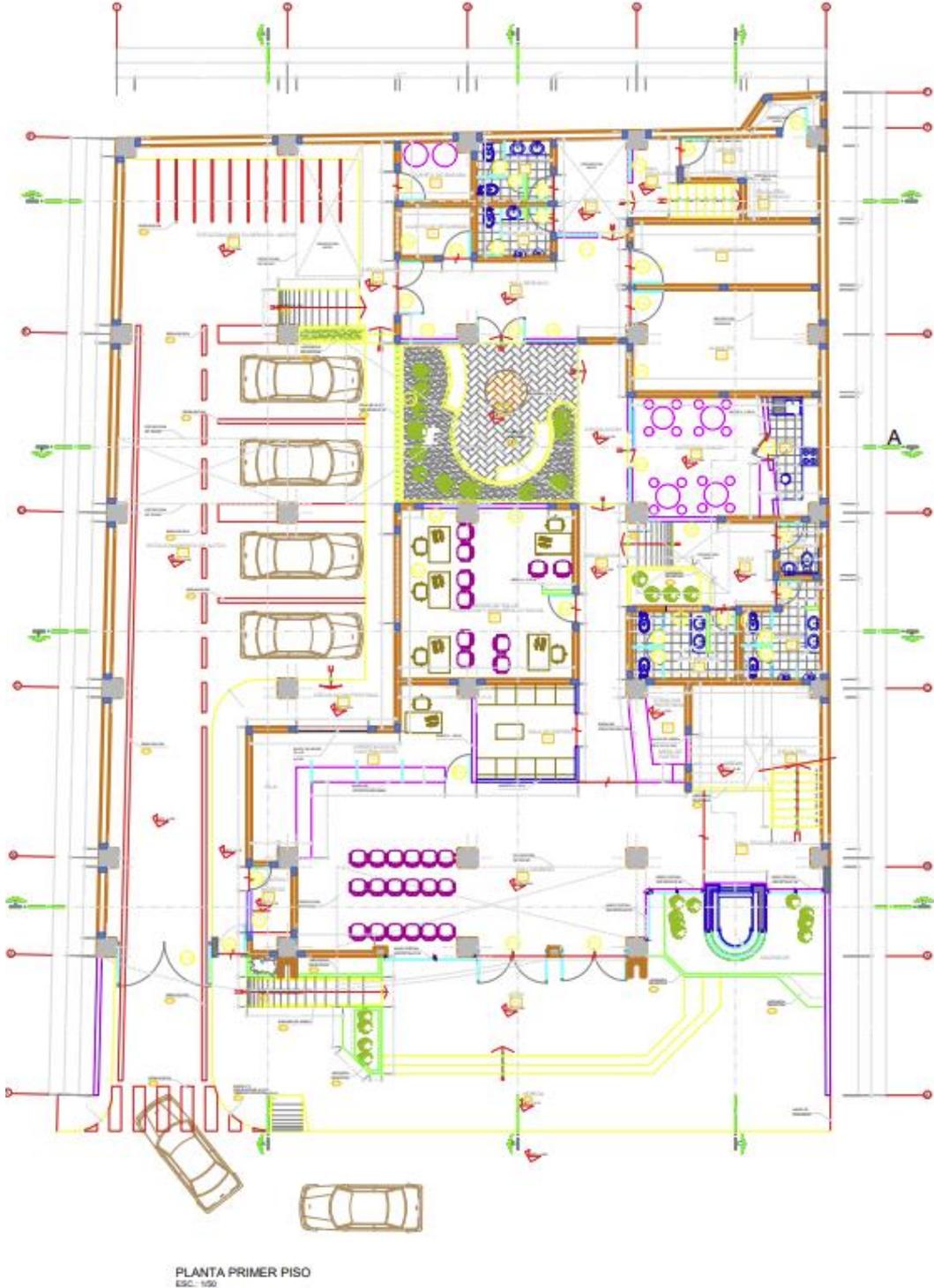
**Figura 27:** Vista actual del edificio de investigación.

**Fuente:** Elaboración propia

### **Descripción arquitectónica**

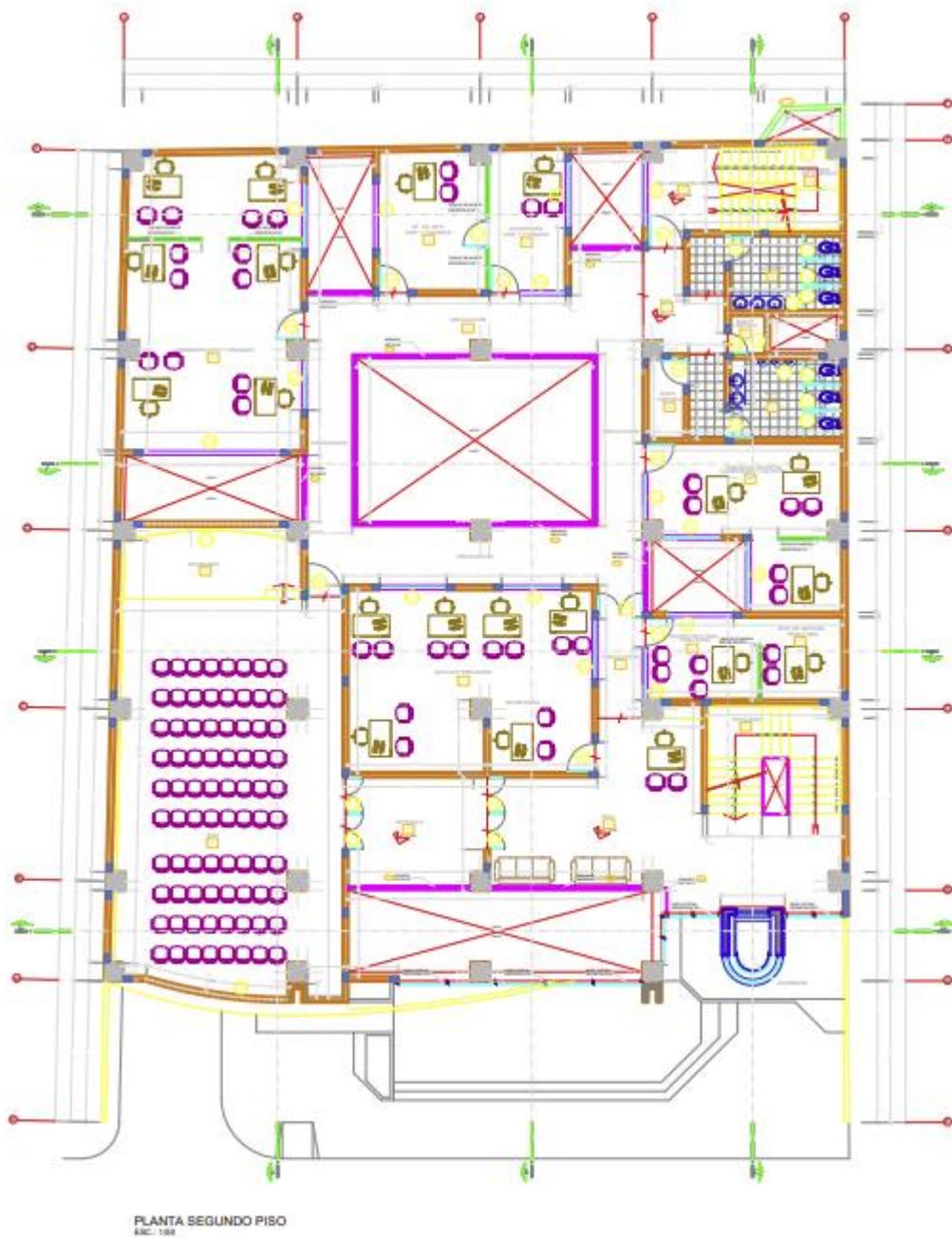
El edificio, en el primer nivel una parte está destinada para uso de estacionamiento y la otra parte restante para uso de oficinas para la atención al público, y los pisos superiores hasta el 4º piso también comprendidos para usos de oficinas de gestión documentarias de la municipalidad, y la descripción de usos de sus ambientes esta descrito en los planos de arquitectura. También cuenta con un ascensor y una escalera con fines de circulación para las personas que la habitan, finalmente la altura del edificio del palacio municipal es de 18.30 m desde el nivel piso terminado, el primer nivel tiene una altura de 4.40 m y los pisos superiores cuentan con desplante entre piso de una altura de 3.20 m.

