



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño simorresistente en la ampliación del local
comunal César Vallejo, aplicando concreto residual –
San Juan de Lurigancho 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tacilla Huaripata, Junior Javier (ORCID: 0000-0001-7196-0859)

ASESOR:

Dr. Suarez Alvites, Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Lo dedico a mis padres por las enseñanzas, confianza y apoyo incondicional que han tenido conmigo a pesar de las dificultades que han pasado, de igual manera a mi hermana que siempre ha sido uno de los motivos por el cuál no me he rendido. A todos los involucrados, se los agradeceré

Agradecimiento

Agradezco el apoyo de mi asesor, el Dr. Alejandro Suarez Alvites, quién fue el encargado de fortalecer la investigación y establecer la estructura requerida para la misma.

Índice de Contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de Contenidos..... | iv |
| Índice de Figuras..... | viii |
| Índice de Tablas | xi |
| Resumen..... | xii |
| Abstract..... | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 6 |
| 1.1. Trabajos Previos..... | 7 |
| 1.1.1. Antecedentes Internacionales | 7 |
| 1.1.2. Antecedentes Nacionales | 8 |
| 1.2. Teorías relacionadas al tema..... | 10 |
| 1.2.1. Estudios de suelos para el diseño Sismorresistente..... | 10 |
| 1.2.1.1. Perfil Estratigráfico..... | 10 |
| 1.2.1.2. Capacidad Portante | 11 |
| 1.2.1.3. Granulometría..... | 12 |
| 1.2.1.4. Contenido de Humedad del Suelo | 12 |
| 1.2.2. Predimensionamiento | 12 |
| 1.2.2.1. Dimensionamiento de Vigas | 12 |
| 1.2.2.2. Dimensionamiento de Columnas | 13 |
| 1.2.2.3. Dimensionamiento de Losa Aligerada | 14 |
| 1.2.3. Propiedades mecánicas del concreto modificado..... | 14 |
| 1.2.3.1. Resistencia a la compresión..... | 14 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.2.3.2. | Trabajabilidad | 14 |
| 1.2.3.3. | Módulo de Elasticidad..... | 15 |
| 1.2.3.4. | Relación Agua / Cemento..... | 15 |
| 1.2.4. | Análisis de comportamiento Sísmico | 16 |
| 1.2.4.1. | Metrado de Cargas | 16 |
| 1.2.4.2. | Análisis Sísmico – Ensayo Dinámico..... | 16 |
| 1.2.4.3. | Software ETABS..... | 21 |
| 1.2.4.4. | Momentos flexionantes | 22 |
| 1.2.4.5. | Momentos Cortantes | 22 |
| 1.2.4.6. | Modos de Vibración | 22 |
| 1.2.4.7. | Desplazamientos Laterales | 23 |
| 1.2.5. | Diseño Arquitectónico..... | 23 |
| 1.2.5.1. | Tipología | 23 |
| 1.2.5.2. | Distribución | 23 |
| 1.2.5.3. | Ventilación | 23 |
| 1.2.6. | Diseño Estructural | 24 |
| 1.2.6.1. | Parámetros Normativos | 24 |
| 1.2.6.2. | Dimensiones | 24 |
| 1.2.6.3. | Planos de Detalle..... | 24 |
| 1.2.7. | Calidad del Material | 24 |
| 1.2.7.1. | Procedimiento de Acopio..... | 24 |
| 1.2.7.2. | Ensayo de Abrasión de Los Ángeles | 25 |
| 1.2.7.3. | Guía de Diseño..... | 25 |
| III. | MÉTODO | 26 |
| 2.1. | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. | 27 |
| 2.1.1. | Tipo De Investigación | 27 |
| 2.1.2. | Diseño De Investigación. | 27 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.2. | POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO..... | 27 |
| 2.2.1. | Población..... | 27 |
| 2.2.2. | Muestra..... | 27 |
| 2.3. | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD..... | 28 |
| 2.3.1. | Técnicas. | 28 |
| 2.3.2. | Instrumentos De Recolección De Datos. | 28 |
| 2.3.3. | Validez..... | 28 |
| 2.3.4. | Confiabilidad..... | 28 |
| 2.4. | PROCEDIMIENTO. | 28 |
| 2.4.1. | Calicatas y obtención de muestras..... | 28 |
| 2.4.2. | Levantamiento topográfico..... | 30 |
| 2.4.3. | Estudio en laboratorio de suelos..... | 30 |
| 2.4.4. | Análisis de datos..... | 30 |
| 2.4.5. | Acopio de agregado reciclado..... | 30 |
| 2.4.6. | Cálculos teóricos..... | 31 |
| 2.4.7. | Diseños preliminares..... | 32 |
| 2.4.8. | Ensayos de concreto - Rotura de probetas..... | 32 |
| 2.5. | MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS..... | 32 |
| 2.6. | ASPECTOS ÉTICOS..... | 36 |
| IV. | RESULTADOS..... | 37 |
| 4.1. | Resultados..... | 38 |
| 4.1.1. | Capacidad portante..... | 38 |
| 4.1.2. | Laboratorio de Concreto..... | 38 |
| 4.1.3. | Ensayo de abrasión en máquina de los Ángeles..... | 39 |
| 4.1.4. | Ensayo de Compresión de Concreto..... | 39 |
| 4.1.4.1. | Resultados a 7 días de edad..... | 40 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4.1.4.2. | Resultados a 14 días de edad | 45 |
| 4.1.4.3. | Resultados a 28 días de edad | 51 |
| 4.1.5. | Resultados del Análisis Estructural..... | 56 |
| 4.1.5.1. | Formas Modales | 56 |
| 4.1.5.2. | Distorsiones de entrepiso | 59 |
| 4.1.5.3. | Análisis Dinámico Tiempo – Historia | 59 |
| V. | DISCUSIONES | 70 |
| VI. | CONCLUSIONES | 74 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 77 |
| | REFERENCIAS..... | 80 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 1: Perfil Estratigráfico | 11 |
| FIGURA 02: Factor de zona..... | 18 |
| FIGURA 3: Modos de vibración..... | 22 |
| FIGURA 04: Diseño preliminar de modulo a ensayar..... | 29 |
| FIGURA 05: Modelamiento en software ETABS | 31 |
| FIGURA 06: Modelamiento en software ETABS | 31 |
| FIGURA 07: Ensayo en Máquina de los Ángeles..... | 39 |
| FIGURA 08: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 7 días..... | 41 |
| FIGURA 09: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 7 días..... | 42 |
| FIGURA 10: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°03, edad 7 días..... | 44 |
| FIGURA 11: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 7 días..... | 45 |
| FIGURA 12: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 14 días..... | 47 |
| FIGURA 13: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 14 días..... | 48 |
| FIGURA 14: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 14 días..... | 49 |
| FIGURA 15: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 14 días..... | 51 |
| FIGURA 16: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 28 días..... | 52 |
| FIGURA 18: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°03, edad 28 días..... | 55 |
| FIGURA 19: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 28 días..... | 56 |
| FIGURA 20: Modo de Vibración 1. | 57 |
| FIGURA 21: Modo de Vibración 2. | 58 |
| FIGURA 22: Modo de Vibración 3. | 58 |
| FIGURA 23: Registro de aceleraciones corregido 1966 EW..... | 60 |
| FIGURA 24: Registro de aceleraciones corregido 1966 NS..... | 61 |
| FIGURA 25: Registro de aceleraciones corregido 1970 EW..... | 61 |
| FIGURA 26: Registro de aceleraciones corregido 1970 NS..... | 61 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 27: Registro de aceleraciones corregido 1974 EW..... | 62 |
| FIGURA 28: Registro de aceleraciones corregido 1974 NS..... | 62 |
| FIGURA 29: Espectro escalado con 1966 EW | 63 |
| FIGURA 30: Espectro escalado con 1966 NS | 63 |
| FIGURA 31: Espectro escalado con 1970 EW | 64 |
| FIGURA 32: Espectro escalado con 1970 NS | 64 |
| FIGURA 33: Espectro escalado con 1974 EW | 65 |
| FIGURA 34: Espectro escalado con 1974 NS | 65 |
| FIGURA A 35: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1966..... | 67 |
| FIGURA 36: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1970..... | 68 |
| FIGURA 37: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1974..... | 68 |
| FIGURA 38: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada. | 69 |
| FIGURA 39: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada. | 69 |
| FIGURA 15: Excavación de calicata para obtención de datos..... | 87 |
| FIGURA 16: Determinación de Perfil Estratigráfico | 87 |
| FIGURA 17: Densidad de campo..... | 88 |
| FIGURA 18: Vista del AA.HH. Bayovar Ampliación..... | 88 |
| FIGURA 19: Escaleras para poblaciones vulnerables..... | 89 |
| FIGURA 22: Punto de acopio de restos de demolición de concreto..... | 90 |
| FIGURA 23: Punto de acopio de restos de demolición de concreto..... | 91 |
| FIGURA 24: Punto de acopio de restos de demolición de concreto..... | 91 |
| FIGURA 25: Diseño preliminar de modulo a ensayar | 92 |
| FIGURA 26: Fachada principal del Local Comunal César Vallejo | 92 |
| FIGURA 27: Evento de ayuda gratuita | 93 |
| FIGURA 28: Ubicación del área designada al proyecto – (Modulo prefabricado)..... | 93 |
| FIGURA 29: Área destinada como almacén | 94 |
| FIGURA 30: Área destinada como almacén | 94 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 31:Ubicación de puntos | 95 |
| FIGURA 32:Trazo de ejes longitudinales | 95 |
| FIGURA 33:Trazo de ejes verticales..... | 96 |
| FIGURA 34: Levantamiento con estación total | 96 |
| FIGURA 35:Trazado final del módulo a ensayar..... | 97 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----|
| TABLA 01: Cargas vivas mínimas repartidas..... | 100 |
| TABLA 02: Categoría de las edificaciones (RNE. E.030.)..... | 101 |
| TABLA 03 Y 04: Factor Suelo y Periodos (RNE. E.030.) | 101 |
| TABLA 05: Sistemas Estructurales..... | 103 |
| TABLA 06: Sistemas Estructurales..... | 104 |
| TABLA 07: Espectro de Diseño..... | 105 |
| TABLA 08: Método de direccional y modal..... | 106 |
| TABLA 09: Fuente de masa..... | 108 |
| TABLA 10: Modulo de elasticidad de concreto reciclado | 108 |
| TABLA 11: Peraltes o espesores mínimos de vigas | 109 |
| TABLA 12: Acero para columnas..... | 110 |
| TABLA 13: Participación Modal | 111 |
| TABLA 14: Story Drifts - | 112 |
| TABLA 15: Límites para la distorsión de entrepiso | 113 |
| TABLA 16: Story Drifts..... | 128 |
| TABLA 17: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1966 | 129 |
| TABLA 18: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1970 | 129 |
| TABLA 19: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1974 | 130 |

Resumen

El local comunal César Vallejo, ubicado en la Av. 1 de Mayo y la Calle 6 de Bayovar –S.J.L., alberga 800 pobladores (inscritos) y cerca de 1200 pobladores más (esporádicos) Los dirigentes y encargados del local comunal César Vallejo, realizan constantes actividades económicas como lo son los campeonatos deportivos más la venta de bebidas y comida variada, con el fin de conseguir fondos y poder invertir en sus planes propuestos para el mayor beneficio de su gente. Es así como nace el proyecto propuesto y aceptado por ,toda la directiva que tienen organizada , el trabajo consiste en ampliar el local mencionado e implementar un área que sirva con fines de entretenimiento o salón para ayudar el desarrollo educativo de los más pequeños y adultos analfabetos.

Para ejecutar dicho proyecto se necesita encontrar una propuesta arquitectónica, analizar el comportamiento estructural y sísmico, que además involucre el uso de concreto residual en la composición de sus elementos estructurales con la finalidad de reducir costos en este material incidente al momento de ejecutar el proyecto, sin dejar de cumplir con los estándares de calidad propios de la construcción y cumpliendo con la normativa del reglamento nacional de edificaciones.

Se ha idealizado encontrar una mezcla de concreto que utilice en la mayor proporción posible, materiales provenientes de los acopios de desmonte y restos de demolición que abundan en la zona. Reemplazando con esto al agregado grueso y fino.

Palabras clave: Ampliación, comportamiento estructural, normativa, calidad, mezcla de concreto.

Abstract

The communal premises César Vallejo, located on Av. 1 de Mayo and Calle 6 de Bayovar –SJL, houses 800 settlers (registered) and about 1200 more settlers (sporadic) The leaders and managers of the local community César Vallejo, perform constant economic activities such as sports championships plus the sale of drinks and varied food, in order to obtain funds and be able to invest in their proposed airplanes for the greatest benefit of its people. This is how the project proposed and accepted by all the directive they have organized, which consists of expanding the aforementioned premises and implementing an area that serves fine entertainment or lounge to help the educational development of the smallest and illiterate adults. To execute this project, it is necessary to find an architectural proposal, analyze the structural and seismic behavior, which also involves the use of recycled concrete in the composition of its structural elements with the modification of reducing costs in this incident material at the time of executing the project, while complying with the quality problems of the construction and complying with the regulations of the national building regulations. If you have idealized to find a mixture of concrete that you use in the largest possible proportion, materials from the stockpiling and demolition remains that abound in the area. Replacing with this the aggregates.

Keywords: extension, structural behavior, normative, quality, concrete mix.

I. INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción en los últimos años ha sido una industria necesaria para el desarrollo económico del país. Es preciso indicar que el sector de la construcción no se ha centrado en la edificación de viviendas unifamiliares, sino que también se han realizado proyectos de gran envergadura y desarrollo tecnológico que han sido una clave importante para el desarrollo económico y social del País. Siguiendo el contexto anterior, la ejecución de los proyectos de viviendas tienen que seguir desarrollándose de forma constante, en nuestro país donde existe alto déficit de viviendas a causa de los conflictos sociales como la ausencia de recursos y la desigualdad. Motivo por el cual, cuando se construye una edificación de cualquier tipo, se sigue utilizando la misma metodología que involucra la autoconstrucción y materiales convencionales que terminan siendo costosos, sin la posibilidad de innovar en la composición de estos como lo es el caso del concreto.

A su vez se sigue corriendo el riesgo de que toda infraestructura que haya sido diseñada y ejecutada sin ningún tipo de análisis estructural que se base en el tipo de suelo, falle estructuralmente o en el peor de los casos se produzca un colapso total, ocasionando pérdidas humanas y económicas. Con todo esto es notable el aumento de informalidad en la ejecución de proyectos unifamiliares sobre todo en distritos que abarquen asentamientos humanos con evidente falta de recursos, más aún la contaminación a causa de residuos y restos producidos por las construcciones de las mismas. Los países del mundo entero cambian sus principios, y cada vez dan mayor importancia a la evaluación de todo el daño que ocasiona sus residuos a causa de la informalidad; el sector de la construcción no tiene que ser indiferente a esta mejora, primordial lo que intervenga con concreto, el uso del concreto es tanto que se considera el material más requerido después del recurso hídrico

El local comunal César Vallejo, ubicado en la Av. 1 de Mayo y la Calle 6 de Bayovar –S.J.L., alberga 800 pobladores (inscritos) y cerca de 1200 pobladores más (esporádicos), que acuden a este centro a recoger víveres o alguna ayuda que se le pueda brindar, ya sea de carácter cultural o social, en los dos únicos ambientes de 80 m² y 210 m² cada uno hecho con material prefabricado y material noble correspondientemente, todos los beneficiarios pertenecen al

A.A.H.H. Bayovar y Huáscar. Dichos asentamientos humanos, por el hecho de estar ubicados en los lugares de menos recursos de San Juan de Lurigancho han sido integrados dentro de los proyectos de bienestar social, como lo es el “Programa Barrio Mío” y el “Programa Agua Segura Para Lima y Callao” con el cuál se ejecutaron alrededor de 25 000 m² de escaleras , no siendo un beneficio del todo para la población ya que por ser una zona de difícil acceso se ha dejado acopios de desmonte y restos de concreto que en algunos casos impide el fácil desplazamiento de la población generando molestias, hasta accidentes por tropiezos o caídas. Muy aparte de la contaminación ambiental que esto produce. Los dirigentes y encargados del local comunal César Vallejo, realizan constantes actividades económicas como lo son los campeonatos deportivos más la venta de bebidas y comida variada, con el fin de conseguir fondos y poder invertir en sus planes propuestos para el mayor beneficio de su gente. Es así como nace el proyecto propuesto y aceptado por toda la directiva que tienen organizada , que consiste en ampliar el local mencionado e implementar un área que sirva con fines de entretenimiento o salón para ayudar el desarrollo educativo de los más pequeños y adultos analfabetos.

Para ejecutar dicho proyecto se necesita encontrar una propuesta arquitectónica, analizar el comportamiento estructural y sísmico, que además involucre el uso de concreto reciclado en la composición de sus elementos estructurales con la finalidad de reducir costos en este material incidente al momento de ejecutar el proyecto, sin dejar de cumplir con los estándares de calidad propios de la construcción y cumpliendo con la normativa del reglamento nacional.

Se ha idealizado encontrar una mezcla de concreto que utilice en la mayor proporción posible, materiales provenientes de los acopios de desmonte y restos de demolición que abundan en la zona. Reemplazando con esto al agregado grueso y fino.

El concreto que añade residuos de concreto en su composición, también se le llama concreto reciclado; esta mezcla se llegó a usar en con mayor continuidad tras haber culminado la segunda guerra mundial. Los Países que reciclan más del 50% de los restos que producen son EE.UU., Alemania, Australia, Bélgica, Japón.

En la actualidad se ha incrementado los trabajos relacionados con la demolición de estructuras y los problemas medioambientales, siendo esto lo que ha motivado al reciclaje de restos de demolición.

Es objeto de investigación en varios países del mundo, elaborar concreto reciclado usando agregado reciclado y su composición que no exceda del 25%. Este proyecto de investigación analiza el caso donde se pueda usar hasta el 45% de agregado reciclado en la mezcla.

De ser viable la investigación, reduciría el costo del material y a su vez se aprovecharía beneficiosamente estos acopios de restos que impiden el libre tránsito peatonal. Cabe recalcar que la población está dispuesta a apoyar la materialización del proyecto, programando jornadas de acarreo y cernido del material proveniente de los acopios conforme se necesite, en caso se encuentre la viabilidad de emplear este tipo de concreto con material no convencional, que reemplaza el agregado grueso.

Agreda (2015) concluyó como resultado: Se realizaron 3 tipos de mezclas, donde se reemplazó el agregado natural en cantidades iguales al 25% 50% y 70%, con agregado grueso producto del reciclaje de escombros. Al estudiar las características del material, se logró ensayar mediante pruebas realizadas, como resultado de la resistencia a la compresión en todos los tipos de mezcla emitieron resultados favorables para la investigación, Debido a que se tomó nota de valores igual o superior a los 28 MPa de resistencia a la compresión, que se necesita para cumplir con todos los parámetros.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los

Problemas específicos de la investigación. **El problema general** de la investigación fue: ¿Cómo realizar el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho - 2020?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son las características del suelo para el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

PE2: ¿De qué forma influye el Predimensionamiento en el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

PEN3: ¿De qué manera influye las propiedades mecánicas del concreto modificado en el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

PEN4: ¿De qué manera influye el comportamiento sísmico en el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

El objetivo general es: Realizar el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual – San Juan de Lurigancho 2020

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar las características del suelo para el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020

OE2: Especificar el Predimensionamiento para el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

OE3: Determinar las propiedades mecánicas del concreto modificado para el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020?

OE4: Obtener el comportamiento sísmico de la estructura del diseño para el diseño sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto residual en San Juan de Lurigancho – 2020

II. MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es dar a conocer la información encontrada durante todo el periodo de investigación respecto al diseño Sismorresistente con la aplicación de concreto residual, así como una breve explicación de su proceso y forma de uso.

Es preciso dar a conocer algunas investigaciones previas que se han realizado con el fin de determinar el porcentaje adecuado de Agregado de Concreto Reciclado o concreto residual para el darle uso correcto en elementos estructurales.

1.1. Trabajos Previos

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Agreda (2015) Concluyó como resultado: Se realizaron 3 tipos de mezclas, donde se reemplazó el agregado natural en cantidades iguales al 25; 50 y 70% , con agregado grueso producto del reciclaje de escombros. Al estudiar las características del material, se logró ensayar mediante pruebas realizadas que la resistencia a la compresión en todos los tipos de mezcla emitieron resultados favorables para la investigación, Debido a que se registraron valores iguales o superiores a los 28 MPa de resistencia a la compresión, que se necesita para cumplir con todos los parámetros.

Huaynate (2017) Concluyó como resultado: La base estructural aplicada para este proyecto tuvo como pilares de sostenimiento a los muros estructurales, fueron diseñados para resistir todos los efectos producidos por un sismo. Debido a que se está trabajando con un diseño para 7 pisos de altura, se determinó que el espesor de los muros estructurales sean de 0.15 m.

Mena y Valdés (2014) Concluyeron como resultado: Con el fin de recolectar materiales reciclados idóneos para los proyectos donde se necesiten aplicar, se deben considerar parámetros que ayuden a seleccionar y clasificar estos residuos. A su vez se debe definir técnicas que ayuden a disminuir el tiempo de este proceso y recolección de muestras.

Colimba y Choca (2016) Concluyeron como resultado: Para la simulación sísmica se debe utilizar un software especializado que pueda analizar el modelo

estructural propuesto, al considerar los estados de carga que resiste la edificación. Para este caso es imprescindible contar con el software para estructura SAP2000 v17. Con esto se puede comprobar y determinar el correcto dimensionamiento de la infraestructura

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Apaza e Izarbe (2016) Concluyeron como resultado: Se pudo verificar que para reemplazar el (13%) de agregado grueso patrón por agregado producto de demolición, basándose en una mezcla típica propuesta por el procedimiento de Faury, Para determinar un comportamiento mecánico favorable tras haber sido sometido a diferentes pruebas. De los resultados de las muestras y ensayos realizados , el concreto compuesto de agregado grueso reciclado posee similar comportamiento con el concreto de agregado natural, esto se puede determinar al momento de someterlo a compresión. La aplicación de estos residuos en el sector de la construcción es viable, debido que contribuye a disminuir los problemas ambientales y desde la apreciación técnica también está aprobado.

Castillo (2018) Concluyó como resultado: Para hallar el diseño de cimentaciones se requiere el uso de vigas de cimentaciones (viga muerta) para controlar elementos excéntricos debido que el momento se transmite a la viga, cuando tiene un peralte mayor que la zapata puede generar suficiente resistencia. Según los resultados obtenidos se concluye que el uso de vigas de cimentación mejora el control de muros excéntricos.

Chevarría (2014) Concluyó como resultado: como resultados las distorsiones de entrepiso en el eje X deriva máx. 0.00177 para el eje Y deriva máx. 0.00386 . Según los resultados obtenidos se concluye que el diseño propuesto es sismorresistente ya que su resultado es favorable según la Norma Técnica E.030 con la cual se considera 0.007 el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para una estructura cuyo material predominante sea el concreto armado.

Díaz y Torres (2014) Concluyeron como resultado: El agregado producto de demoliciones , obtenido de la trituración de escombros de losas de pavimento rígido, resultó tener características idénticas a las de un agregado de cantera, obteniendo resultados favorables a medida que aumenta la dosificación, debido

que al poseer un menor diámetro en sus particular , se acondiciona y se produce un mejor acomodamiento del material utilizado, dejando como resultado un concreto con mejor textura y menos porosidad aumentando sus propiedades mecánicas al ser sometido a ensayos de compresión y tracción. Según los resultados se puede concluir que el diseño de mezcla que tuvo los mejores resultados fue el correspondiente al 50% de escombros, debido a que presentó un mejor acomodamiento de los agregados.

Guevara y Vera (2013) Concluyeron como resultado: Para el predimensionamiento el peralte de las vigas se utilizó un valor entre (L/10) y (L/12), con lo que se pudo armar las vigas sin exceso de acero. Según los resultados obtenidos se concluye que el Predimensionamiento de los elementos estructurales forma parte del inicio para el diseño final, Para validar estos resultados, se debe realizar las verificaciones y modificar dimensiones si se requiere.

Ponce (2014) Concluyó como resultado: Al momento de determinar el % de absorción, el mortero investigado aumenta su absorción en exceso. En cuando al agregado reciclado fino se determinó que su absorción representa un 400% comparándolo con el agregado patrón. Por otro lado el agregado grueso residual aumento su porcentaje hasta 889%. Dadas estas observaciones al momento de determinar las características del agregado, la aplicación de agregado reciclado representa el uso de gran cantidad de técnicas de trabajo al momento de realizar el mezclado hasta el fin de este, siendo definido como un reto desde inicio a fin

Sumari (2016) Concluyó como resultado: El asentamiento del concreto fresco reciclado por tener mayor porcentaje de absorción, disminuye su trabajabilidad dado que su gran absorción baja demasiado rápido respecto al tiempo, el descenso podrá llegar hasta 1 ½" los primeros 30 minutos, por otro lado el concreto con agregado de cantera solo desciende ½". El concreto reciclado: también indica que su peso unitario baja (5%), maximiza su trabajabilidad un (15%), incrementa su composición de aire 23%, desciende su tiempo de fragua a primera instancia en 6% para finalmente disminuir hasta en 2.5% final.

Velásquez (2015) Concluyó como resultado: A medida de la experimentación del usos de agregado reciclado en el concreto se ha obtenido diferencias que han marcado las estadísticas significativamente cuando se a aplicado fuerzas de compresión de esta mezcla con cemento tipo I, en tiempo de fraguado de 3; 7 y 14 . Para una relación a/c 0.58. Se pudo concluir que al cambiar el agregado patrón por agregado residual obtenido de restos de demoliciones, se altera de manera desfavorable la capacidad se soportar cargas de compresión, más aún cuando se utiliza un porcentaje mayor al 40% del agregado total. El material reciclado se caracteriza por ser de mayor porosidad, debido a que tiene adherido mortero en la superficie, caracterizándolo por su alto porcentaje de absorción y disminución de sus propiedades mecánicas.

1.2. Teorías relacionadas al tema

Mediante la recopilación de información nacional e internacional se puede estimar que los desechos de Concreto y restos de demolición ascienden a alrededor de 180 millones de toneladas por año en la Unión Europea (UE), o 1.3 kg/persona/día. Esto se compara con una estimación de entre 0,55 y 1,6 kg/persona/día en Norteamérica. Existe una diferencia significativa en cuanto a la producción de residuos de Concreto en toda la UE, con Alemania y los Países Bajos produciendo 1.9 kg/persona/día, mientras que Suecia, Grecia e Irlanda producen menos de 0.5 kg/persona/día (Crawford et , 2001).

1.2.1. Estudios de suelos para el diseño Sismorresistente.

1.2.1.1. Perfil Estratigráfico

El perfil estratigráfico se obtiene a partir de calicatas que se realizan in situ, de esta manera es como se puede visualizar todas las capas que componen un determinado suelo. Mediante este proceso se puede reconstruir la estratigrafía del subsuelo, acorde con la profundidad que se ha determinado en el expediente del proyecto.

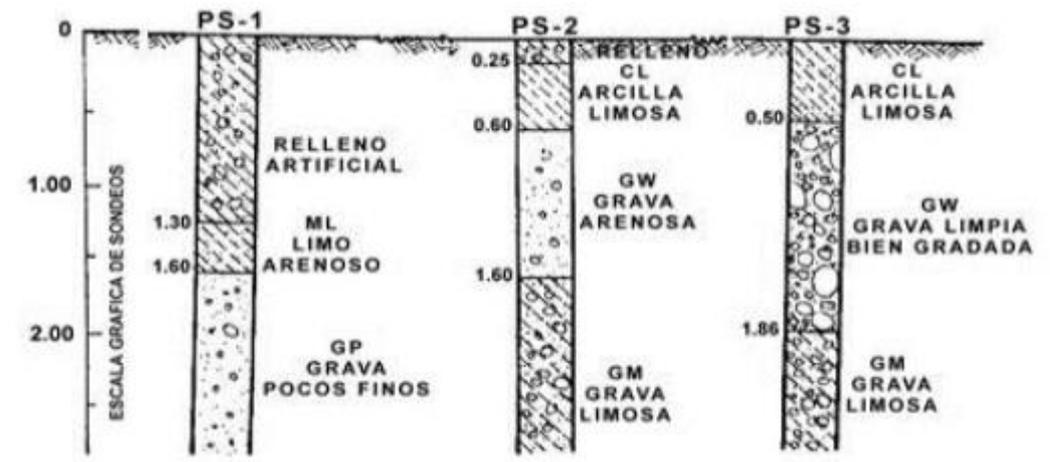


FIGURA 1: Perfil Estratigráfico

FUENTE: José Remigio Argüello

1.2.1.2. Capacidad Portante

La capacidad admisible del suelo fue obtenida a través de cálculos y ensayos de laboratorio para lo cual se requiere las siguientes formulas:

$$\text{Angulo} = 2/3 \phi \tag{1}$$

$$\phi = \text{Arctg}(2/3 \text{tg}(30.5)) \tag{2}$$

Por último, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la capacidad portante se puede hallar con la siguiente formula:

$$Q_{ad} = \frac{1}{FS} (y \cdot Df \cdot Ny + 0.4y \cdot BNy) \tag{3}$$

1.2.1.3. Granulometría

Según la NTP (400.011:2008) publicada por INDECOPI, los agregados se clasifican de acuerdo con su granulometría y estos pueden ser agregado grueso o agregado fino. A continuación se muestran los tamaños nominales de las partículas de acuerdo con los tamices a utilizar.

Tabla 01. Tamices para el análisis granulométrico.

| Agregado | Tamices Normalizados | |
|----------|----------------------|-------|
| | | |
| FINO | 150 um | N°100 |
| | 300 um | N°50 |
| | 600 um | N°30 |
| | 1.18 mm | N°16 |
| | 2.36 mm | N°8 |
| | 4.75 mm | N°4 |
| GRUESO | 9.50 mm | 3/8 |
| | 12.5 mm | 1/2 |
| | 19.0 mm | 3/4 |
| | 25.0 mm | 1 |
| | 37.5 mm | 1 1/2 |
| | 50.0 mm | 2 |
| | 63.0 mm | 2 1/2 |
| | 75.0 mm | 3 |
| | 90.0 mm | 3 1/2 |
| | 100.0 mm | 4 |

FUENTE: Elaboración propia

1.2.1.4. Contenido de Humedad del Suelo

El porcentaje de humedad del suelo será obtenido mediante el procedimiento detallado en la norma ASTM-D2216.

1.2.2. Predimensionamiento

1.2.2.1. Dimensionamiento de Vigas

Se determinó de manera preliminar vigas peraltadas con secciones de 20x55 cm ubicadas para los ejes donde sostiene el peso de tabiquería, según la fórmula, por otro lado para las zonas donde no sostiene ningún peso y se busca unir elementos horizontales se determinó vigas chatas de 30x20 cm para unir los

diferentes elementos estructurales. Estas secciones se basan en criterios y diseños preliminares para estructuras de concreto armado.

Tabla 02. Criterios para Predimensionamiento

| Vigas | |
|--------------------------|-------------------------------|
| Dimensiones usuales (cm) | |
| $L \leq 5.5 \text{ m}$ | 25x50 , 30x50 |
| $L \leq 6.5 \text{ m}$ | 25x60 , 30x60 , 40x60 |
| $L \leq 7.5 \text{ m}$ | 25x70 , 30x70 , 40x70 , 50x70 |
| $L \leq 8.5 \text{ m}$ | 30x75 , 40x75 , 30x80 , 40x80 |
| $L \leq 9.5 \text{ m}$ | 30x85 , 30x90 , 40x85 , 40x90 |

FUENTE: Elaboración propia

$$P = \frac{L}{10} \quad B = \frac{P}{2} \quad (3.1)$$

1.2.2.2. Dimensionamiento de Columnas

Se realizó de acuerdo al peso que actúa de manera gravitatoria sobre los elementos estructurales, debido que el mayor % de fuerza cortante será efectuado sobre los muros de concreto, dejando como datos preliminares secciones de 0.25x0.25m y de 0.3x0.3 m que son idóneos para la propuesta a diseñar.

$$\text{Área de Columna} = P(\text{servicio})/0.35f_c' \quad (4)$$

1.2.2.3. Dimensionamiento de Losa Aligerada

Diseño Sismorresistente según la norma E.060, por lo cual se consideró la siguiente fórmula para el Predimensionamiento de la losa.

Tabla 03. Espesor o peralte mínimo

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

FUENTE: R.N.E.”

1.2.3. Propiedades mecánicas del concreto modificado

1.2.3.1. Resistencia a la compresión

El método para realizar este ensayo esta normado según NTP 339.034:2008. Las edades para analizar las probetas de concreto serán: 07; 14 y 28 días.

1.2.3.2. Trabajabilidad

Según se aumenta el % de reemplazo del ACR, las mezclas de concreto se vuelven más ásperas, menos cohesivas y tienen una exudación más alta. Adicionalmente es necesario incrementar el contenido de cemento. (Desai & Limbachiya, 2006).

1.2.3.3. Módulo de Elasticidad

Para concreto de peso unitario w_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, puede tomarse como:

$$E_c = (w_c)^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \quad \text{en MPa} \quad (5)$$

Para concretos de peso unitario normal ($w_c = 2300$ kg/m³), E_c , puede tomarse como:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad \text{en MPa} \quad (6)$$

Pueden usarse otros valores de E_c que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio.