En las figuras siguientes nos muestra la descripción arquitectónica en planta del edificio, los cuales fueron óptimo para el desarrollo de mi investigación en el análisis estructural que fueron realizadas en el software ETABS.



**Figura 28:** Vista en planta del primer nivel del edificio.

**Fuente:** Elaboración propia.



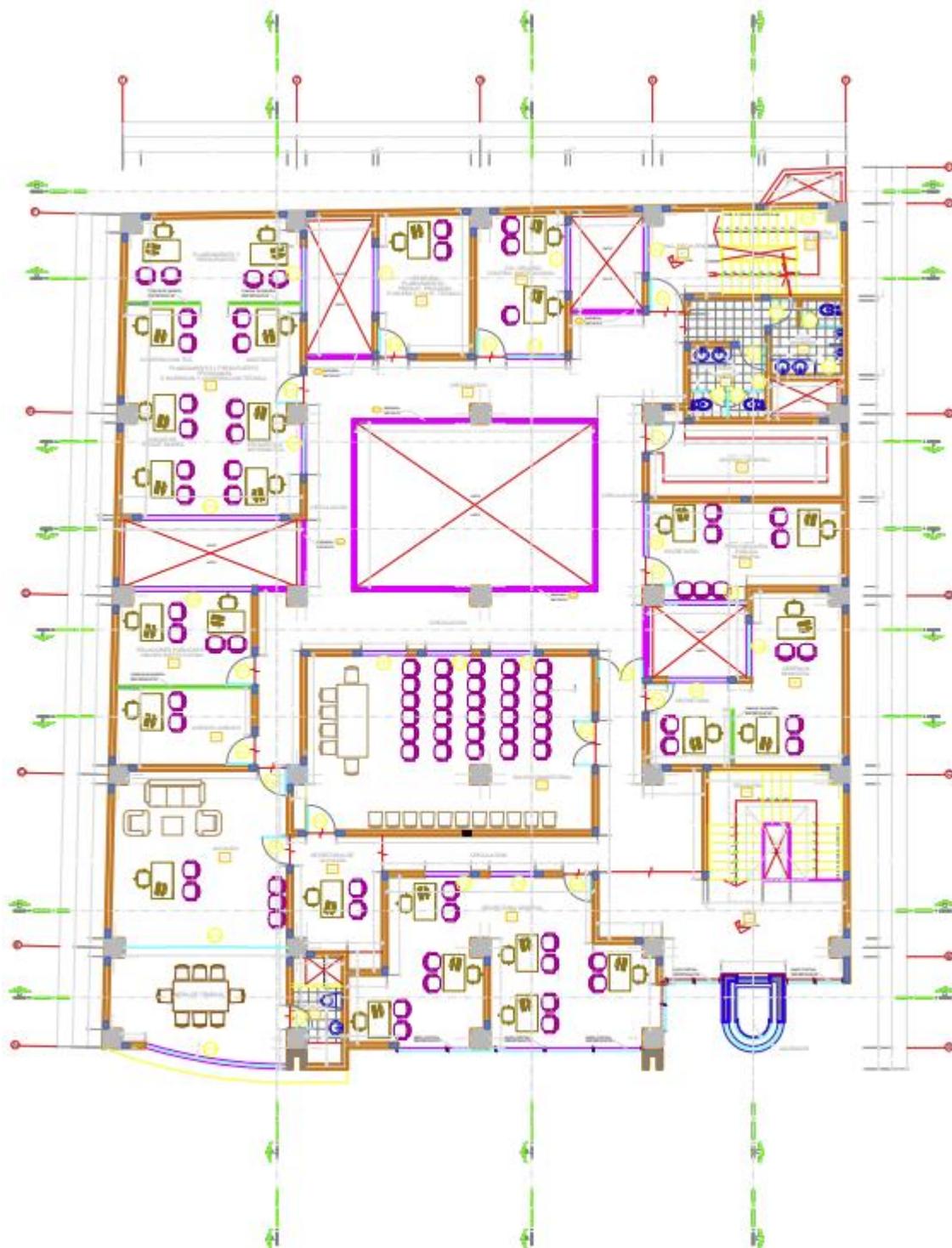
**Figura 29:** Vista en planta segundo nivel – Arquitectura.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 30:** Vista en planta tercer nivel – Arquitectura.