1.2.3.4. Relación Agua / Cemento

Se calculan usando el peso del cemento que cumpla con la NTP 334.003, 334.082 y 334.090.

Tabla 04. Relación Agua / Cemento

| Condición de la exposición | Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal | f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal o con agregados ligeros |
|--|--|--|
| Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua. | 0.50 | 28 |
| Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes. | 0.45 | 31 |
| Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen. | 0.40 | 35 |

FUENTE: "LABORATORIO LEMICONS."

Nota.: Adaptado de “Norma E.060”, por MVCS, 2009.

1.2.4. Análisis de comportamiento Sísmico

1.2.4.1. Medrado de Cargas

Se deben tomar en cuenta las cargas que especifica la NTP E020:-

- Sobrecargas Permanentes (SCP): se consideran aquellas cargas constantes de mobiliarios fijos como cargas puntuales fijas, así como también cargas provenientes de recubrimientos o pavimentos en las losas de entepiso.
- Cargas Muerta (CM): se consideraron los pesos propios provenientes de todos los elementos (vigas y columnas) y de otros elementos que no pertenecen a las no estructuras (losas, escalera, revestimiento, mampostería, etc.).
- Carga Permanente (CP): se considera como la suma algebraica de la sobrecarga permanente y la carga muerta.
- Cargas Variables (CV): se consideraron las acciones variables tal como lo establece la Norma Técnica E.020 CARGAS 2006 para los niveles intermedios.

1.2.4.2. Análisis Sísmico – Ensayo Dinámico

Se realizará comprobando los datos obtenidos del software de diseño ETABS, para lo cual se deben tomar las siguientes consideraciones o datos.

Carga Muerta

Está dada por el peso propio de la estructura, de acuerdo a la característica de los materiales. Este valor será calculado de manera automática por el software.

Sobrecarga Permanente.

Según lo establecido en arquitectura se contará con acabados regulares en losas de entepiso estimándose un valor de sobre carga permanente de 30 Kg/m².

Carga Variable

La carga variable está fundamentada en el uso que será destinado la estructura. Para el presente proyecto se estima un uso de vivienda, por lo que la normativa según el RNE E.0.20. Para esta investigación se establece un valor de carga variable de 200 Kg/m².

Tabla 05. Cargas vivas

| | |
|--|----------------------------------|
| Oficinas (*) | |
| Exceptuando salas de archivo y computación | 2,5 (250) |
| Salas de archivo | 5,0 (500) |
| Salas de computación | 2,5 (250) Ver 6.4 |
| Corredores y escaleras | 4,0 (400) |
| | |
| Teatros | |
| Vestidores | 2,0 (200) |
| Cuarto de proyección | 3,0 (300) Ver 6.4 |
| Escenario | 7,5 (750) |
| Zonas públicas | De acuerdo a lugares de asamblea |
| | |
| Tiendas | 5,0 (500) Ver 6.4 |
| Corredores y escaleras | 5,0 (500) |
| | |
| Viviendas | 2,0 (200) |
| Corredores y escaleras | 2,0 (200) |

FUENTE: "RNE. E. 020"

Factor de Zona.

El inmueble está ubicado en Lima, la cual según la Norma E.030 pertenece a la zona 4, por lo cual se le debe asignar un factor de zona $Z=0.45$.



FIGURA 02: Factor de zona

FUENTE: "ETABS"

Factor de Uso

El inmueble en estudio es un edificio común por lo cual le corresponde, según la norma E.030, la categoría C y $U=1.0$.

Tabla 06. Categoría de las edificaciones

| | | |
|------------------------------------|--|-----|
| C EDIFICACIONES COMUNES | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
|------------------------------------|--|-----|

FUENTE: "RNE. E. 030"

Factor de Suelo

Las características para el terrenos de investigación es de tipo S2, por lo que le corresponde un valor de $S=1.05$ y el periodo del terreno es de $T_p = 0.6$ s y $T_L = 2.0$ s.

Tabla 07 y 08 . F. de Suelo y Periodos

| ZONA \ SUELO | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

| | Perfil de suelo | | | |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _p (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

FUENTE: "RNE. E. 030"

Factor de Ampliación Sísmica

Periodo de vibración para todas las direcciones se estima con la siguiente formula:

$$T = \frac{Hn}{Ct} \quad (7)$$

Tabla 09. Factor de Ampliación Sísmica

| | |
|---------------|---|
| Donde: | |
| $C_T = 35$ | Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento. |
| $C_T = 45$ | Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados. |
| $C_T = 60$ | Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada. |

FUENTE: "RNE. E. 030"

Factor de Reducción Sísmica.

En cuanto a la dirección X, **$R_o=8$** .

En cuanto a la dirección Y, **$R_o=8$** .

| SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|--|
| Sistema Estructural | Coficiente Básico de Reducción R_o (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 5 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 4 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera | |

Tabla 10. Sistemas Estructurales

FUENTE: "RNE. E. 030"

Factores de Irregularidad.

El factor I_a y I_p se determina según el mínimo de la Tabla N° 8 y 9 de la norma técnica RNE E0.30, correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura y planta en las dos direcciones de análisis. En el presente proyecto no se tiene irregularidades ni en planta ni en elevación.

Coficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R_o .

$$I_p = I_a = 1 \quad (8)$$

Se determina como el producto del coeficiente R_o y de los factores I_a , I_p

Sistema Estructural.

El presente proyecto se desarrolla en una zonificación 4 y una categoría C, es por

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p = 8 \times 1 \times 1 = 8 \quad (9)$$

ellos que se proyecta un sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado, los cuales tienen que producir una limitada capacidad de deformaciones en sus elementos y conexiones. Este sistema se encuentra según a lo exigido en la Norma Técnica RNE E.0.30. en su tabla N° 6, que a continuación se aprecia.

Tabla 11. Sistemas Estructurales

| CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES | | |
|--|-------------|---|
| Categoría de la Edificación | Zona | Sistema Estructural |
| A1 | 4 y 3 | Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural. |
| | 2 y 1 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| A2 (**) | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| B | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| C | 4, 3, 2 y 1 | Cualquier sistema. |

FUENTE: "RNE. E. 030"

Espectro de Diseño.

Con los parámetros Sísmicos definidos se plantea los siguientes espectros de aceleración sísmica.

El espectro inelástico de aceleración se calcula bajo la siguiente formulación:

$$S_a = \frac{Z \times U \times S \times C \times g}{R} \quad (10)$$

1.2.4.3. Software ETABS

El presente proyecto será calculado y diseñado estructuralmente mediante el software ETABS en su versión de prueba para proyectos de investigación.

1.2.4.4. Momentos flexionantes

Para poder calcular las fuerzas internas se usarán los procedimientos de análisis estático y dinámico indicados en la Norma E.030.

1.2.4.5. Momentos Cortantes

La fuerza cortante total en la base de la estructura, se determina por la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad (11)$$

1.2.4.6. Modos de Vibración

La vibración del terreno se transmitirá a toda la estructura mediante (columnas y muros), a causa de esto las masas primordiales se moverán. Se puede reducir el concepto a: un evento sísmico “produce” fuerzas horizontales en los pórticos de la edificación que cambian con el tiempo

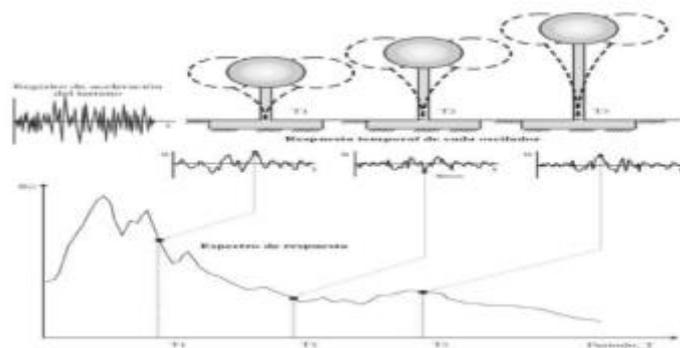


FIGURA 3: Modos de vibración

FUENTE: Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII)

1.2.4.7. Desplazamientos Laterales

El desplazamiento lateral no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se muestra en la Tabla N° 12.

Tabla 12. Límites para la distorsión del entrepiso

| LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO | |
|---|---|
| Material Predominante | (Δ_i / h_{ei}) |
| Concreto Armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005 |

FUENTE: NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

1.2.5. Diseño Arquitectónico

1.2.5.1. Tipología

Se debe diferenciar los tipos y concepto de las formas de modelo. Es lo que corresponde utilizar en muchos términos de estudio, para definir categorías.

1.2.5.2. Distribución

La distribución de cualquier espacio va a depender del área total del terreno, de la forma del área, de los procedimientos que se van a desarrollar. Además de las relaciones tanto interpersonales como de operaciones que han de darse entre los usuarios finales.

1.2.5.3. Ventilación

Se puede denominar a la renovación del aire para una edificación mediante extracción o inyección de aire nuevo. Se debe considerar asegurar la calidad del aire interno.

1.2.6. Diseño Estructural

1.2.6.1. Parámetros Normativos

Normas utilizadas para el diseño y comparación de resultados al simular el espécimen:

- Norma Técnica E.020 Cargas
- Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente
- Norma Técnica E.060 Concreto Armado

1.2.6.2. Dimensiones

Las dimensiones y cotas respectivas son descritas en los planos de arquitectura ANEXO 01.

1.2.6.3. Planos de Detalle

Las dimensiones y cotas respectivas son descritas en los planos estructurales ANEXO 01.

1.2.7. Calidad del Material

1.2.7.1. Procedimiento de Acopio

Los agregados reciclados procedentes de estructuras de pavimentos, cimentaciones, puentes y edificios en concreto armado son procesados y triturados en diferentes tamaños. El acero de refuerzo y otros contaminantes deben ser removidos en el proceso de selección para garantizar la calidad y condiciones óptimas de los agregados. Del mismo modo, durante el proceso de almacenamiento, es importante garantizar que el concreto de demoliciones, no sea contaminado con otros residuos de la construcción como plástico y yeso. Para minimizar esta situación, se recomienda almacenar y clasificar el concreto separadamente de estos residuos de construcción. El proceso de obtención puede variar según el tipo de estructura de la cual provenga el escombro, dado que en algunos casos va asociado a refuerzo embebido a materiales como

plásticos, vidrio, yeso, etc. Los agregados de concreto reciclado pueden ser fabricados en plantas similares a las usadas para triturar agregados naturales. (Cement & Concrete Association of New Zeland, 2011).

1.2.7.2. Ensayo de Abrasión de Los Ángeles

De acuerdo con la norma ASTM (C33-03:2003) , los requisitos de propiedades físicas del agregado grueso para concreto señalan que el límite máximo permisible para el ensayo de abrasión es de 50%. De acuerdo con las normas británicas British Standards (BS882:1992 & BS1201:2005), la pérdida no debe exceder del 45%. Según EHE-98 (Instrucción Española del Hormigón Estructural), la resistencia del agregado al ensayo de abrasión de Los Ángeles debe ser inferior al 40%.

1.2.7.3. Guía de Diseño

Para mayor entendimiento acerca de la elaboración y modo de empleo de los materiales reciclados. Se ha elaborado una guía de diseño, preparación, colocación y cuidados del concreto residual. Adjunto en el ANEXO 05 de la presente investigación.

III. MÉTODO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

2.1.1. Tipo De Investigación

El tipo de metodología que orienta el proyecto es de tipo Experimental

2.1.2. Diseño De Investigación.

El diseño es experimental y descriptivo.

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Estructura Sismorresistente en la ampliación del local comunal César Vallejo
- Concreto Residual

VARIABLE DEPENDIENTE:

- Diseño Sismorresistente

2.2. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

2.2.1. Población

Según Hernández (2014) nos dice que: “Es aquel conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p.174).

La Población para el siguiente proyecto de Investigación es la construcción de todas las ampliaciones en edificaciones realizadas en el mundo, considerando las especialidades de Arquitectura, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones eléctricas, estructuras.

2.2.2. Muestra

La muestra de este proyecto será la ampliación del local comunal César vallejo, la cual se va a desarrollar en 100 m² del área total. Se eligió esta área del predio total, debido a su fácil accesibilidad.

2.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

2.3.1. Técnicas.

En el desarrollo para este proyecto se ha utilizado técnicas empleadas en diversos proyectos de ingeniería, tales como: estudio de mecánico de suelos, análisis estructural con software ETABS, pruebas de laboratorio.

2.3.2. Instrumentos De Recolección De Datos.

Como instrumento se contó con una estación total para realizar el replanteo del área destinada al proyecto de investigación, balanza para determinar el peso de las muestras obtenidas de las calicatas, horno eléctrico e instrumentos de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas del suelo.

2.3.3. Validez.

“Se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico del contenido de lo que se requiere medir, donde se trata de determinar las características o rasgos que se quiere medir”. (Corral 2009, p.230)

2.3.4. Confiabilidad.

“Se refiere al inicio del trabajo en campo, donde es imprescindible probar el cuestionario o muestra sobre un pequeño grupo de población”. Corral 2009, p.230).

Este proyecto de investigación, se validara el contenido a través de tres especialistas ingenieros civiles de la universidad Cesar Vallejo – lima este.

2.4. PROCEDIMIENTO.

2.4.1. Calicatas y obtención de muestras

Se realizarán 01 calicata para la toma de muestras y determinar características del suelo.

Se realizó visitas a los Asentamientos humanos más cercanos al Local Comunal César Vallejo, con la finalidad de identificar los lugares potenciales de donde se

puede obtener las muestras y suministro de escombros de concreto para producir agregado reciclado

El proyecto “Barrio mío” y el “Programa Agua Segura para Lima y Callao” realizaron escaleras para mejorar los accesos de 112 agrupaciones familiares. Por el deterioro de algunos tramos, se tuvo que demoler y acopiar los restos de demolición de concreto.

Por deficiencia en los expedientes técnicos u omisión de trabajos como eliminación de material producto de las demoliciones antes mencionadas, las empresas contratistas han dejado puntos de acopio que a la fecha aún no han sido eliminados, generando perjuicio y siendo un obstáculo para el desplazamiento de la población. Estos

Diseño preliminar



FIGURA 04: Diseño preliminar de modulo a ensayar

FUENTE: “Elaboración propia”

2.4.2. Levantamiento topográfico

Con la finalidad de identificar el área proyectada para realizar la ampliación del local comunal César Vallejo, se realizó el trazado y levantamiento topográfico para adquirir el nivel del terreno y precisar el metrado de movimiento de tierras que involucra ejecutar el proyecto.

2.4.3. Estudio en laboratorio de suelos

Para calcular características y propiedades del suelo, se tiene que aplicar diversos ensayos en laboratorio.

Entre ellos:

- Contenido de humedad
- Limite líquido
- Proctor modificado
- Granulometría
- Capacidad portante del suelo
- Angulo de fricción
- Propiedades de los agregados Natural y Reciclado
- Granulometría del agregado Natural
- Granulometría del agregado reciclado

2.4.4. Análisis de datos

Los datos que se obtengan de los ensayos en laboratorios, será información vital para realizar los cálculos estructurales, a su vez se podrá analizar el comportamiento que tendrá la cimentación de la estructura al estar en contacto con el suelo.

2.4.5. Acopio de agregado reciclado

Los restos de concreto demolido serán triturados hasta que se obtenga partículas similares al tamaño del agregado grueso y fino. El acopio de estos materiales debe ser en un lugar que no permita la contaminación de la muestra.

2.4.6. Cálculos teóricos

Para realizar el pre-dimensionamiento iniciaremos con el metrado de cargas y clasificación de la estructura.