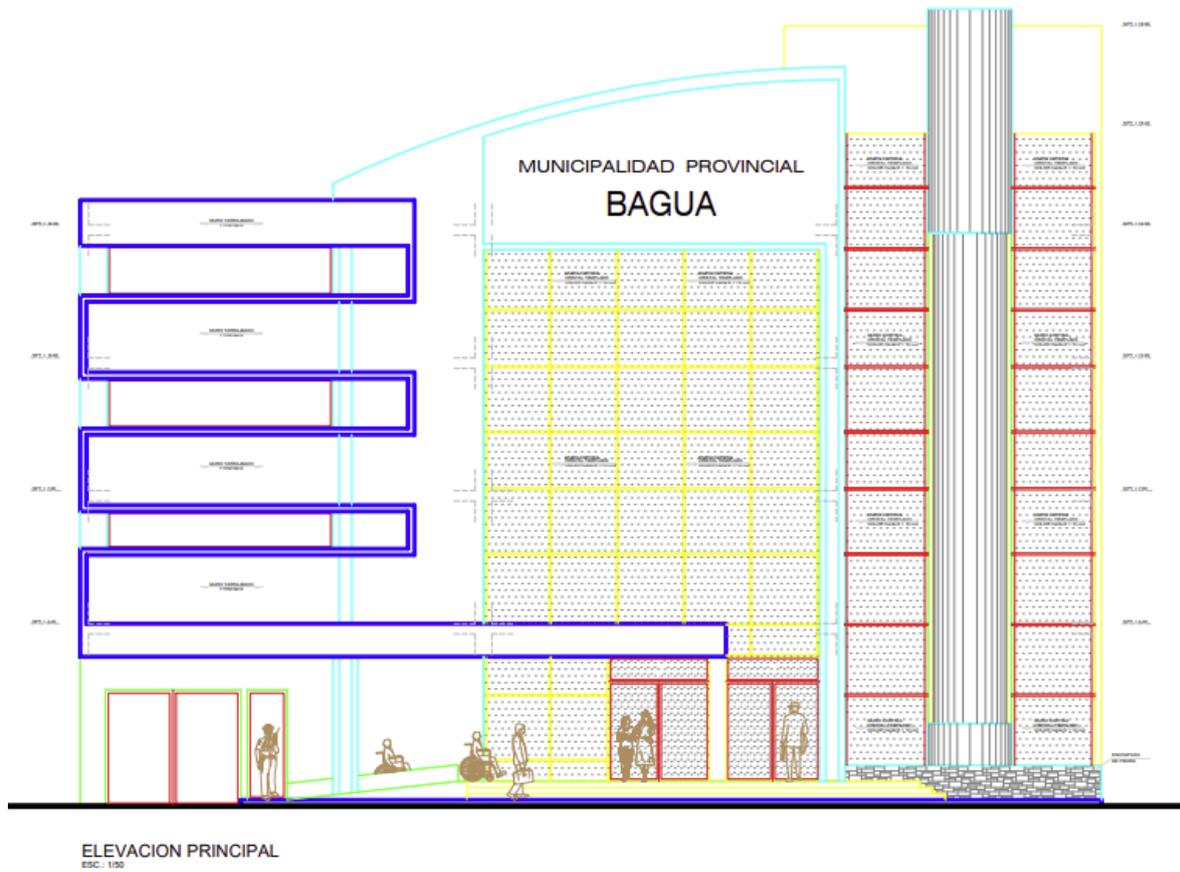
**Fuente:** Elaboración propia



PLANTA CUARTO PISO  
ESC.: 1/50

**Figura 31:** Vista en planta cuarto nivel – Arquitectura.

**Fuente:** Elaboración propia

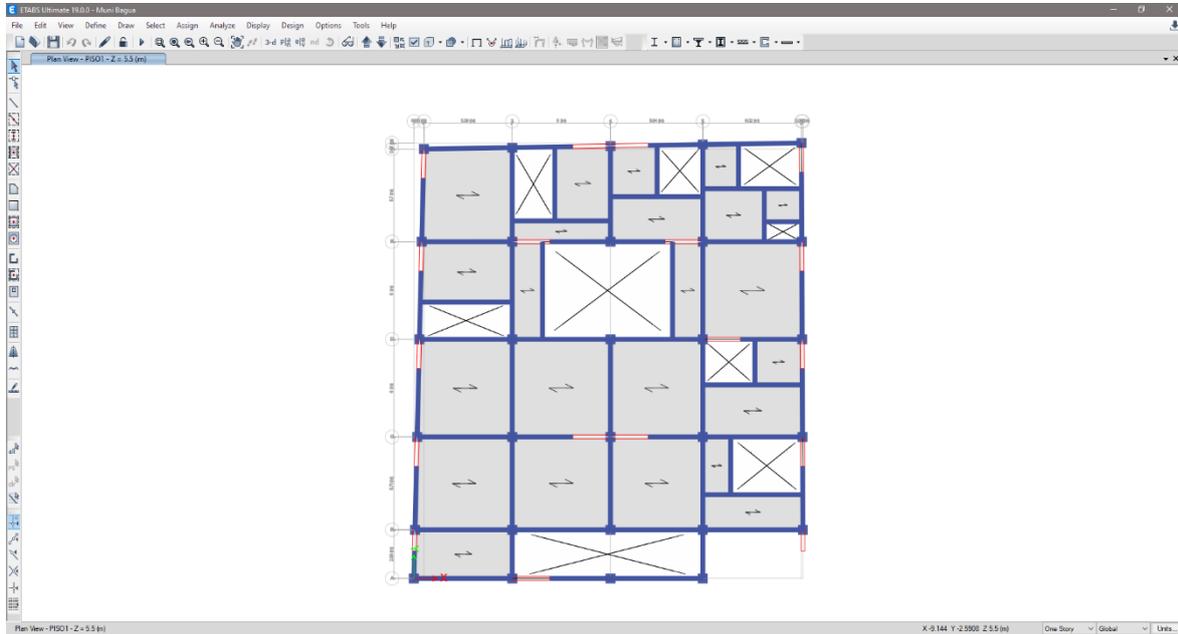


**Figura 32:** Vista Elevación principal del edificio.

**Fuente:** Elaboración propia.

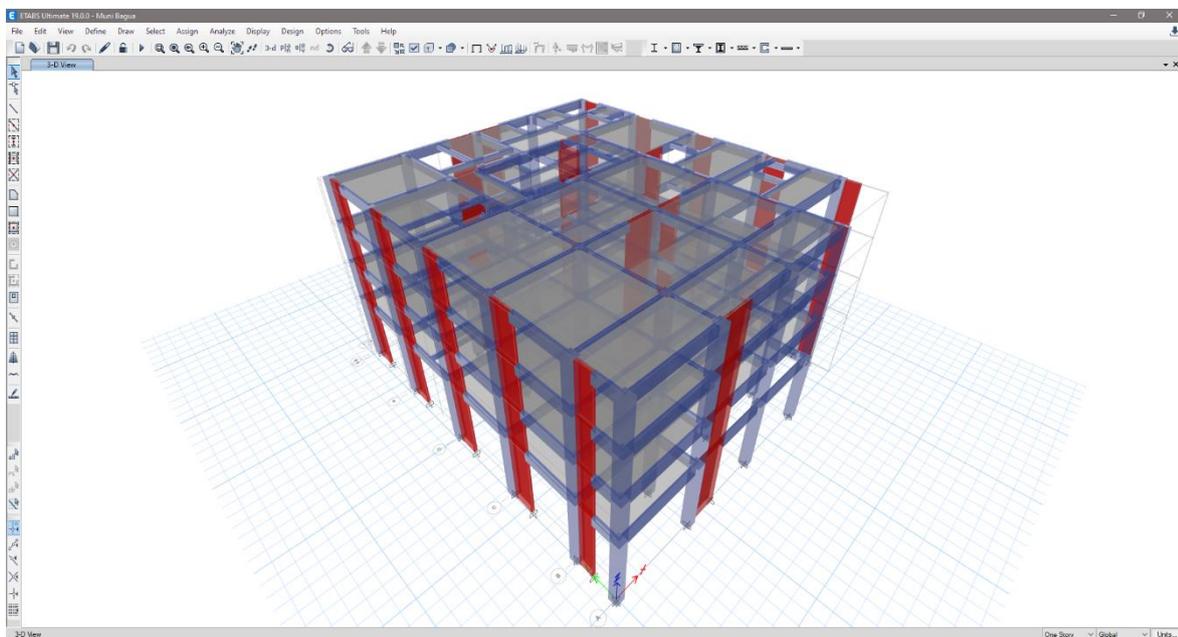
## ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos

Modelamiento del edificio en el programa informático ETABS y SAFE



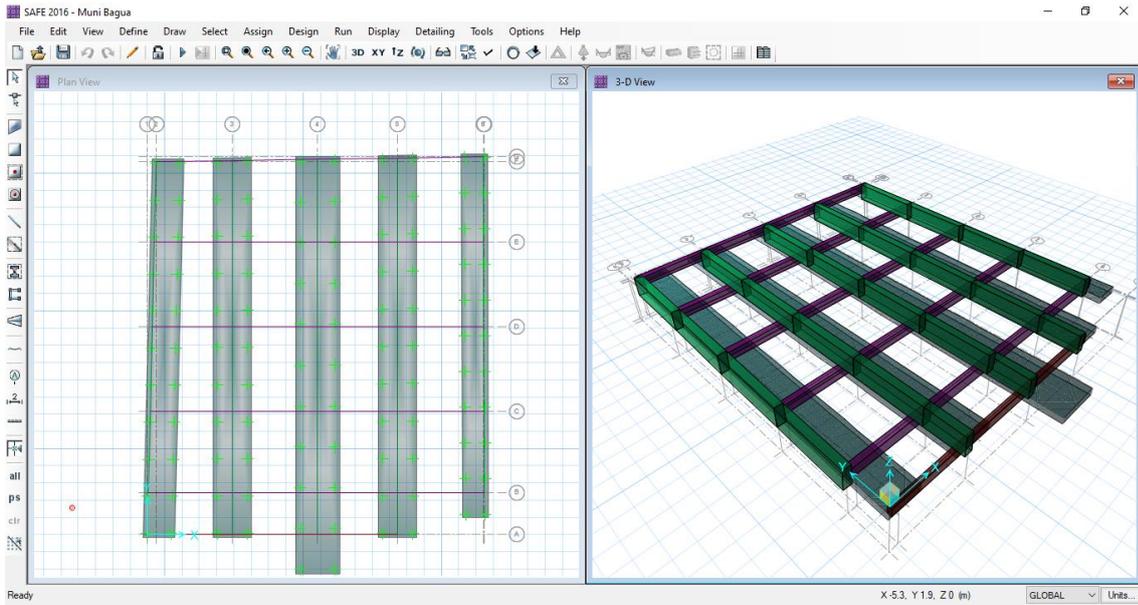
**Figura 33:** Vista en planta del edificio el software ETABS.