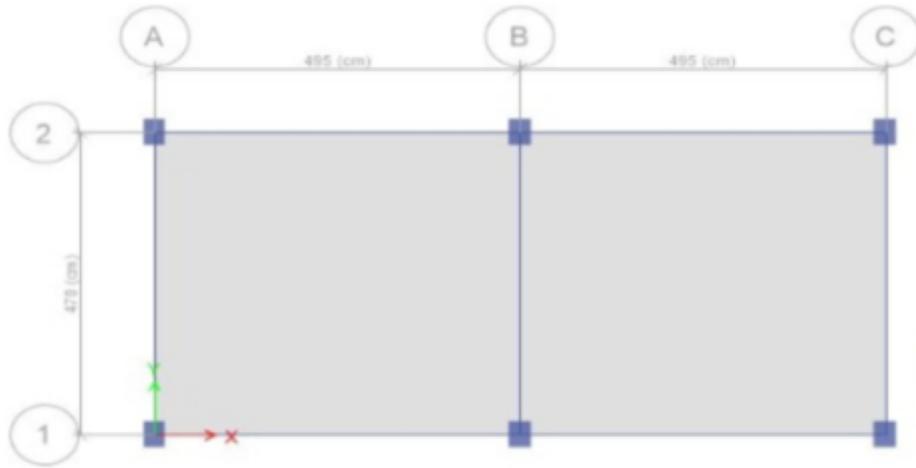


FIGURA 05: Modelamiento en software ETABS

FUENTE: "ETABS"

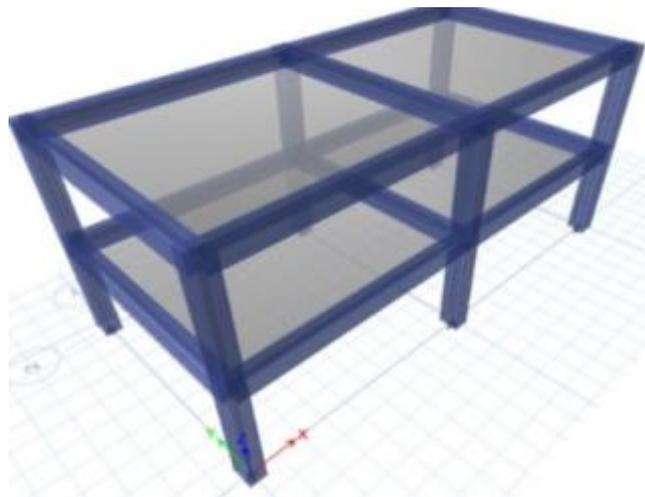


FIGURA 06: Modelamiento en software ETABS

FUENTE: "ETABS"

2.4.7. Diseños preliminares

Una vez realizado el Predimensionamiento, basándose en los cálculos teóricos. Tendremos la información preliminar para la ejecución del módulo a ensayar en la meza vibratoria.

2.4.8. Ensayos de concreto - Rotura de probetas

Con el fin de obtener una mezcla con el porcentaje de agregado reciclado adecuado, tomaremos tres tipos de dosificación: con el 30; 50 y 70% de agregado reciclado grueso.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.

Tabla 13. Resumen días de curado vs dosis de agregado reciclado

| DOSIS DE AGREGADO RECICLADO | EDAD (DÍAS) | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|
| | 7 días | | | 14 días | | | 28 días | | |
| | | | | | | | | | |
| 30% | 270.82 | 267.83 | 269.76 | 315.13 | 314.91 | 315.40 | 341.94 | 343.10 | 343.85 |
| | 270.63 | | 809.28 | 316.15 | | 946.20 | 346.52 | | 1031.56 |
| 50% | 217.69 | 218.70 | 216.86 | 258.57 | 256.63 | 256.59 | 294.85 | 289.93 | 291.74 |
| | 214.18 | | 650.57 | 254.59 | | 769.78 | 290.46 | | 875.23 |
| 70% | 148.21 | 155.19 | 150.79 | 194.73 | 189.83 | 192.30 | 216.50 | 213.70 | 214.83 |
| | 148.97 | | 452.37 | 192.33 | | 576.89 | 214.28 | | 644.48 |

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

$$DM1 := \begin{pmatrix} 270.82 & 315.13 & 341.94 \\ 267.83 & 314.91 & 343.10 \\ 270.63 & 316.15 & 346.52 \\ 217.69 & 258.57 & 294.85 \\ 218.70 & 256.63 & 289.93 \\ 214.18 & 254.59 & 290.46 \\ 148.21 & 194.73 & 216.50 \\ 155.19 & 189.83 & 213.70 \\ 148.97 & 192.33 & 214.2 \end{pmatrix}$$

$$DM2 := \begin{pmatrix} 809.28 & 946.20 & 1031.56 \\ 650.57 & 769.78 & 875.23 \\ 452.37 & 576.89 & 644.48 \end{pmatrix}$$

Suma de Filas

$$\sum_{m=0}^2 DM2_{0,m} = 2.78704 \times 10^3 \quad (12)$$

$$\sum_{m=0}^2 DM2_{1,m} = 2.296 \times 10^3 \quad (13)$$

$$\sum_{m=0}^2 DM2_{2,m} = 1.674 \times 10^3 \quad (14)$$

Suma de Columnas

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,0} = 1.912 \times 10^3 \quad (15)$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,1} = 2.293 \times 10^3 \quad (16)$$

$$\sum_{i=0}^2 DM2_{i,2} = 2.551 \times 10^3 \quad (17)$$

$$DM12 := \sum_{m=0}^2 \sum_{i=0}^8 (DM1_{i,m})^2 \quad (18)$$

$$DM12 = 1.783 \times 10^6$$

$$DM11 := \sum_{m=0}^2 \sum_{i=0}^8 (DM1_{i,m}) \quad (19)$$

$$DM11 = 6.756 \times 10^3$$

$$SST := DM12 - \frac{DM11^2}{27} \quad (20)$$

$$SST = 9.241 \times 10^4$$

$$DM22 := \sum_{m=0}^2 \sum_{i=0}^2 (DM2_{i,m})^2 \quad (21)$$

$$DM22 = 5.349 \times 10^6$$

El efecto del agregado reciclado

$$SSA := \frac{1}{3 \cdot 3} \cdot (2787.03^2 + 2295.59^2 + 1673.74^2) - \frac{(DM11)^2}{27} \quad (22)$$

$$SSA = 6.921 \times 10^4$$

Efecto de la edad (días de curado)

$$SSB := \frac{1}{3 \cdot 3} \cdot (1912.23^2 + 2292.87^2 + 2551.27^2) - \frac{(DM11)^2}{27} \quad (23)$$

$$SSB = 2.3 \times 10^4$$

Efecto combinado del agregado reciclado y la edad (días de curado)

$$SSAB := \frac{1}{3} \cdot (DM22) - \frac{(DM11^2)}{27} - SSA - SSB \quad (24)$$

$$SSAB = 133.06$$

$$SSE := SST - SSA - SSB - SSAB \quad (25)$$

$$SSE = 67.67$$

Tabla 14. ANOVA - Análisis de Varianza

| Fuente | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media de cuadrados | F0 | p value |
|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|---|---------|
| Agregado reciclado | 69210 | 2 | $\frac{69210}{2} = 3.461 \times 10^4$ | $\frac{3.461 \times 10^4}{3.759} = 9.207 \times 10^3$ | |
| Edad (días) | 23000 | 2 | $\frac{23000}{2} = 1.15 \times 10^4$ | $\frac{1.15 \times 10^4}{3.759} = 3.059 \times 10^3$ | |
| Interacción | 133.06 | 4 | $\frac{133.06}{4} = 33.265$ | $\frac{33.265}{3.759} = 8.849$ | |
| SSE | 67.67 | 18 | $\frac{67.67}{18} = 3.759$ | | |
| SST | 92410 | 26 | | | |

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

Tabla 15. – Análisis de Varianza

| F | Fo | |
|---------------------------|---------------------|---|
| $qF(0.95, 2, 75) = 3.119$ | 9.207×10^3 | Agregado reciclado, si es significativo |
| $qF(0.95, 2, 75) = 3.119$ | 3.059×10^3 | Edad (días) si es significativa |
| $qF(0.95, 4, 75) = 2.494$ | 8.849 | Interaccion si es significativa |

FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

2.6. ASPECTOS ÉTICOS.

Este proyecto está realizado con datos verídicos, resultados de la investigación teórica y ensayos de laboratorio requeridos. Todo el proyecto de investigación será verificado con la plataforma antiplagio ofrecida por el software de comprobación TURNITIN, con lo que se pudo determinar la autenticidad y ausencia de plagio.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Capacidad portante

En base a las muestras recogidas de campo y ensayos de laboratorio, así como el análisis, se obtuvo como resultado una capacidad admisible de 1.2 kg/cm². Y a su vez un tipo de suelo: areno limosa como se puede detallar en la **Tabla 16**. El detalle de los ensayos realizados, se puede visualizar en el **ANEXO N° 04**.

Tabla 16. – Ensayo Estándar de clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

| DATOS DE LABORATORIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------|--|-------|-----------------------------------|-------|-------|--------|-----------------------|-------------------------------------|---|--|------|--|-------|--|--|--|
| MUESTRA: CALIFATA 01 / MUESTRA 01 | | | | | CÓDIGO PROV: F2241N19 | | | | | PROFUNDIDAD: 0.00 - 3.00 m | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA: LOCAL (CIBONA, CESAR VALLEJO) | | | | | | | | | | N° DE SOLICITUD: P14LTM19091209 | | | | | | | | | | | | | |
| LADO/PROGRESIVA: - | | | | | | | | | | FECHA DE ENSAYO: 18/09/2019 | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO | | | | | | | | | | | | | | CONTENIDO HUMEDAD: 3% | | | | | | | | | |
| TAMEZ | 3" | 2 1/2" | 2" | 1 1/2" | 1" | 3/4" | 3/8" | N° 4 | N° 10 | N° 20 | N° 40 | N° 60 | N° 140 | N° 200 | CLASIFICACIÓN S.U.C.S.: SP-SM | | | | | | | | |
| ABERTURA (mm.) | 76.2 | 63.5 | 50.8 | 38.1 | 25.4 | 19.1 | 9.52 | 4.75 | 2.00 | 0.85 | 0.42 | 0.25 | 0.105 | 0.074 | NOMBRE DE GRUPO (S.U.C.S.) | | | | | | | | |
| % QUE PASA | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 96.0 | 94.0 | 92.2 | 87.3 | 73.1 | 40.0 | 29.3 | 19.6 | 13.2 | 9.4 | Areno pobremente graduada con limo. | | | | | | | | |
| GRAVA | | | | 12.7% | | | | ARENA | | | | 77.8% | | | | FINOS | | 9.4% | | | | | |
| DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Grava Gruesa < 75 mm (3") y >= 19 mm (3/4") | | | | 5.2% | | | | Grava Fina < 19 mm y >= 4.75 mm (#4) | | | | 7.6% | | | | Arena Gruesa < 4.75 mm y >= 2.00 mm (#10) | | | | 14.2% | | | |
| Arena Mediana < 2.00 mm y >= 0.425 mm (#40) | | | | 43.0% | | | | Arena Fina < 0.425 mm y >= 0.075 mm (#200) | | | | 19.9% | | | | % Limo y Arcilla < 0.075 mm | | | | 9.4% | | | |
| D ₁₀ : 0.07790 | | D ₃₀ : 0.43012 | | D ₆₀ : 1.26122 | | Coeficiente de Uniformidad: 16.17429 | | | | Coeficiente de Curvatura: 1.00294 | | | | | | | | | | | | | |

FUENTE: "Elaboración propia"

4.1.2. Laboratorio de Concreto

Los valores obtenidos respecto al uso de concreto con agregado residual, se basan en la comparación que se realizó con los 4 diferentes diseños de mezcla para concreto con agregado patrón y concreto con agregado reciclado. Esta comparación se divide en tres etapas. A su vez se realizaron estudios para determinar y diferenciar las características del agregado grueso patrón y agregado grueso reciclado.

Con relación a las etapas, el 1ero contiene los resultados del ensayo a compresión, para probetas de cada diseño propuesto a una edad de 07 días.

La segunda etapa consta de comparar los valores del ensayo a compresión, para probetas de los diseños propuestos a una edad de 14 días y por último, los resultados del ensayo a 28 días.

4.1.3. Ensayo de abrasión en máquina de los Ángeles

El ensayo en la máquina de los Ángeles se realizó bajo el procedimiento de la (NTP 400.019 .

Como se observa en la **Figura 07**, obtuvimos un porcentaje de desgaste por abrasión óptimo con la muestra de agregado grueso (UNICON), mientras que con la muestra de agregado grueso residual se obtuvo un porcentaje de desgaste mayor.

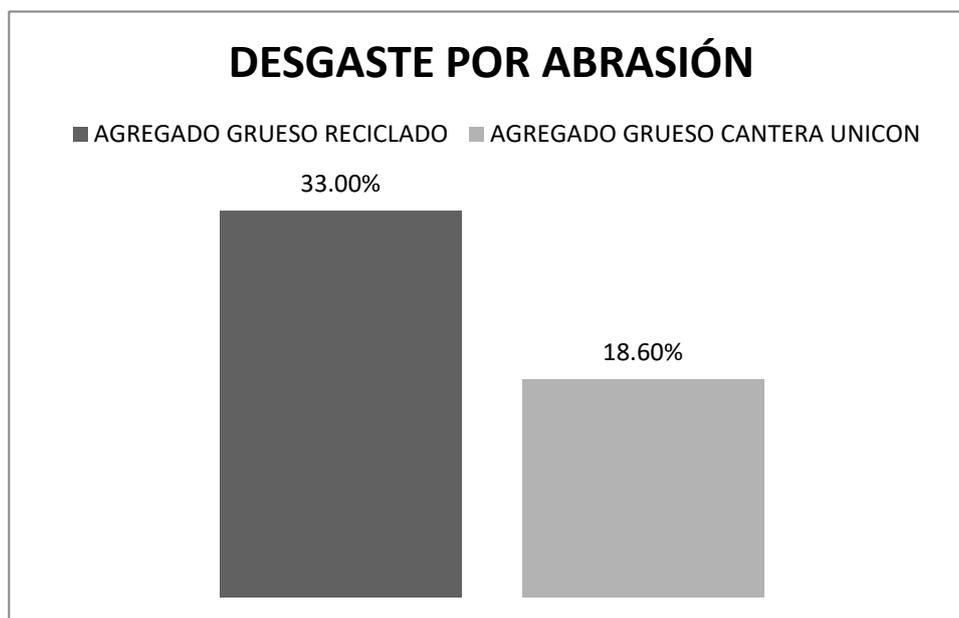


FIGURA 07: Ensayo en Máquina de los Ángeles

FUENTE: "Elaboración propia"

4.1.4. Ensayo de Compresión de Concreto

El ensayo a compresión se realizó bajo el procedimiento de la (NTP 339.034 : 2008 - Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras o probetas).

Por motivos prácticos los resultados mostrados a continuación son los promedios de cada mezcla.

Los resultados se pueden observar a detalle en el **Anexo 04**.

4.1.4.1. Resultados a 7 días de edad

Como se observa en la tabla 21; 22; 23 y 24, se relacionan las 02 mezclas con los resultados promediados.

Tabla 17. –DM N°01 Concreto Patrón- Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|---------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------------------|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (D ías) | ÁREA (c m2) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm2) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm2) |
| P14C192/01 | 7 | 177.3 | 27421 | 154.7 | 155.0 |
| P14C192/02 | 7 | 177.3 | 28451 | 160.5 | |
| P14C192/03 | 7 | 179.7 | 27898 | 155.2 | |

Tabla 18. –DM N°01 Concreto con agregado reciclado. - Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|---------------|-------------|-------------|----------------------|-------------------------------|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (D ías) | ÁREA (c m2) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm2) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm2) |
| P14C192/01 | 7 | 179.1 | 26545 | 148.2 | 151.7 |
| P14C192/02 | 7 | 177.3 | 26412 | 149.0 | |
| P14C192/03 | 7 | 179.7 | 27888 | 155.2 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

A continuación se muestra en la gráfica los resultados curados obtenidos en cilindros para cada una de las mezclas falladas a siete días.

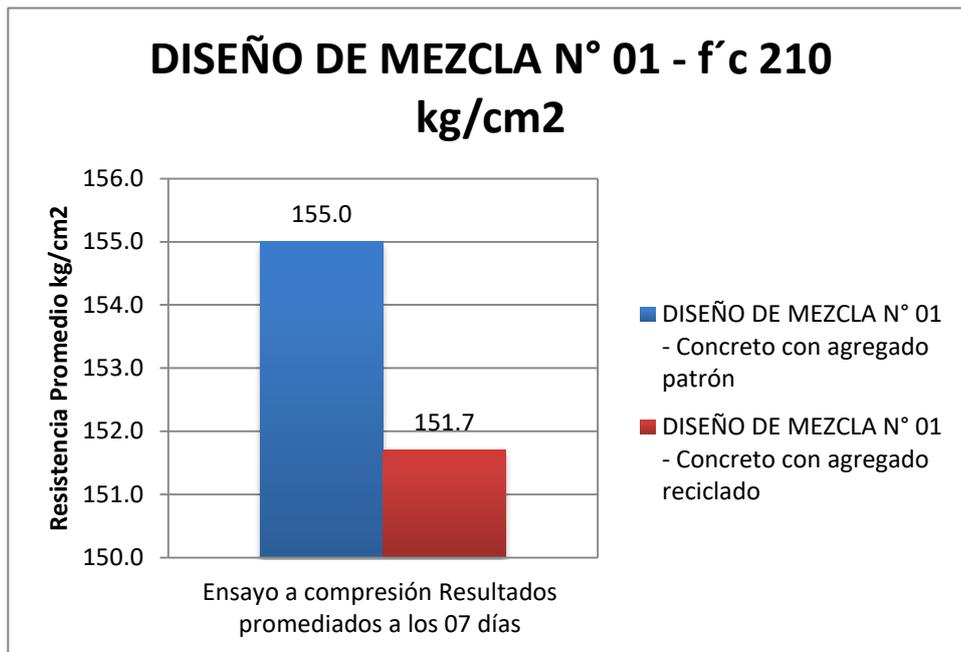


FIGURA 08: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 7 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 155.0 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 151.7 kg/cm² correspondiente al 97.87% del testigo.

Tabla 19. –DM N°02 Concreto con agregado patrón- Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-02/01 | 7 | 176.7 | 50245 | 284.4 | 285.4 |
| DISEÑOMP-02/02 | 7 | 176.7 | 50444 | 285.5 | |
| DISEÑOMP-02/03 | 7 | 176.7 | 50645 | 286.6 | |

Tabla 20. –DM N°02 Concreto con agregado reciclado - Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con 80% de agregado reciclado | | | | | |
|---|-------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Día s) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-02/01 | 7 | 176.7 | 47854 | 270.8 | 269.7 |
| DISEÑOAR-02/02 | 7 | 176.7 | 47820 | 270.6 | |
| DISEÑOAR-02/03 | 7 | 176.7 | 47326 | 267.8 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

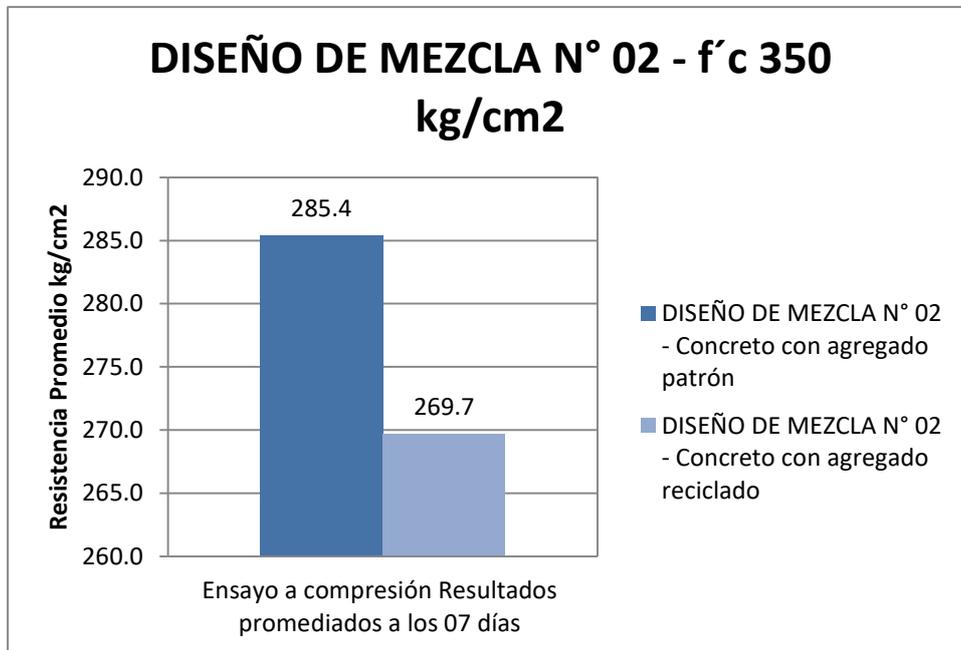


FIGURA 09: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 7 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 285.4 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 80% de agregado reciclado con una resistencia de 269.7 kg/cm² correspondiente al 94.50% del testigo.

Tabla 21. –DM N°03 Concreto con agregado patrón- Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-03/01 | 7 | 176.7 | 42088 | 238.2 | 237.7 |
| DISEÑOMP-03/02 | 7 | 176.7 | 41938 | 237.3 | |
| DISEÑOMP-03/03 | 7 | 176.7 | 42001 | 237.7 | |

Tabla 22. –DM N°03 Concreto con agregado reciclado - Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-03/01 | 7 | 176.7 | 38465 | 217.7 | 216.9 |
| DISEÑOAR-03/02 | 7 | 176.7 | 37846 | 214.2 | |
| DISEÑOAR-03/03 | 7 | 176.7 | 38645 | 218.7 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

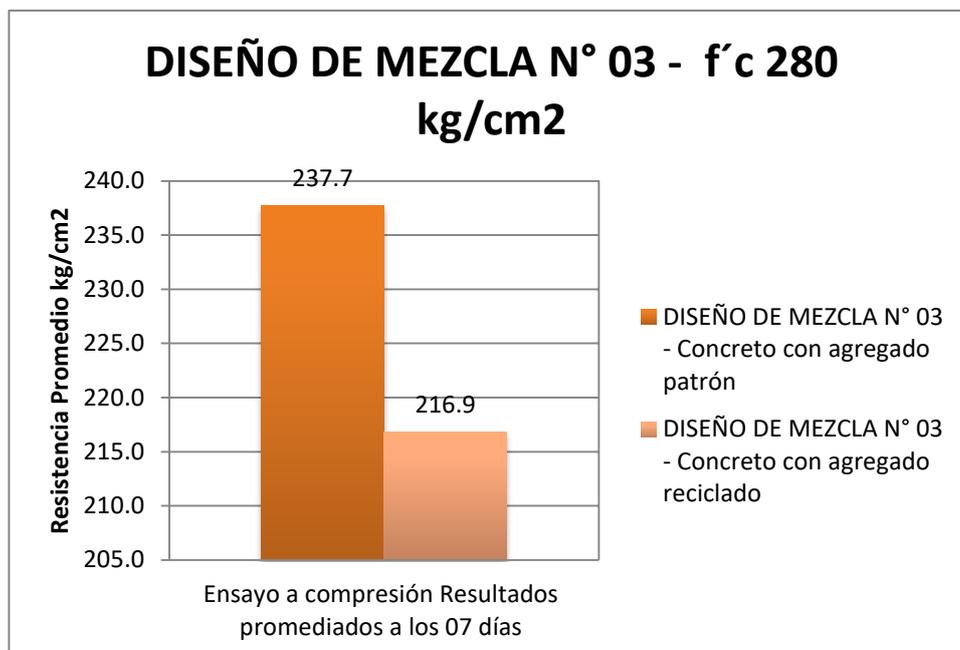


FIGURA 10: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°03, edad 7 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 237.7 kg/cm2 correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 216.9 kg/cm2 correspondiente al 91.25% del testigo.

Tabla 23. –DM N°04 Concreto con agregado patrón- Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-01/01 | 7 | 176.7 | 55764 | 315.6 | 314.5 |
| DISEÑOMP-01/02 | 7 | 176.7 | 56001 | 316.9 | |
| DISEÑOMP-01/03 | 7 | 176.7 | 54986 | 311.2 | |

Tabla 24. –DM N°04 Concreto con agregado reciclado - Edad 7 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|---|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-01/01 | 7 | 176.7 | 53124 | 300.6 | 301.2 |
| DISEÑOAR-01/02 | 7 | 176.7 | 53094 | 300.5 | |
| DISEÑOAR-01/03 | 7 | 176.7 | 53465 | 302.6 | |

FUENTE: "Elaboración propia"

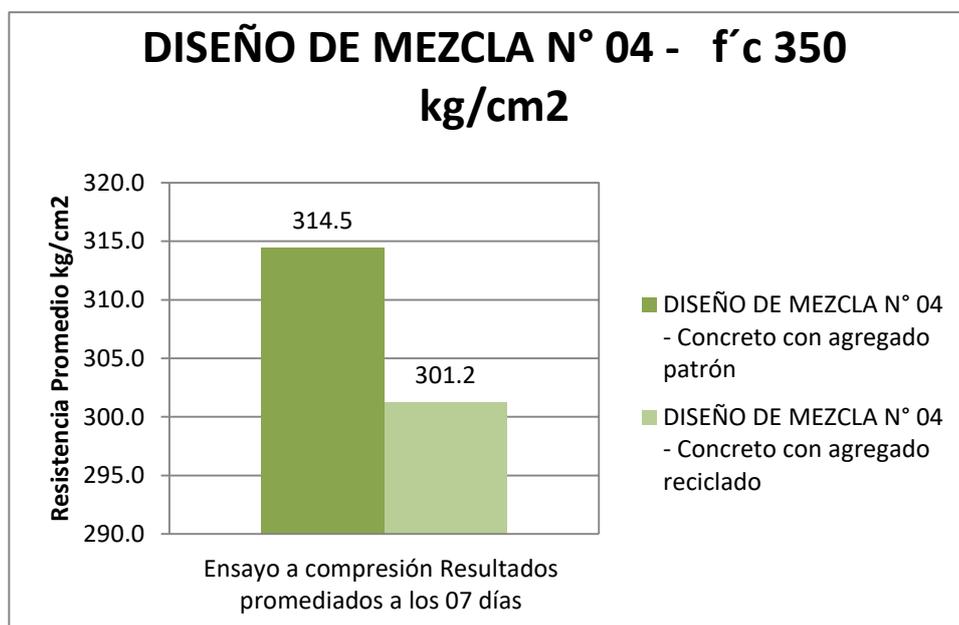


FIGURA 11: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 7 días.

FUENTE: "Elaboración Propia"

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 314.5 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 301.2 kg/cm² correspondiente al 95.77% del testigo.

4.1.4.2. Resultados a 14 días de edad

Como se observa en la tabla 25; 26; 27 y 28, se relacionan las 02 mezclas con los resultados promediados.

Tabla 25. –DM N°01 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA A PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| P14C192/04 | 14 | 177.3 | 34125 | 192.5 | 192.8 |
| P14C192/05 | 14 | 177.3 | 35112 | 198.0 | |
| P14C192/06 | 14 | 179.7 | 34689 | 193.0 | |

Tabla 26. –DM N°01 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA A PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| P14C192/04 | 14 | 177.3 | 34526 | 194.7 | 193.6 |
| P14C192/05 | 14 | 177.3 | 33656 | 189.8 | |
| P14C192/06 | 14 | 179.7 | 34562 | 192.3 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

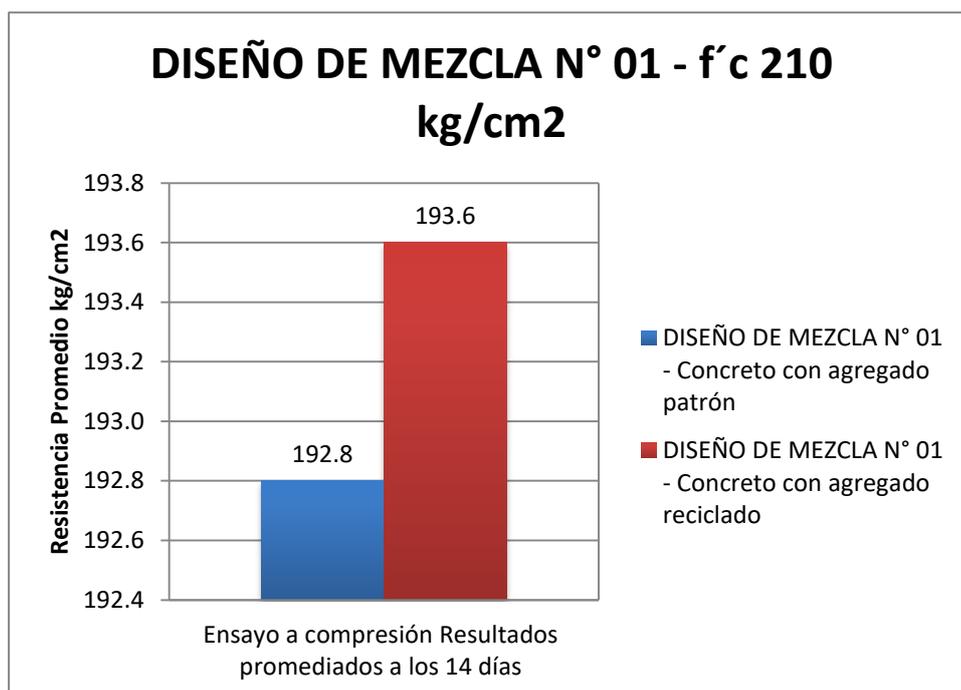


FIGURA 12: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 14 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 192.8 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 193.6 kg/cm² correspondiente al 100.41% del testigo.

Tabla 27. –DM N°02 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|---------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-02/04 | 14 | 176.7 | 58443 | 330.7 | 331.4 |
| DISEÑOMP-02/05 | 14 | 176.7 | 59004 | 333.9 | |
| DISEÑOMP-02/06 | 14 | 176.7 | 58234 | 329.6 | |

Tabla 28. –DM N°02 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con 80% de agregado reciclado | | | | | |
|--|-----------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-02/04 | 14 | 176.7 | 55684 | 315.1 | 315.4 |
| DISEÑOAR-02/05 | 14 | 176.7 | 55645 | 314.9 | |
| DISEÑOAR-02/06 | 14 | 176.7 | 55864 | 316.2 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

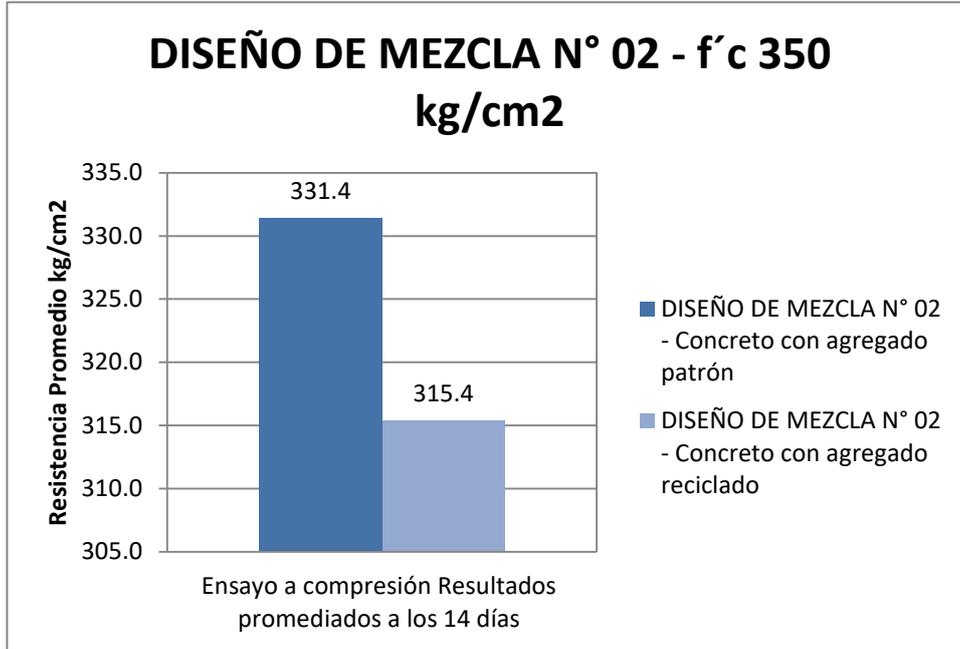


FIGURA 13: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 14 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 331.4 kg/cm2 correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 80% de agregado reciclado con una resistencia de 315.4 kg/cm2 correspondiente al 95.17% del testigo.

Tabla 29. –DM N°03 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|---------------|------------|------------|----------------------|-------------------------------|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm2) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm2) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm2) |
| DISEÑOMP-03/04 | 14 | 176.7 | 48245 | 273.0 | 273.3 |
| DISEÑOMP-03/05 | 14 | 176.7 | 48222 | 272.9 | |
| DISEÑOMP-03/06 | 14 | 176.7 | 48412 | 274.0 | |

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|---|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-03/04 | 14 | 176.7 | 45689 | 258.6 | 256.6 |
| DISEÑOAR-03/05 | 14 | 176.7 | 45346 | 256.6 | |
| DISEÑOAR-03/06 | 14 | 176.7 | 44986 | 254.6 | |

Tabla 30. –DM N°03 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

FUENTE: “Elaboración propia”

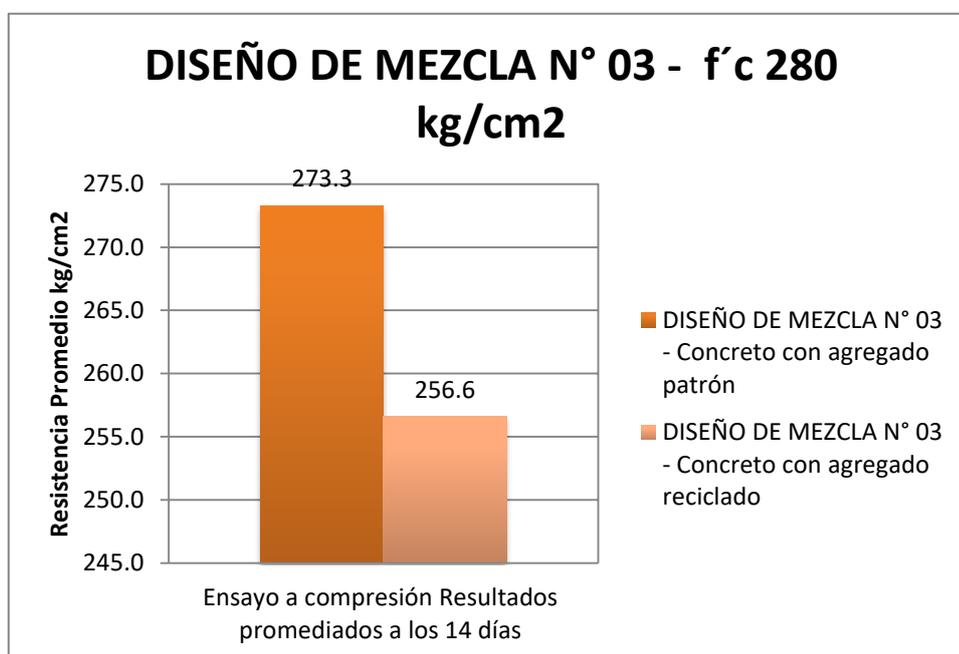


FIGURA 14: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 14 días.