**Fuente:** Elaboración propia.



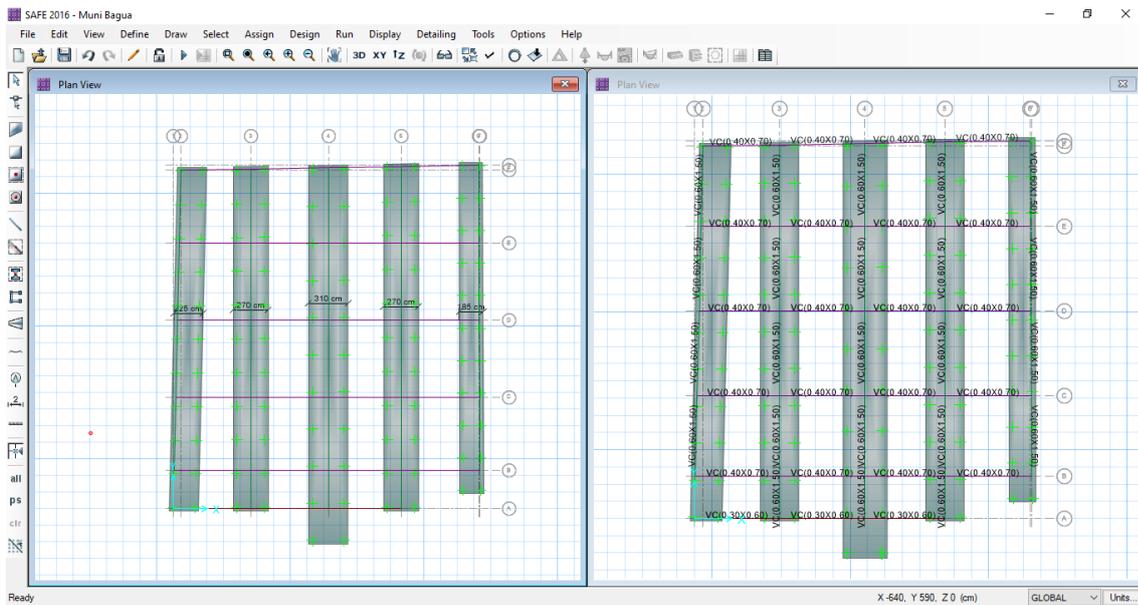
**Figura 34:** Vista tridimensional del edificio en el software ETABS.

**Fuente:** Elaboración propia



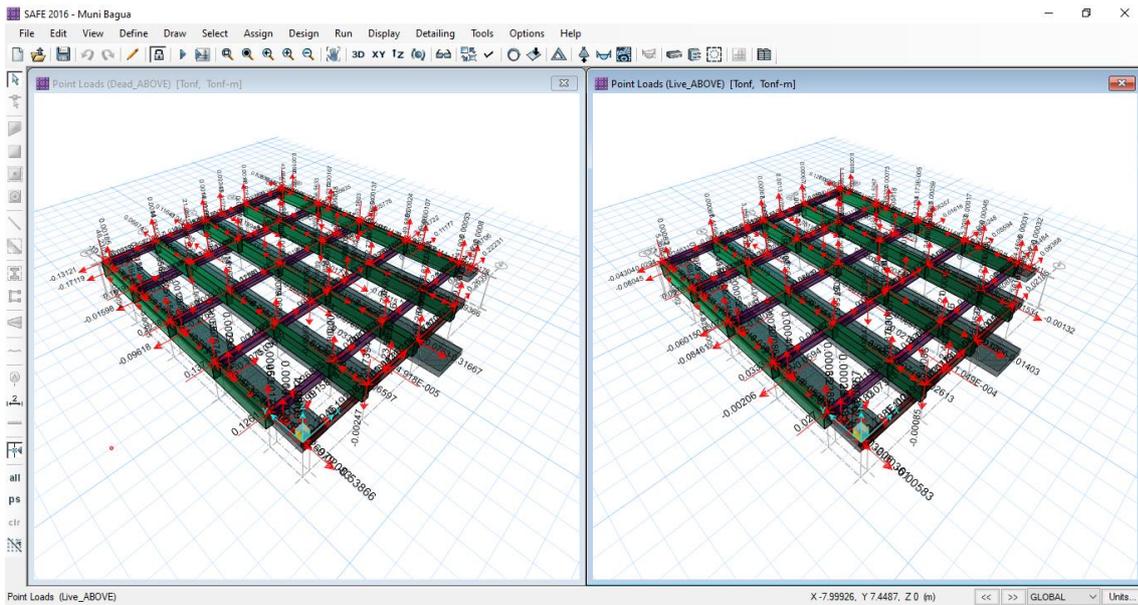
**Figura 36:** Modelamiento de la cimentación en el software SAFE.