FUENTE: “Elaboración propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 273.3.4 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 256.6.4 kg/cm² correspondiente al 93.86% del testigo.

Tabla 31. –DM N°04 Concreto con agregado patrón- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-01/04 | 14 | 176.7 | 64253 | 363.6 | 362.8 |
| DISEÑOMP-01/05 | 14 | 176.7 | 63985 | 362.1 | |
| DISEÑOMP-01/06 | 14 | 176.7 | 64110 | 362.8 | |

Tabla 32. –DM N°04 Concreto con agregado reciclado- Edad 14 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con 70 % de agregado reciclado | | | | | |
|---|--------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-01/04 | 14 | 176.7 | 59645 | 337.5 | 337.3 |
| DISEÑOAR-01/05 | 14 | 176.7 | 59412 | 336.2 | |
| DISEÑOAR-01/06 | 14 | 176.7 | 59784 | 338.3 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

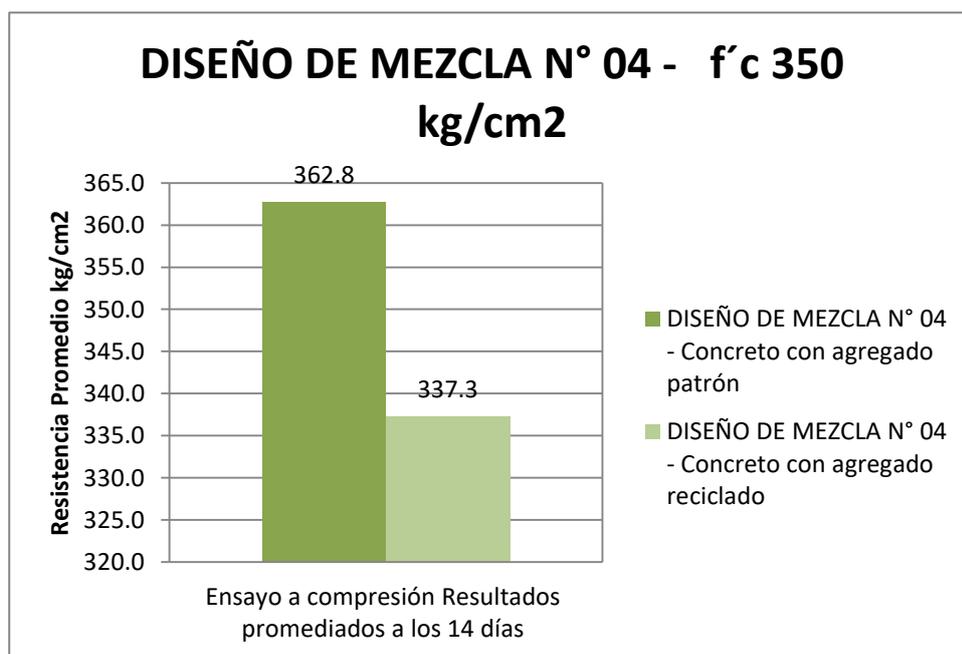


FIGURA 15: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 14 días.**FUENTE:** “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 362.8 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 337.3 kg/cm² correspondiente al 92.97% del testigo.

4.1.4.3. Resultados a 28 días de edad

Como se observa en la tabla 29; 30; 31 y 32, se relacionan las 02 mezclas con los resultados promediados.

Tabla 33. –DM N°01 Concreto con agregado patrón- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| P14C192/07 | 28 | 177.3 | 38467 | 217.0 | 217.1 |
| P14C192/08 | 28 | 177.3 | 37984 | 214.2 | |
| P14C192/09 | 28 | 179.7 | 38999 | 217.1 | |

Tabla 34. –DM N°01 Concreto con agregado reciclado- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 01 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| P14C192/07 | 28 | 178.5 | 38645 | 216.5 | 215.4 |
| P14C192/08 | 28 | 177.3 | 37889 | 213.7 | |
| P14C192/09 | 28 | 177.9 | 38121 | 214.3 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

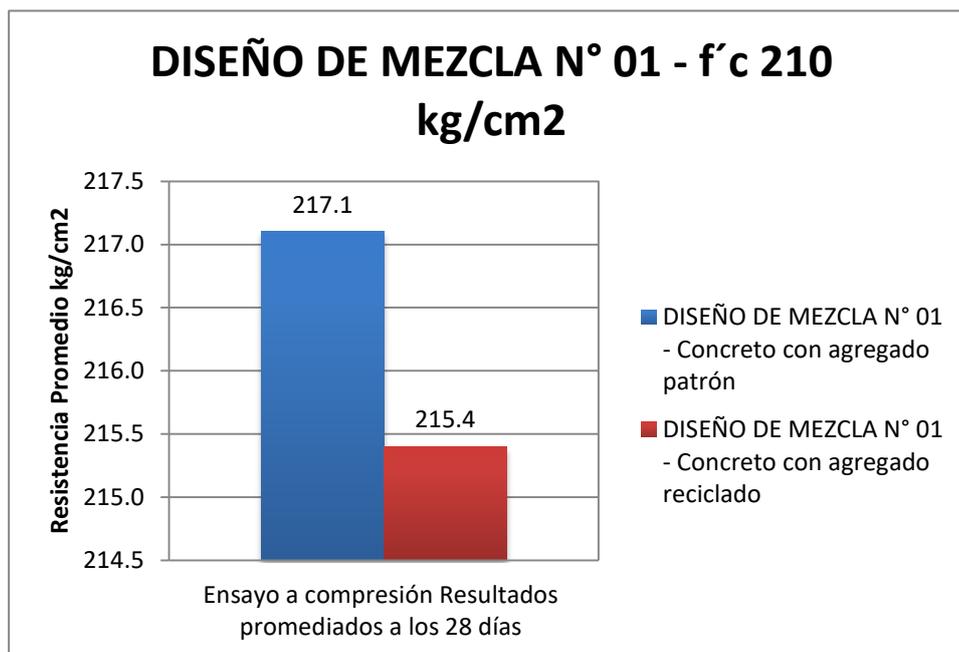


FIGURA 16: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°01, edad 28 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 217.1 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 215.4 kg/cm² correspondiente al 99.22% del testigo.

Tabla 35. –DM N°01 Concreto con agregado patrón- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-02/07 | 28 | 176.7 | 65655 | 371.6 | 372.9 |
| DISEÑOMP-02/08 | 28 | 176.7 | 66074 | 373.9 | |
| DISEÑOMP-02/09 | 28 | 176.7 | 65977 | 373.4 | |

Tabla 36. –DM N°02 Concreto con agregado reciclado- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 02 - Concreto con 80% de agregado reciclado | | | | | |
|--|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-02/07 | 28 | 176.7 | 60421 | 341.9 | 343.8 |
| DISEÑOAR-02/08 | 28 | 176.7 | 60625 | 343.1 | |
| DISEÑOAR-02/09 | 28 | 176.7 | 61230 | 346.5 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

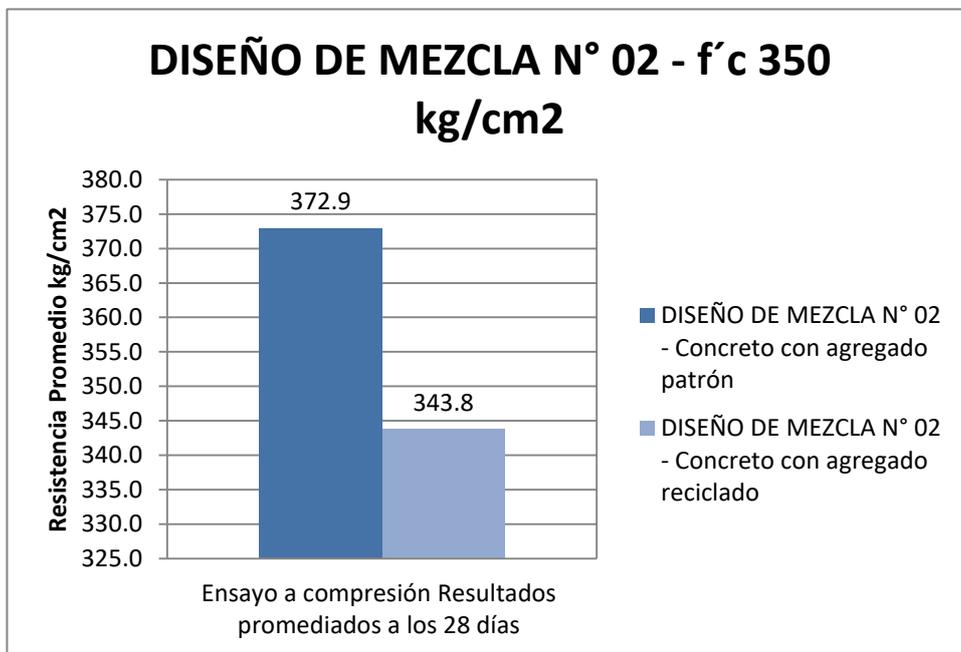


FIGURA 17: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°02, edad 28 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 372.9 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 80% de agregado reciclado con una resistencia de 343.8 kg/cm² correspondiente al 96.8% del testigo.

Tabla 37. –DM N°03 Concreto con agregado patrón- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-03/07 | 28 | 176.7 | 53128 | 300.7 | 301.3 |
| DISEÑOMP-03/08 | 28 | 176.7 | 53368 | 302.0 | |
| DISEÑOMP-03/09 | 28 | 176.7 | 53244 | 301.3 | |

Tabla 38. –DM N°03 Concreto con agregado reciclado- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 03 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDA D (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-03/07 | 28 | 176.7 | 52100 | 294.9 | 291.7 |
| DISEÑOAR-03/08 | 28 | 176.7 | 51230 | 289.9 | |
| DISEÑOAR-03/09 | 28 | 176.7 | 51324 | 290.5 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

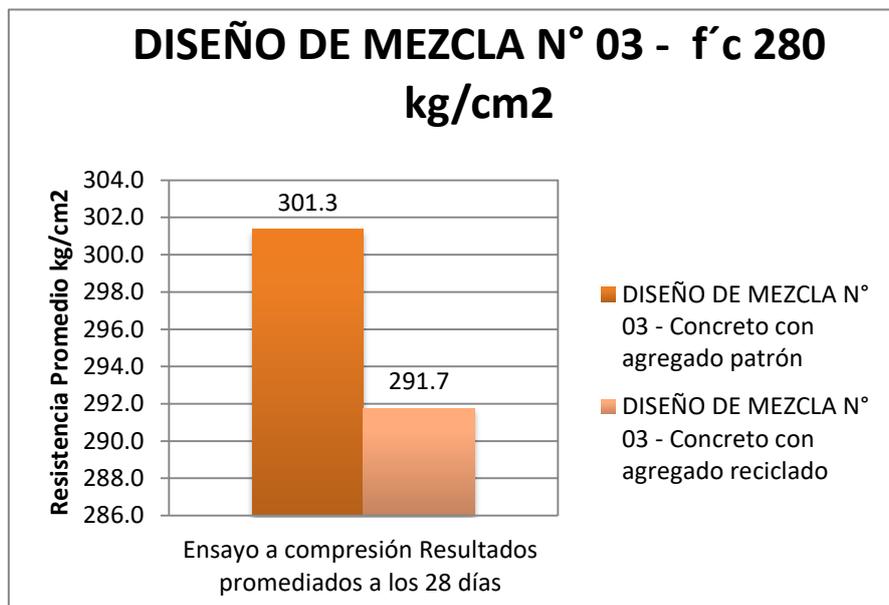


FIGURA 18: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°03, edad 28 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 301.3 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 2991.7.6 ka/cm² correspondiente al 93.89% del testico.

Tabla 39. –DM N°04 Concreto con agregado patrón- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con agregado patrón | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOMP-01/07 | 28 | 176.7 | 73568 | 416.3 | 414.4 |
| DISEÑOMP-01/08 | 28 | 176.7 | 72988 | 413.1 | |
| DISEÑOMP-01/09 | 28 | 176.7 | 73169 | 414.1 | |

Tabla 40. –DM N°04 Concreto con agregado reciclado- Edad 28 días

| DISEÑO DE MEZCLA N° 04 - Concreto con 70% de agregado reciclado | | | | | |
|--|-------------|-------------------------|------------|-----------------------------------|--|
| CODIGO DE PROBETA | EDAD (Días) | ÁREA (cm ²) | CARGA (Kg) | RESISTENCIA (Kg/cm ²) | RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²) |
| DISEÑOAR-01/07 | 28 | 176.7 | 66348 | 375.5 | 375.5 |
| DISEÑOAR-01/08 | 28 | 176.7 | 65986 | 373.4 | |
| DISEÑOAR-01/09 | 28 | 176.7 | 66754 | 377.8 | |

FUENTE: “Elaboración propia”

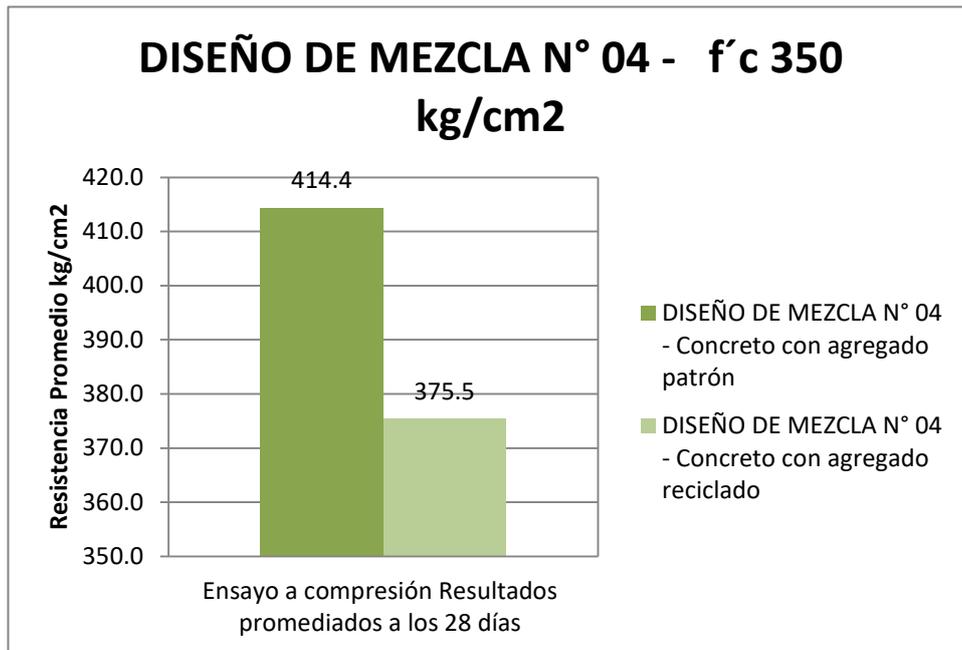


FIGURA 19: Gráfico comparativo – Diseño de mezcla N°04, edad 28 días.

FUENTE: “Elaboración Propia”

El comportamiento de las 02 mezclas se manifiesta bajo los siguientes resultados: para el concreto con agregado natural 414.4 kg/cm² correspondiente a la mayor resistencia equivalente al 100%, en segundo lugar se encuentra el diseño de mezcla reemplazando el 70% de agregado reciclado con una resistencia de 375.5 kg/cm² correspondiente al 90.61% del testigo.

4.1.5. Resultados del Análisis Estructural

4.1.5.1. Formas Modales

Estas formas de movimiento representan los periodos fundamentales de la estructura en las direcciones principales de la estructura X-X e Y-Y, movimiento para los cuales corresponde el mayor % de la participación de masa.

Se puede apreciar en la **Tabla 40**, que el periodo fundamental de la estructura es 0.079 segundos, de igual manera se observa que en el segundo modo de vibración se alcanza un valor de 90% de masa participativa en ambas direcciones, lo cual cumple con la norma E.030. Así como también se observa como en los últimos modos de vibración se alcanza un 100% de masa participativa.

Tabla 41. –Participación Modal

| Caso | Modo | Periodo | Suma UX | Suma UY |
|------|------|---------|---------|---------|
| | | seg | | |
| Modo | 1 | 0,079 | 0,9435 | 0 |
| Modo | 2 | 0,067 | 0,9327 | 0,9144 |
| Modo | 3 | 0,062 | 0,9327 | 0,9144 |
| Modo | 4 | 0,028 | 1 | 0,9144 |
| Modo | 5 | 0,022 | 1 | 1 |
| Modo | 6 | 0,021 | 1 | 1 |

FUENTE: “Elaboración propia”

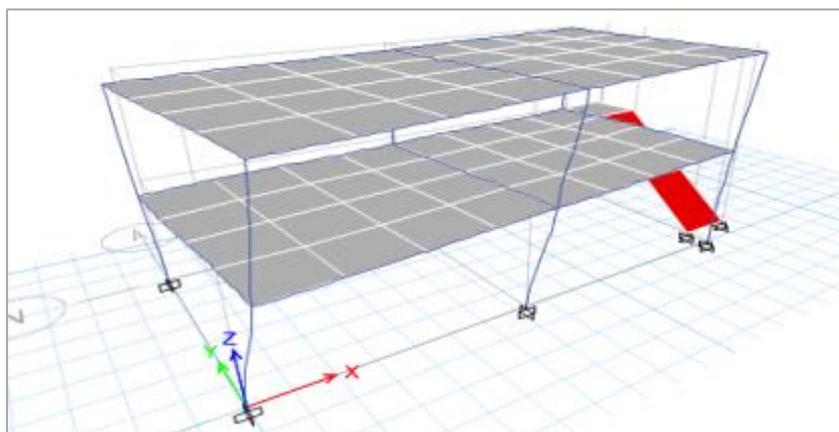


FIGURA 20: Modo de Vibración 1.

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

Período de vibración fundamental $T = 0.079$. Traslacional Y-Y

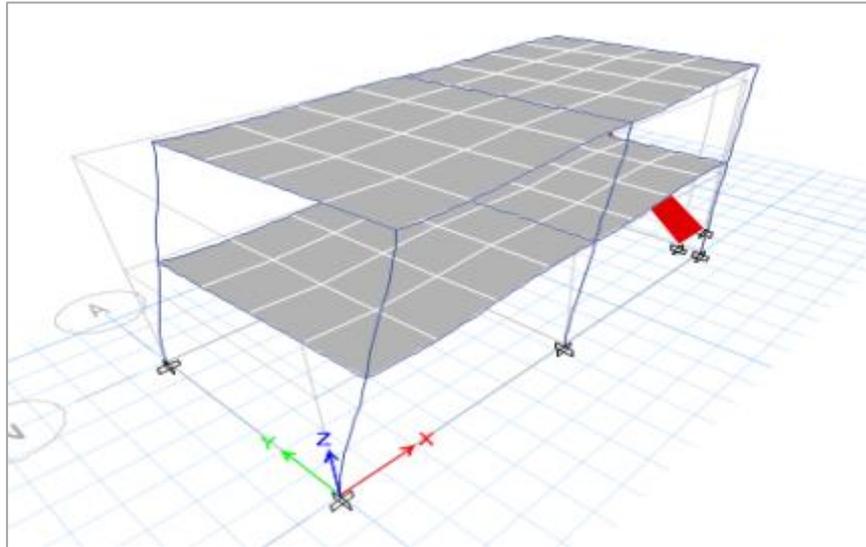


FIGURA 21: Modo de Vibración 2.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Período de vibración $T = 0.067$. Traslacional X-X

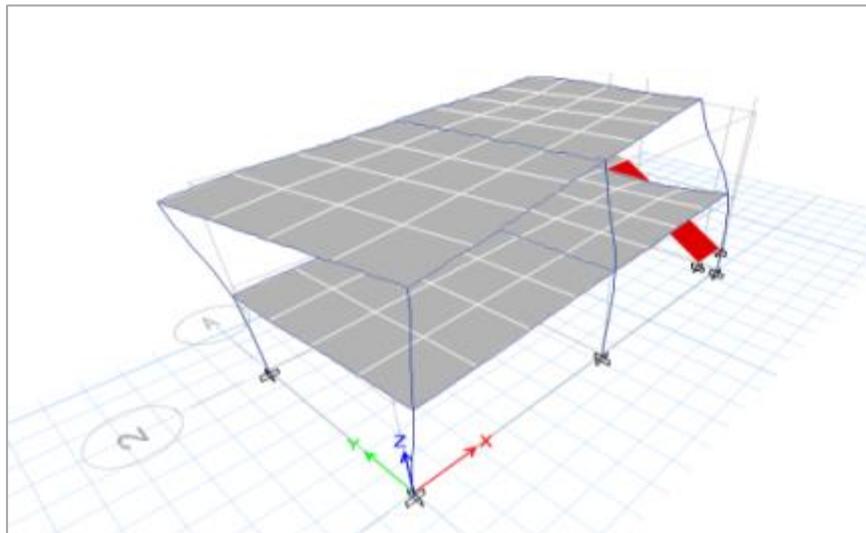


FIGURA 22: Modo de Vibración 3.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Modo de Vibración 3. Período de vibración $T = 0.062$. Rotacional.

4.1.5.2. Distorsiones de entrepiso

Las distorsiones de entrepiso corresponden a la deformación relativa de un nivel respecto a la posición del piso anterior.

Las distorsiones se calculan para efectos de los casos de sismo en la dirección global X e Y, en el modelo de elemento de albañilería de arcilla.

Del cálculo realizado, se muestran los siguientes resultados:

Tabla 42. –Distorsiones de entrepiso

| Story | Load Case/Combo | Direction | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Comprobación <0,007 |
|--------|-----------------|-----------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Story2 | SISMO Máximo | X | 0,000038 | 0,000228 | PASA |
| Story2 | SISMO Máximo | Y | 0,000049 | 0,000294 | PASA |
| Story1 | SISMO Máximo | X | 0,000043 | 0,000258 | PASA |
| Story1 | SISMO Máximo | Y | 0,000065 | 0,00039 | PASA |

FUENTE: “Elaboración propia”

Las derivas en X e Y son desplazamientos relativos reducidos, estos valores multiplicar por los $\frac{3}{4} \times R$ y los resultados son aceptables, menor a los valores máximos indicado en la norma E-030.

4.1.5.3. Análisis Dinámico Tiempo – Historia

Para realizar este procedimiento se usaron 03 conjuntos de registros de aceleraciones de la ubicación del terreno, cada uno incluye dos componentes en direcciones ortogonales, tal como lo menciona el Artículo 30 de la norma técnica E-030

Para el caso en estudio se tomaron 3 sismos corregidos :

- 17 de Octubre de 1966 , Salinas de Huacho. Magnitud 8.1 escala de Richter. (220 muertos, 1800 heridos)

- 31 de Mayo de 1970 , Ancash. Magnitud 7.9 escala de Richter.
(Desaparición de la provincia de Yungay)
- 03 de Octubre de 1974, Lima y Callao . Magnitud 8.0 escala de Richter.

Se procede a introducir los registros corregidos en el software.

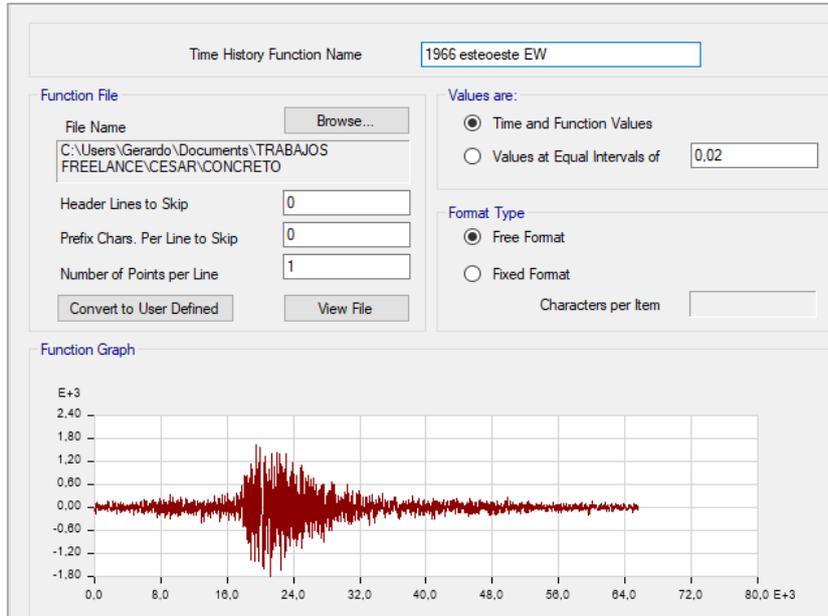


FIGURA 23: Registro de aceleraciones corregido 1966 EW

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

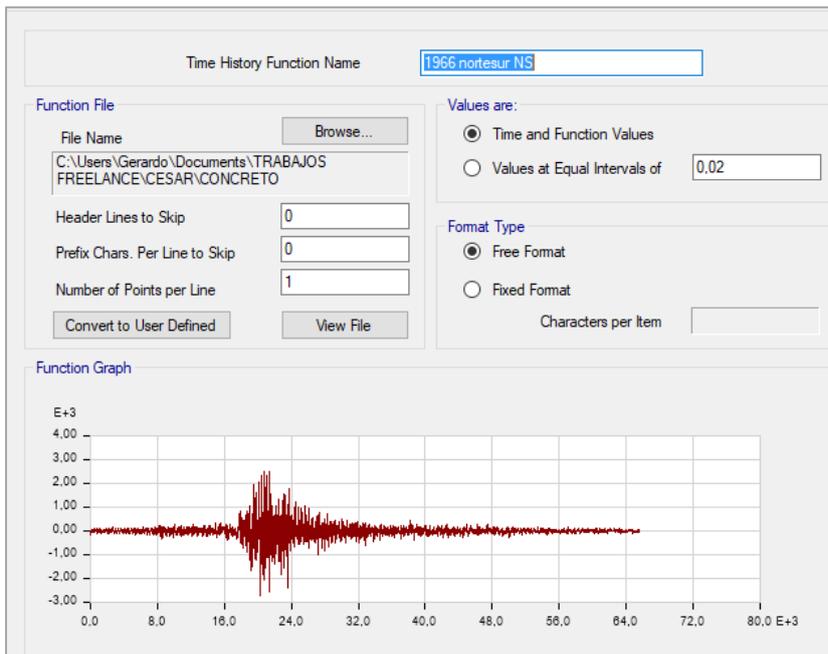


FIGURA 24: Registro de aceleraciones corregido 1966 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

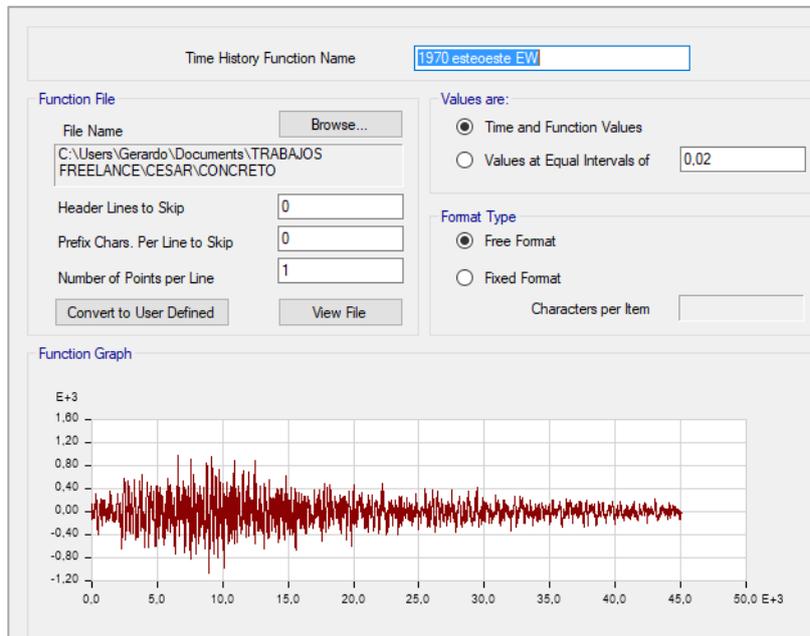


FIGURA 25: Registro de aceleraciones corregido 1970 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

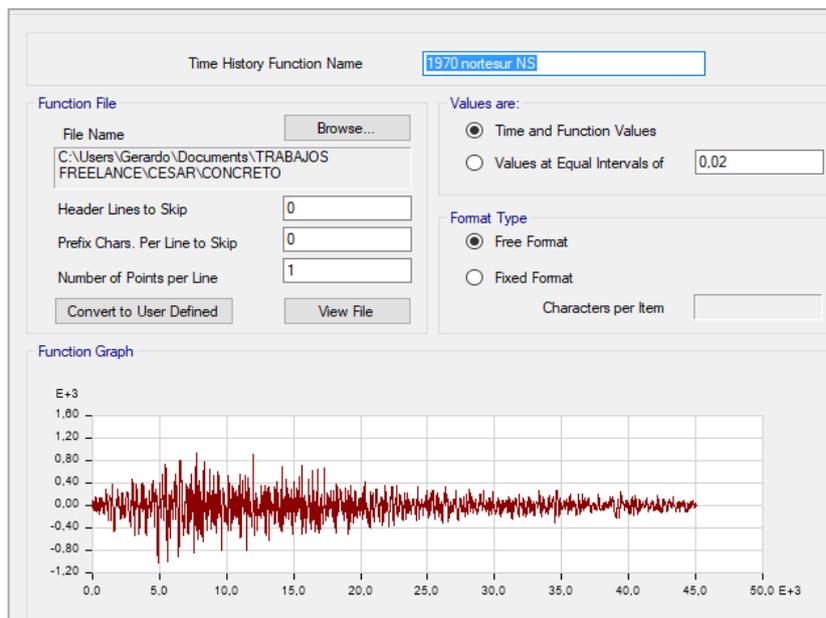


FIGURA 26: Registro de aceleraciones corregido 1970 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

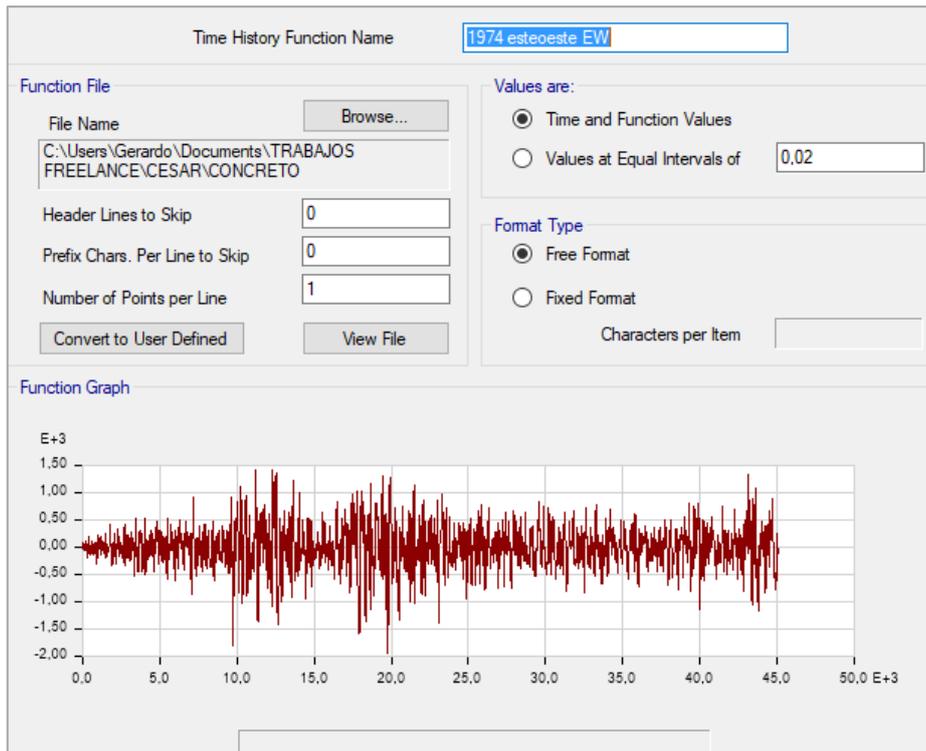


FIGURA 27: Registro de aceleraciones corregido 1974 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