**Fuente:** Elaboración propia.

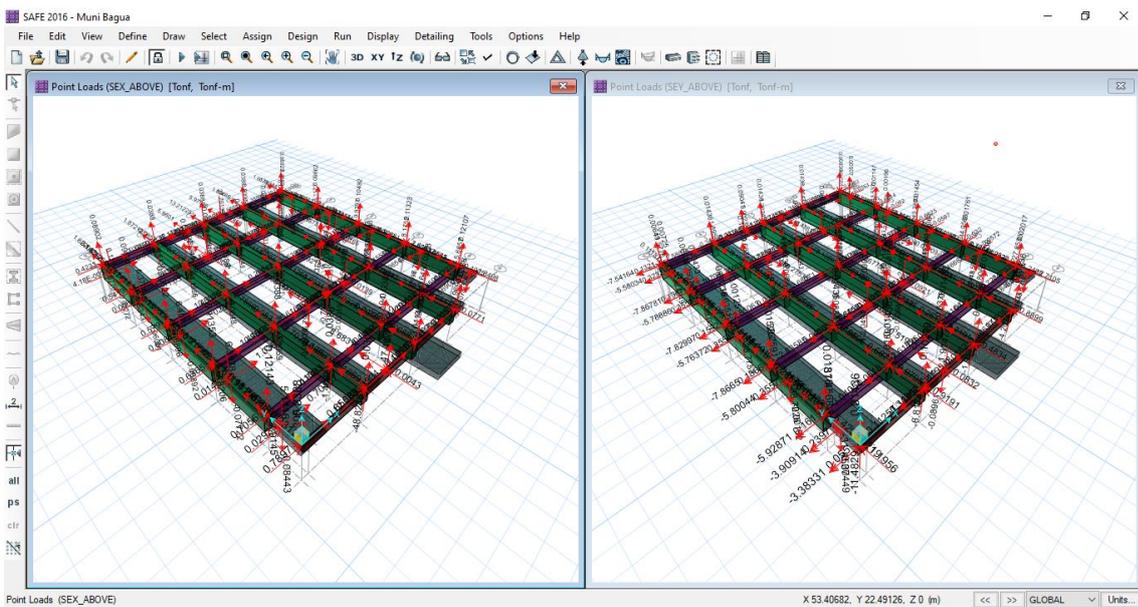


**Figura 35:** Dimensiones de zapatas corridas y vigas de cimentación.

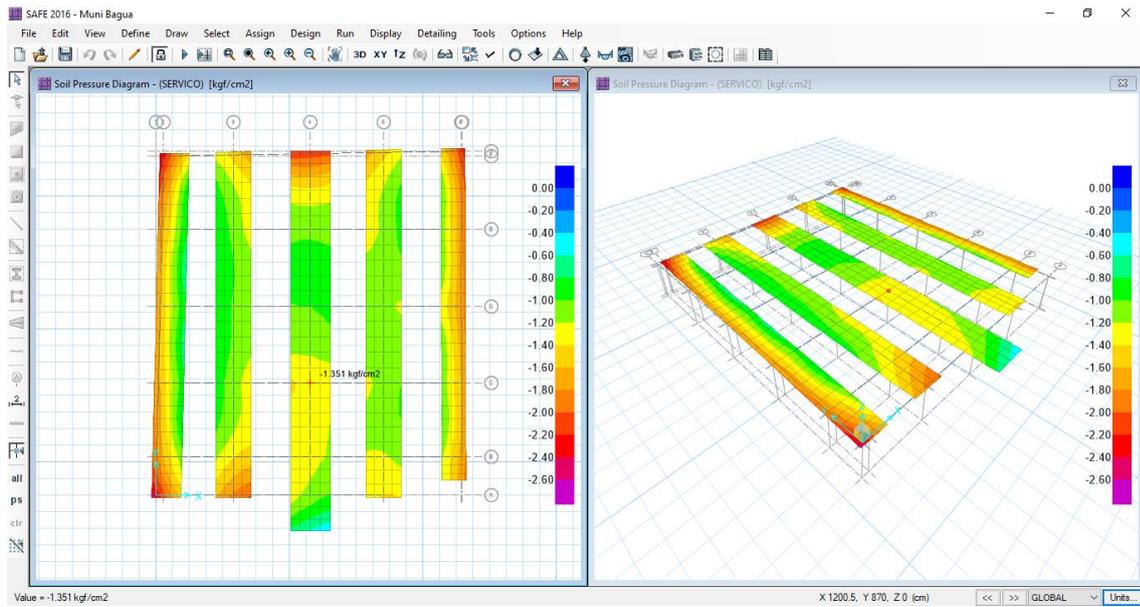
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 38:** Carga Muerta y Carga Viva exportada del software ETABS.  
**Fuente:** Elaboración propia.

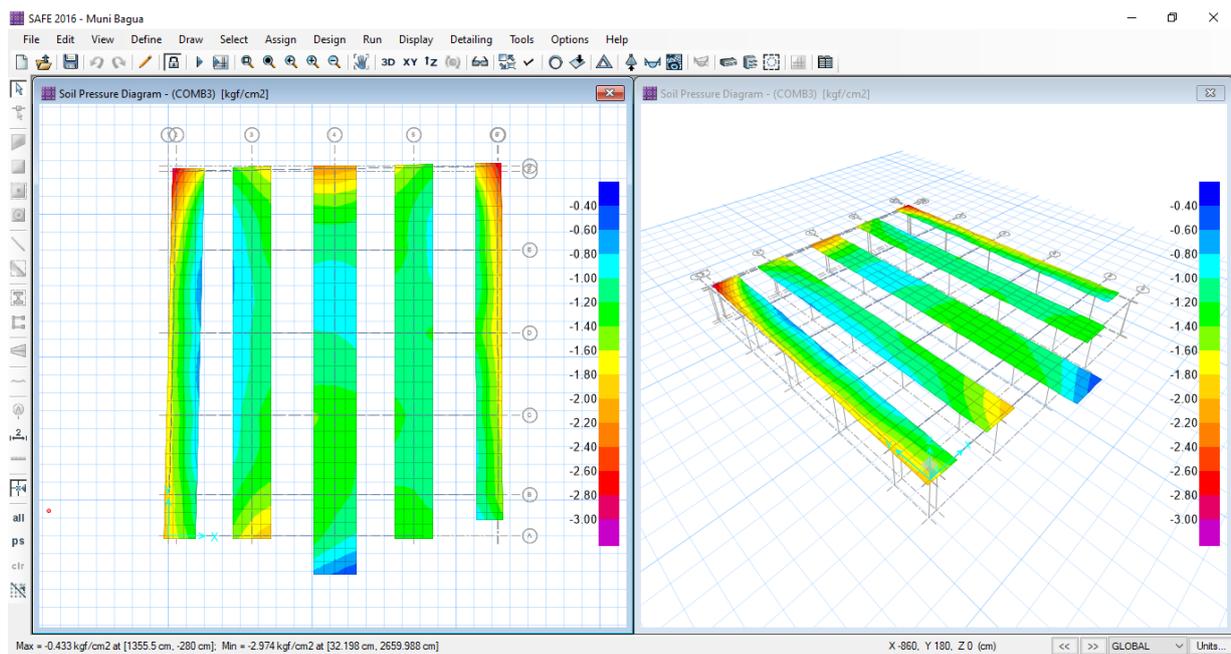


**Figura 37:** Cargas de sismo e X e Y exportadas del software ETABS.  
**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 40:** Presiones del suelo por cargas de servicio.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 39:** Presiones del suelo por cargas de sismo en la dirección Y-Y.

**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 4: Instrumento de recolección de datos

Estudios basicos de mecanica de suelos



**GEOTECNIA**  
**DEL PERÚ** S.A.C.

**BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVÁRA**

### PROYECTO:

**“CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL  
PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA, DISTRITO  
DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -  
DEPARATAMENTO ‘AMAZONAS”**



---

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046

---



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** s.a.c.

# INFORME TÉCNICO

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**PROYECTO:**

**“CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO  
MUNICIPAL DE BAGUA, DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA  
DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS”**

**UBICACIÓN:**

**DISTRITO DE BAGUA  
PROVINCIA DE BAGUA  
DEPARTAMENTO DE AMAZONAS**

**SOLICITA:**

**BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
ESPECIALISTA**

**ING. JORGE L. ZAPATA CASTILLO  
C.I.P N° 68428.**

**28 DE ENERO DEL 2022**

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

*Jorge L. Zapata Castillo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 68428

---

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



CUADRO DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
<b>Profesional Responsable (PR):</b> ING. JORGE ZAPATA CASTILLO Ing. Civil CIP: 68428
<b>Tipo de Cimentación:</b> Superficial, Zapatas Cuadradas
<b>Estrato de apoyo de la cimentación:</b> - CL. - Arcillas Inorgánicas de Media Plasticidad
<b>Profundidad de la Napa Freática:</b> No se encontró la presencia del nivel freático en la calicata a una profundidad de 3.00 m.
<b>Fecha:</b> Febrero de 2022
<b>Parámetros de Diseño de la Cimentación</b> Profundidad de cimentación máximo: 1.50 m. Presión Admisible Menor: 0.902 - kg/cm <sup>2</sup> . Factor de seguridad por corte (estático, Dinámico): 3.00 Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable, Menor: 0.45 cm.
<b>Parámetros Sísmicos del Suelo (De acuerdo con la Norma E.030)</b> Zona Sísmica: Zona 2, Z=0.25 Tipo de Perfil de Suelo: Tipo S3 - Suelos Flexibles Factor del suelo (S): 1.40 Periodo TP (s): 1.00 seg. Periodo TL (s): 1.60 seg.
<b>Agresividad del Suelo a la Cimentación</b> CONTENIDO DE CLORUROS - CONTENIDO DE SULFATOS 180.37 ppm , 201.23 ppm Sin Ataque perjudicial: Usar cemento tipo (I)
<b>Problemas del Suelo a la Cimentación</b> Licuación: NO PRESENTA RIESGO Colaso: SUELO NO COLAPSABLE Expansión: NO PRESENTA
<b>Indicaciones Adicionales</b> NINGUNA

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

*Jorge L. Zapata Castillo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 68428

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



### 3.- ENSAYOS DE LABORATORIO

En la campaña de exploración del suelo se tomaron muestras de los diferentes estratos de cada calicata excavada, para su posterior clasificación en el laboratorio de mecánica de suelos.

Como se mencionó, la calicata fue distribuida de tal manera de poder obtener un registro de la estratigrafía de los suelos que estarán en contacto con la cimentación de las futuras estructuras y determinar el material que funcionará como suelo de fundación.

La ubicación de la excavación manual, ejecutada, se muestra distribuida en el croquis que se adjunta en el Anexo E, además en el panel fotográfico en el Anexo F, se pueden observar la secuencia de ejecución de la calicata ejecutada y su perfil estratigráfico.

Para las muestras representativas obtenidas durante la investigación geotécnica se propuso un programa que incluía ensayos de laboratorio de suelos para la determinación de propiedades índice, clasificación y ensayos especiales para la determinación de parámetros de resistencia y deformación de suelos, los cuales fueron realizados en nuestro laboratorio de mecánica de suelos, de acuerdo a las Normas Estándares de la American Society for Testing and Materials.

- Análisis Granulométrico Norma ASTM D 422.
- Clasificación de Suelos Norma ASTM D 2487.
- Límite Líquido Norma ASTM D 423.
- Límite Plástico Norma ASTM D 424.
- Contenido de Humedad Natural Norma ASTM D 2216.
- Ensayo de Corte Directo Norma ASTM D-3080

De la excavación manual a cielo abierto se obtuvo una muestra representativa de los diferentes estratos encontrados de la clasificación por inspección manual visual a lo largo de todo el perfil estratigráfico

Las muestras fueron obtenidas de la siguiente forma: Calicata C – 01 (01 Muestras)

El registro de estos ensayos es presentado en los Anexos.

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

*Jorge L. Zapata Castillo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 68428



### 3.1 Ensayos de propiedad índice

Durante la etapa de investigación geotécnica, se ha ejecutado 01 ensayo de propiedades índices con la finalidad de caracterizar los materiales encontrados y de esta manera determinar su clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Tabla 1. Contenido de Humedad C-1, M-1.

MUESTRA	HUMEDAD (%)	PROFUNDIDAD (m)
M-1	15.82	0.10 – 3.00

Nota: Se muestra los resultados de los ensayos de humedad realizados en el laboratorio.

Tabla 2. Perfil Estratigráfico C-1.

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		MATERIAL DE RELLENO		PT	
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
0.95					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

Página 1

ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, SIN PRESENCIA DE GRAVA, DE COLOR MARRON, DE CONSISTENCIA SEMI COMPACTA, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA.

M-1

CL

A-6(7)

Nota: Esta tabla muestra el perfil estratigráfico de la calicata

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 60329



### 3.2 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico en los suelos fue realizado para evaluar la distribución del tamaño de partículas de los materiales de relleno existente y de los materiales que subyacen y que serán afectados por el bulbo de presiones generado por las cargas de las estructuras involucradas. De los resultados de los análisis granulométricos a las muestras inalteradas extraídas de la calicata se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Análisis Granulométrico C-1.

MUESTRA	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	S.U.C.S	AASHTO	PROF. (m)
M-1	0.0	24.3	75.7	CL	A-6(7)	0.10 – 3.00

Nota: Esta tabla muestra el perfil estratigráfico de la calicata

### 3.3 Límites de Atterberg

Los ensayos de límites de Atterberg se realizaron con la finalidad de evaluar características de plasticidad.

Tabla 2. Límites de Consistencia C-1.

MUESTRA	LÍMITES DE ATTERBERG			POTENCIAL DE EXPANSIÓN	PROFUNDIDAD (m)
	LÍMITE LÍQUIDO (LL)	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		
M-1	27.31	14.71	12.60	MEDIO	0.10 – 3.00

Nota: Esta tabla muestra el resultado de los límites de consistencia de la calicata, la cual presenta un grado de expansión bajo.

Índice de Plasticidad	Grado de Expansión
0 - 10	Bajo
10 - 20	Medio
20 - 30	Alto
>30	Muy Alto



GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS  
Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 66429



### 3.4 Corte Directo

Obtenidas las muestras inalteradas representativas para su análisis en el laboratorio se prosiguió a ejecutar los ensayos de Corte Directo en las muestras inalteradas con la finalidad de encontrar sus parámetros de resistencia del material estudiado, que servirán para el diseño de la cimentación, habiéndose obtenido sus parámetros de resistencia para la determinación de su capacidad portante por ensayos de corte directo además de acuerdo al material existente a partir de dicha profundidad

Los ensayos de Corte Directo, se realizaron en los materiales que conforman el suelo del primer estrato corresponde a Arcillas Inorgánicas (CL). Los parámetros de resistente efectivos son  $20.30^\circ$  y  $0.11\text{Kg/cm}^2$ .

*Tabla 3. Corte Directo.*

Angulo de Friccion Interna	20.3°
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.11

**Nota:** Esta tabla muestra el resultado del ensayo de Corte Directo de la calicata.

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS  
*Jorge L. Zapata Castillo*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 69428



## 5.2 Otros Parámetros Geotécnicos

### 5.2.1 Agresividad química del suelo a la cimentación

De acuerdo con los resultados de los análisis químicos realizados en la campaña, se ha determinado que el suelo de fundación presenta una agresividad INSIGNIFICANTE a la fundación, ya que los contenidos de sulfatos solubles ( $SO_4$ ) son MÍNIMOS conforme a la tabla 4.4 de la Norma E060 del RNE y para el ACI 318-14 los resultados se ubican dentro de la categoría S y clase S2 conforme a la tabla 19.3 .1.1. En cuanto a la exposición de iones de cloruro, los contenidos obtenidos son menores a los mostrados en la tabla 5 de la Norma E060 del RNE y para el ACI 318-14 verificar la tabla 19.3 .1.1 en la cual se observa una clasificación como categoría C clase C-1 y en la tabla 19 .3 .2.1 la cantidad máxima de iones de cloruro solubles en agua. En cuanto al contenido de sales solubles, estas presentan una agresividad insignificante. Por todo lo anterior se recomienda el uso de Cemento Tipo I, con una relación de agua/cemento como máximo de 0.45

**TABLA 4.4  
REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS**

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua ( $SO_4$ ) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato ( $SO_4$ ) 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	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$10000 < SO_4$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

\* Cuando se utilicen las Tablas 4.2 y 4.4 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.

**Tabla 5. Análisis Químicos.**

ENSAYO	RESULTADOS		NORMA
	P.P.M	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBES	422.33	0.04	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	201.23	0.02	NTP 3339.178 / AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	180.37	0.02	NTP 339.177 / AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	-	-	NTP 339.176 GEOTECNIA DEL PERÚ SAC SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

**Nota:** Esta tabla muestra el resultado del Análisis Químicos de la calicata, los cuales no son perjudiciales para las estructura

**Jorge L. Zapata Castillo**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 66426

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
 DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022  
 CALICATA : 01  
 PROFUNDIDAD : 0.10 - 3.00

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		MATERIAL DE RELLENO			PT
0.20		ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, SIN PRESENCIA DE GRAVA, DE COLOR MARRON, DE CONSISTENCIA SEMI COMPACTA, NO SE ENCONTRO LA PRESENCIA DE LA NAPA FREATICA.	M-1	CL	A-6 (7)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
0.95					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

Observaciones : Tipo de Excavación a cielo abierto

GEOTECNIA DEL PERU SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS



GEOTECNIA DEL PERU S.A.C.  
LABORATORIA  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
 E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
 Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** S.A.C.

SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

Calicata : C - 1  
Muestra : M - 1  
Profundidad : 0.10 - 3.00 m

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 / NTP 339.127 (%)				
PRUEBA N°	1	2	3	
TARRO N°	Z-8	Z-7	Z-1	
PESO DEL TARRO + SUELO HUMEDO (g)	746.00	614.00	690.00	
PESO DEL TARRO + SUELO SECO (g)	654.00	539.68	607.49	
PESO DEL TARRO (g)	72.00	70.00	86.00	
PESO DEL AGUA (g)	92.00	74.32	82.51	
PESO DE SUELO SECO (g)	582.00	469.68	521.49	PROMEDIO
CONTE. DE HUMEDAD (g)	15.81	15.82	15.82	15.82

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 68428



GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C.

Tec. Wilber Regalado Cueva  
LABORATORISTA  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** S.A.C.

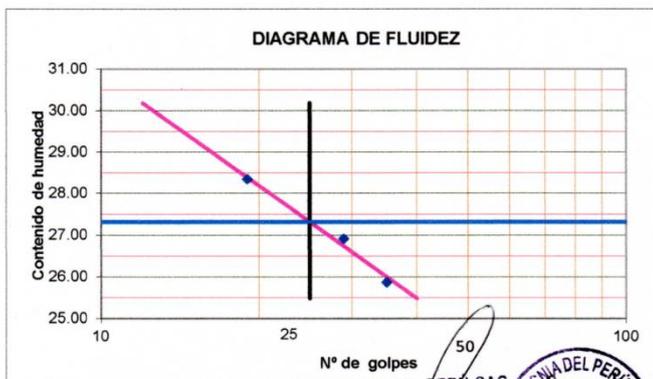
SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
 DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

**ENSAYO DE LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1 Prof: 0.10 - 3.00

Prueba Nº	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara Nº	I	II	A	B	C
Nº de golpes			35	29	19
Tara + suelo humedo	26.68	27.11	23.38	36.70	42.50
Tara + suelo seco (gr)	25.99	26.38	21.30	33.51	40.07
Peso del agua (gr)	0.7	0.7	2.1	3.2	2.4
Peso de tara (gr)	21.38	21.33	13.26	21.66	31.50
Peso suelo seco (gr)	4.6	5.1	8.0	11.9	8.6
Contenido de humed	14.97	14.46	25.87	26.92	28.35

L .Líquido 27.31  
 L .Plástico 14.71  
 I .Plástico 12.60



GEOTECNIA DEL PERU S.A.C  
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 80429



GEOTECNIA DEL PERU S.A.C

Tec. Wilber Regalado Gueva  
 LABORATORISTA  
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
 E-mail: geotecniadelperusac@hotmail.com  
 Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
 DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
 Muestra : M-1 Prof. (m.) : 0.10 - 3.00

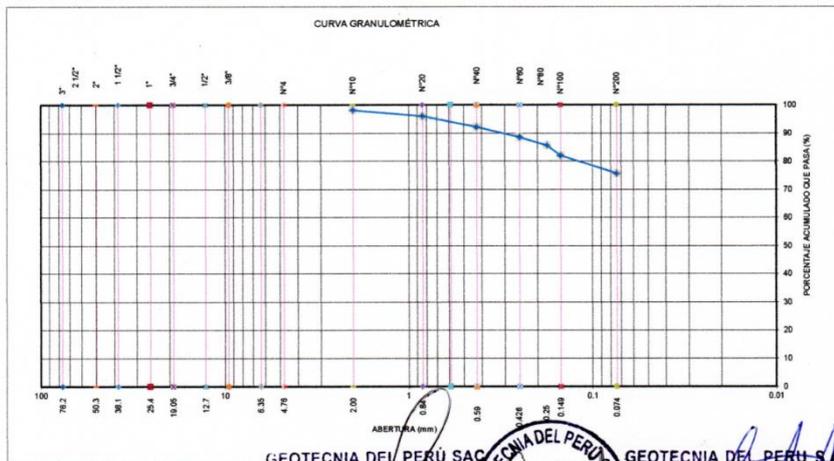
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422**

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial Retenido (%)	Acumulado (%)	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2 1/2"	63.500	-	-	-
2"	50.300	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.400	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-
1/2"	12.700	-	-	-
3/8"	9.525	-	-	-
Nº4	4.760	0.8	-	-
Nº10	2.000	2.4	1.9	98.1
Nº20	0.840	1.8	3.9	96.1
Nº40	0.426	2.6	7.8	92.2
Nº60	0.250	2.8	11.4	88.6
Nº80	0.177	2.2	14.3	85.7
Nº100	0.149	1.6	18.0	82.0
Nº200	0.074	2.1	24.3	75.7
- Nº200		2.1		

% grava	: ---
% arena	: 24.3
% finos	: 75.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Límite Líquido (%)	: 27.31
Límite plástico (%)	: 14.71
Índice Plástico (%)	: 12.60

Clasificación SUCS ASTM D2487 : CL  
 Clasificación AASHTO ASTM D3282 : A-6(7)  
 Contenido de humedad ASTM D-2216 : 15.82 (%)



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante

GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS  
 Jorge L. Zapata Castillo INGENIERO CIVIL CIP. 68428  
 Vº Bº  
 Tec. Wilder Regalado Cueva LABORATORISTA SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
 E-mail: geotecniadelperusac@hotmail.com  
 Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** S.A.C.

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO**

**CUADRO GP - 02**

CALCATA	PROF. (m)	GRANULOMETRIA			LIMITES DE ATTERBERG			EXPANSION GRADO EXPANSION	HUMEDAD %	CLASIFICACION	
		GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP			SUCS	AASHTO
C - 1 M-1	0.10 - 3.00	0.0	24.30	75.70	27.31	14.71	12.6	Medio	15.82	CL	A-6 (7)

INDECI DE PLASTICIDAD	Grado de Expansion
0-10	Bajo
10-20	Medio
20-30	Alto
<-30	Muy Alto

JEOTECNIA DEL PERU SAC  
 SUELOS CONCRETOS Y ASFALTOS  
 Jorge L. Kappata Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 082428

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
 E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
 Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** S.A.C.

SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

**EVALUACION QUIMICA PARA SALES SOLUBLES TOTALES (NTP 339.152)**

Sondeo	Profundidad (m)	SST (ppm)	SST (% peso)	Valor Permisible	Tipos de Exposición	Tipo De Cemento Recomendado
C-1/M-1	0.10 - 3.00	422.33	0.04	1.50	NO PERJUDICIAL	Tipo I

**EVALUACION QUIMICA PARA CLORUROS (NTP 339.177 / AASHTO T291)**

Sondeo	Profundidad (m)	Cloruros (ppm)	Cloruros (% peso)	Valor Permisible	Tipos de Exposición	Tipo De Cemento Recomendado
C-1/M-1	0.10 - 3.00	180.37	0.02	0.10	NO PERJUDICIAL	Tipo I

**EVALUACION QUIMICA PARA SULFATOS (NTP 339.178 / AASHTO T290)**

Sondeo	Profundidad (m)	Sulfatos (ppm)	Sulfatos (% peso)	Valor Permisible	Tipos de Exposición	Tipo De Cemento Recomendado
C-1/M-1	0.10 - 3.00	201.23	0.02	< 0.1	LEVE	Tipo I

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
EIP: 68428



GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C.

Tec. Wilder Regalado Cueva  
LABORATORISTA  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA**  
**DEL PERÚ** S.A.C.

SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
FECHA : 05 DE FEBRERO DEL 2022

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080**

Estado : Remoldeado  
Muestra : M - 1  
Calicata : C - 1

Especimen	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura inicial de muestra (cm)	2.160	2.160	2.160
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.911	1.911
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.650	1.650	1.650
Cont. De humedad inicial	15.82	15.82	15.82
Altura de la muestra antes de aplicar el esuerzo de corte (cm)	2.117	2.042	1.966
Altura final de la muestra (cm)	2.117	2.042	1.966
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.911	1.911	1.911
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.650	1.647	1.644
Contenido de humedad final (%)	15.82	16.03	16.22
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.289	0.553	0.816
Angulo de Friccion Interna	20.3°		
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0.11		

MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
#IP 68428



GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C

Tec. Walder Paganado Cueva  
LABORATORISTA  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



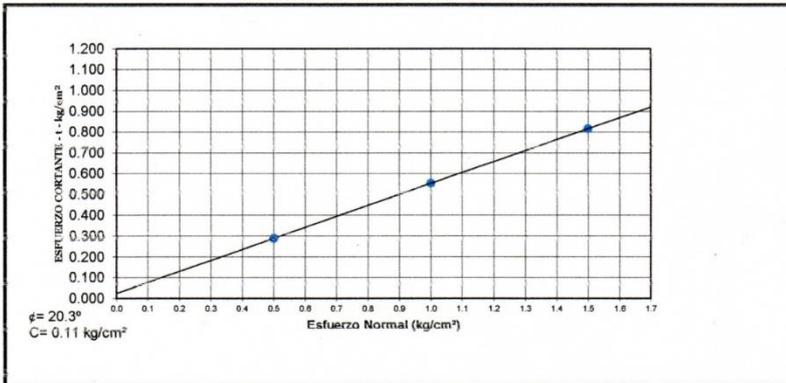
**GEOTECNIA**  
**DEL PERÚ** S.A.C.

SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

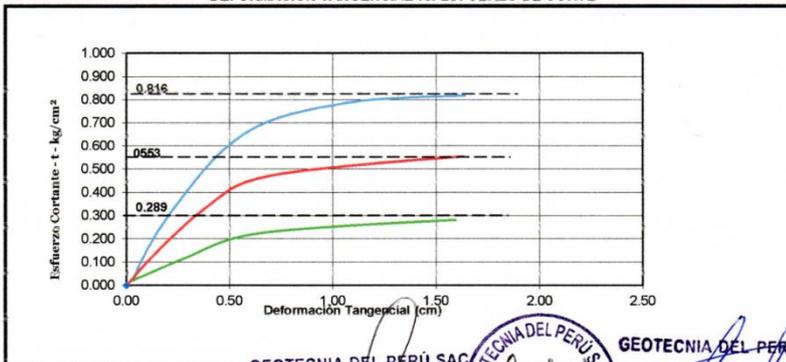
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080**

Estado : Remoldeado                      Calicata : C - 1  
Muestra : M - 1

**ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



**DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



MUESTRA PROVISTA POR EL SOLICITANTE

GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C.  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
INGENIERO CIVIL  
CP 08428



GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C.

Tec. Wilmer Regalado Cueva  
LABORATORISTA  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



SOLICITANTE : BACHILLER EDUAR OLIVERA GUEVARA  
 PROYECTO : CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 : DISTRITO DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -DEPARATAMENTO AMAZONAS  
 FECHA : 28 DE ENERO DEL 2022

CAPACIDAD ADMISIBLE : CALICATA N°01 MUESTRA 01

Según TERZAGUI Y PECK (1967):

$$Q_{ult} = S_c \cdot c \cdot N_c + 0.5 \cdot S_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + S_q \cdot q \cdot N_q$$

$$Q_{adm} = Q_{ult} / FS$$

Calculo de Asentamientos:

$$S_i = B (1 - \nu^2) I_f$$

$E_s$

Parámetros de cálculo	
Angulo de Friccion interna $\phi$	20.3
Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> ) c:	0.11
Densidad del Suelo Natural	1.651
Densidad del Suelo Seco	1.425
Humedad del Suelo (%)	15.82
Factor de Seguridad	3

DATOS DE ASENTAMIENTO:

q : Variable ton/m<sup>2</sup>  
 $\nu$  : 0.25  
 $I_f$  : 112.0 cm/m  
 $E_s$  : 80.0 kg/cm<sup>2</sup>

Coef. de empuje de tierras	
ka	= 0.48
Kp	= 2.06
ko	= 0.65

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA (vesic)				FACTORES DE FORMA			
				Corrid.	Cuad.	Rect.	
$N_c =$	15.12	$N_q/N_c =$	0.44	$S_c =$	1	1.44	0.00
$N_q =$	6.59	$\tan \phi =$	0.37	$S_q =$	1	1.37	0.00
$N_\gamma =$	5.62			$S_\gamma =$	1	0.60	0.00

**Cimentacion Corrida:**

Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qad	$\Delta e$	$\Delta c$	$\Delta adm$
B (m)	L (m)	Df (m)	t/m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm
0.50		0.80	11.50	0.38	0.04	0.80	0.42
0.60		0.80	11.96	0.40	0.04	0.80	0.42
0.70		0.80	12.43	0.41	0.04	0.80	0.42
0.80		0.80	12.89	0.43	0.04	0.80	0.42

**Cimentacion Cuadrada:**

Ancho de Ciment.	Larg. Ciment.	Desplante	Qu	Qad	$\Delta e$	$\Delta c$	$\Delta d$
B (m)	L (m)	Df (m)	t/m <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm
1.00	1.00	1.00	18.05	0.60	0.06	0.80	0.43
1.00	1.00	1.20	20.62	0.69	0.07	0.80	0.44
1.20	1.20	1.50	25.04	0.83	0.08	0.80	0.51
1.80	1.80	1.50	26.71	0.89	0.09	0.80	0.45

GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Jorge L. Zapata Castillo  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 68423



GEOTECNIA DEL PERÚ S.A.C

Tec. Winder Regalado Cueva  
 LABORATORISTA  
 SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
 E-mail: geotecniadelperusac@hotmail.com  
 Cel.: 963 328 498 / 971 138 046



**GEOTECNIA  
DEL PERÚ** s.a.c.

**FOTO Nº 01**

VISTA, PANORAMICA C-1, PARA LA OBRA:  
"CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL  
PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA DISTRITO  
DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -  
DEPARATAMENTO AMAZONAS"



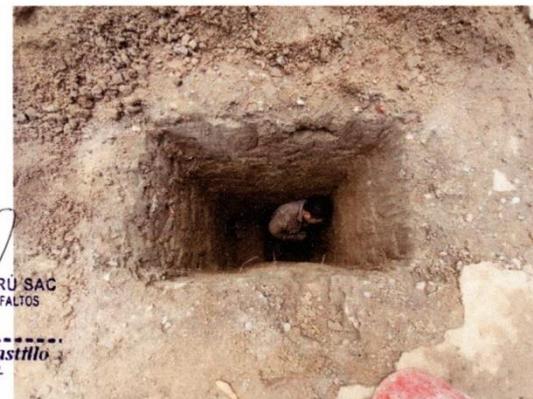
**FOTO Nº 02**

VISTA, PANORAMICA C-1, PARA LA OBRA:  
"CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL  
PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA DISTRITO  
DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -  
DEPARATAMENTO AMAZONAS"



**FOTO Nº 03**

V VISTA, PANORAMICA C-1, PARA LA OBRA:  
"CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL  
PALACIO MUNICIPAL DE BAGUA DISTRITO  
DE BAGUA - PROVINCIA DE BAGUA -  
DEPARATAMENTO AMAZONAS"



GEOTECNIA DEL PERÚ SAC  
SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

*Jorge L. Zapata Castillo*  
INGENIERO CIVIL  
C.P. 68428

Jr. Madre de Dios Cdra. 04 - Bagua - Amazonas  
E-mail: [geotecniadelperusac@hotmail.com](mailto:geotecniadelperusac@hotmail.com)  
Cel.: 963 328 498 / 971 138 046