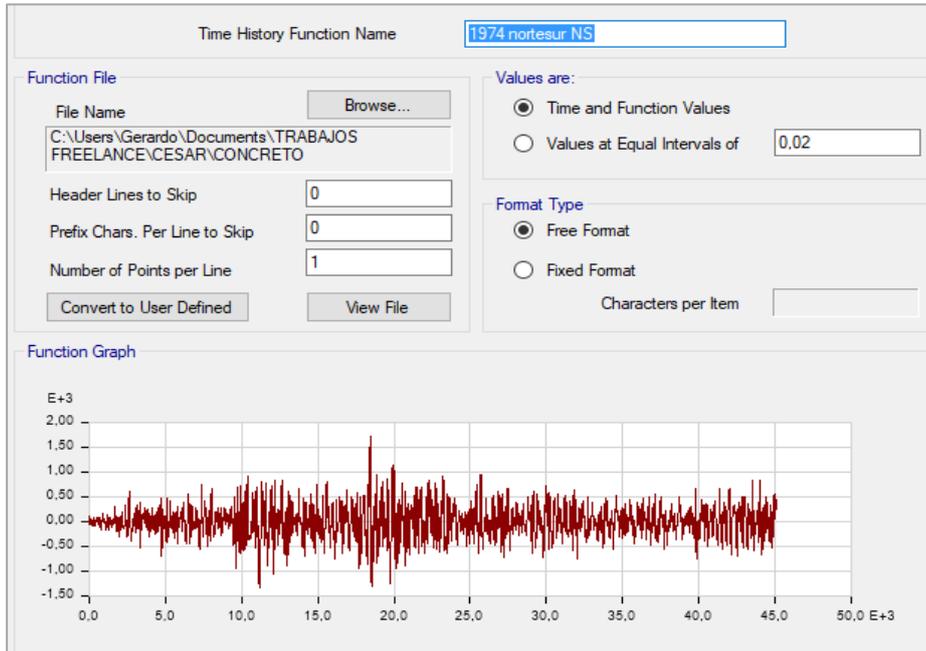


FIGURA 28: Registro de aceleraciones corregido 1974 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Se procede a escalar el registro acelerográfico con el espectro de diseño con

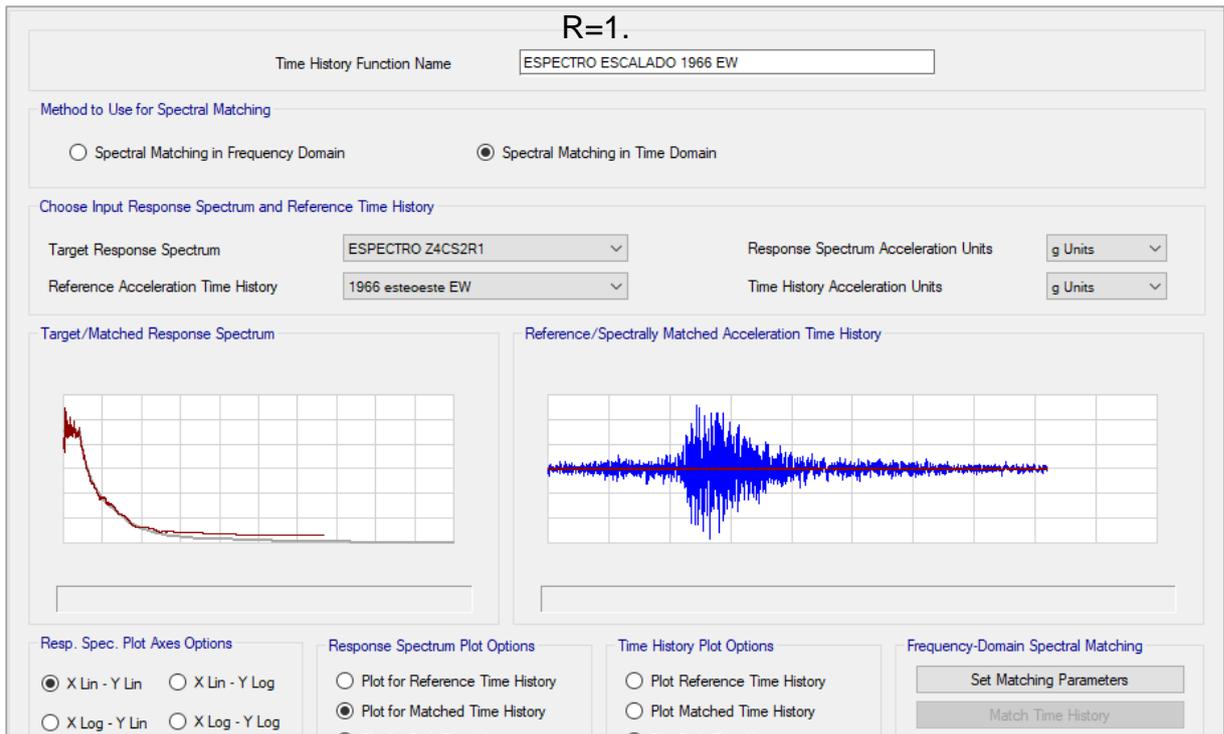


FIGURA 29: Espectro escalado con 1966 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

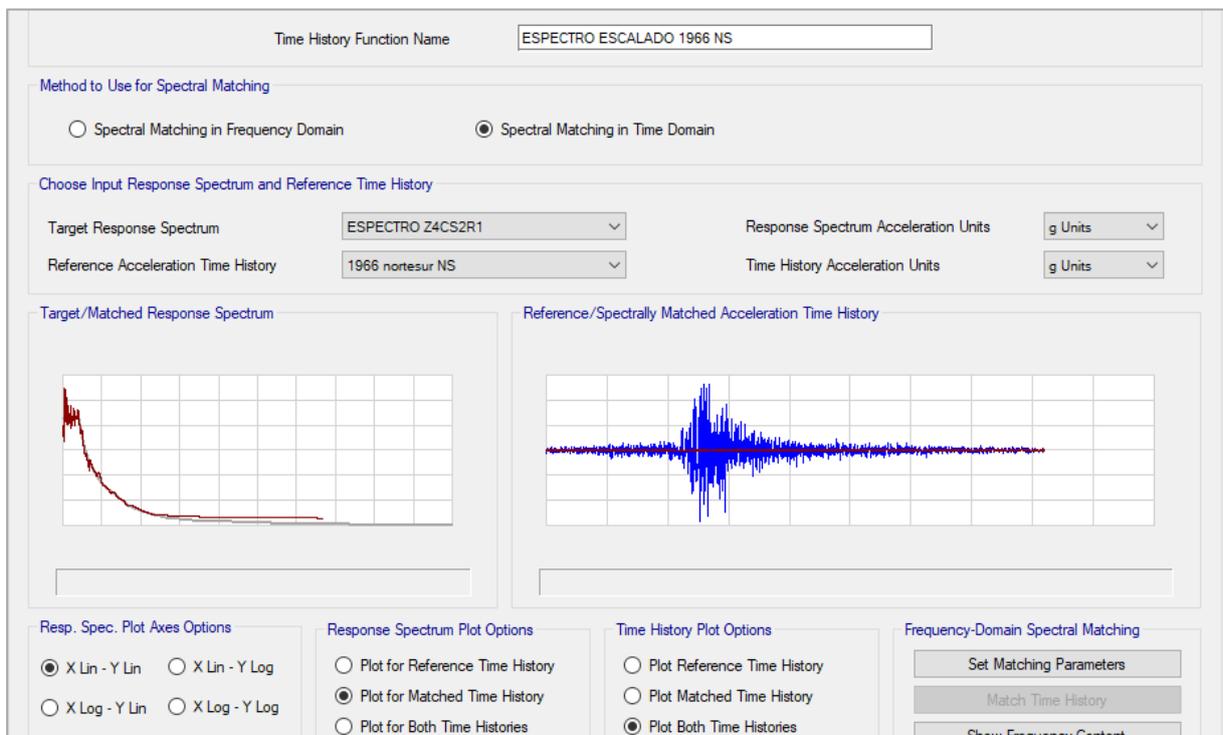


FIGURA 30: Espectro escalado con 1966 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

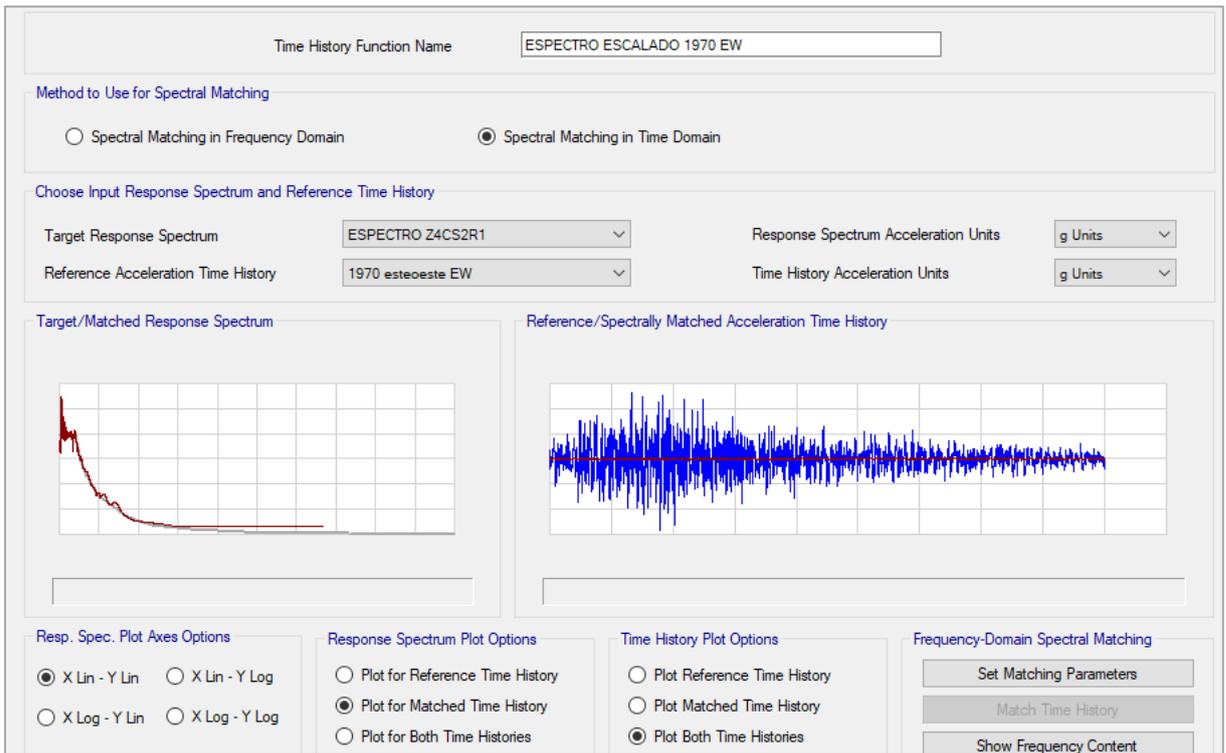


FIGURA 31: Espectro escalado con 1970 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

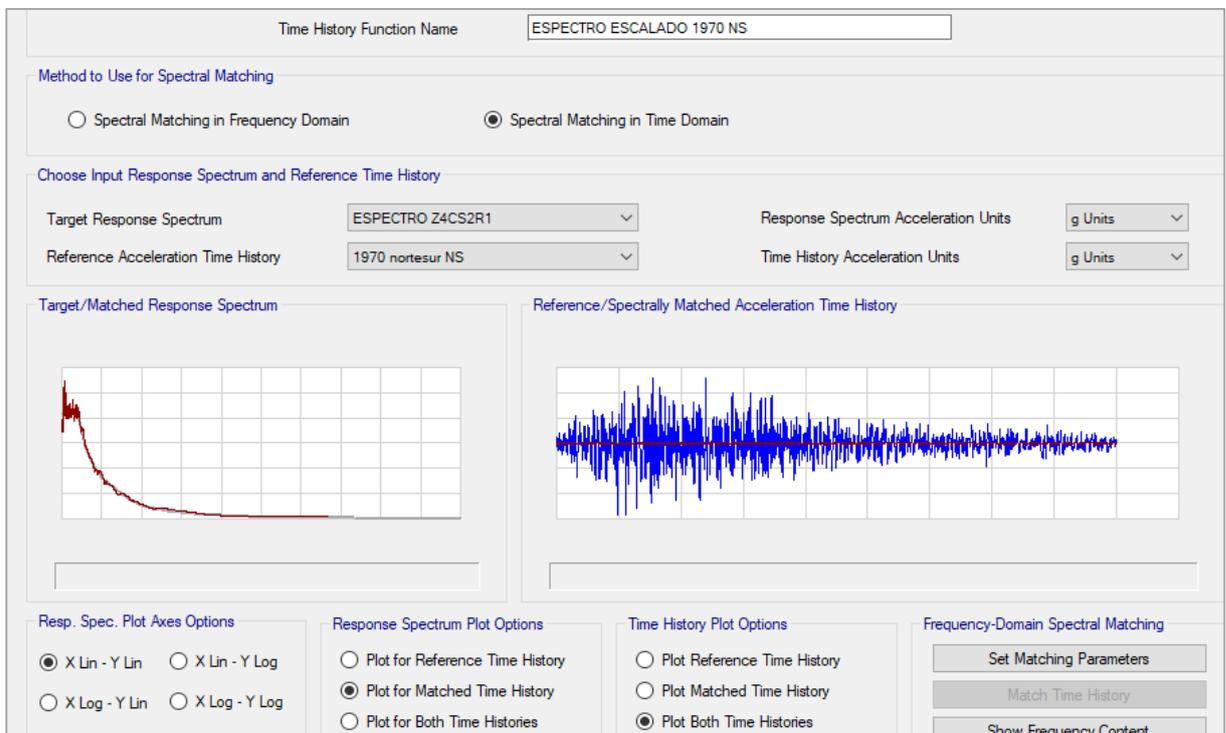


FIGURA 32: Espectro escalado con 1970 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

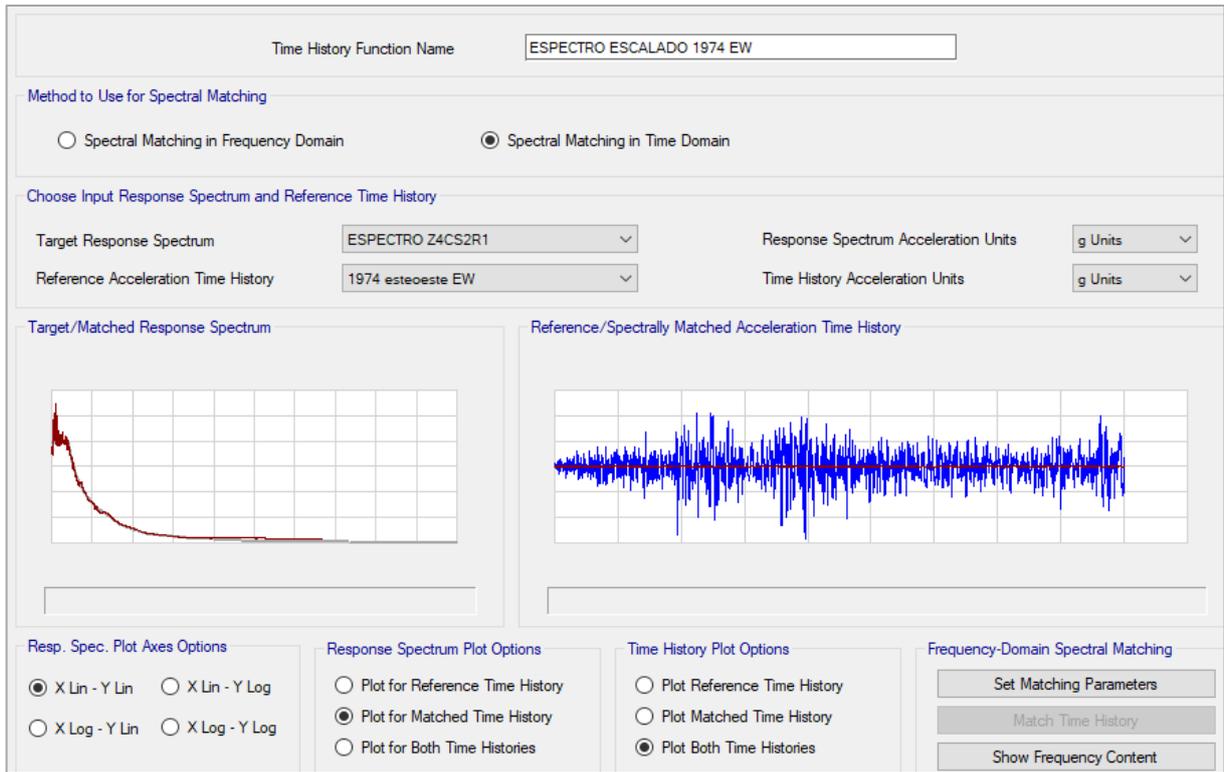


FIGURA 33: Espectro escalado con 1974 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

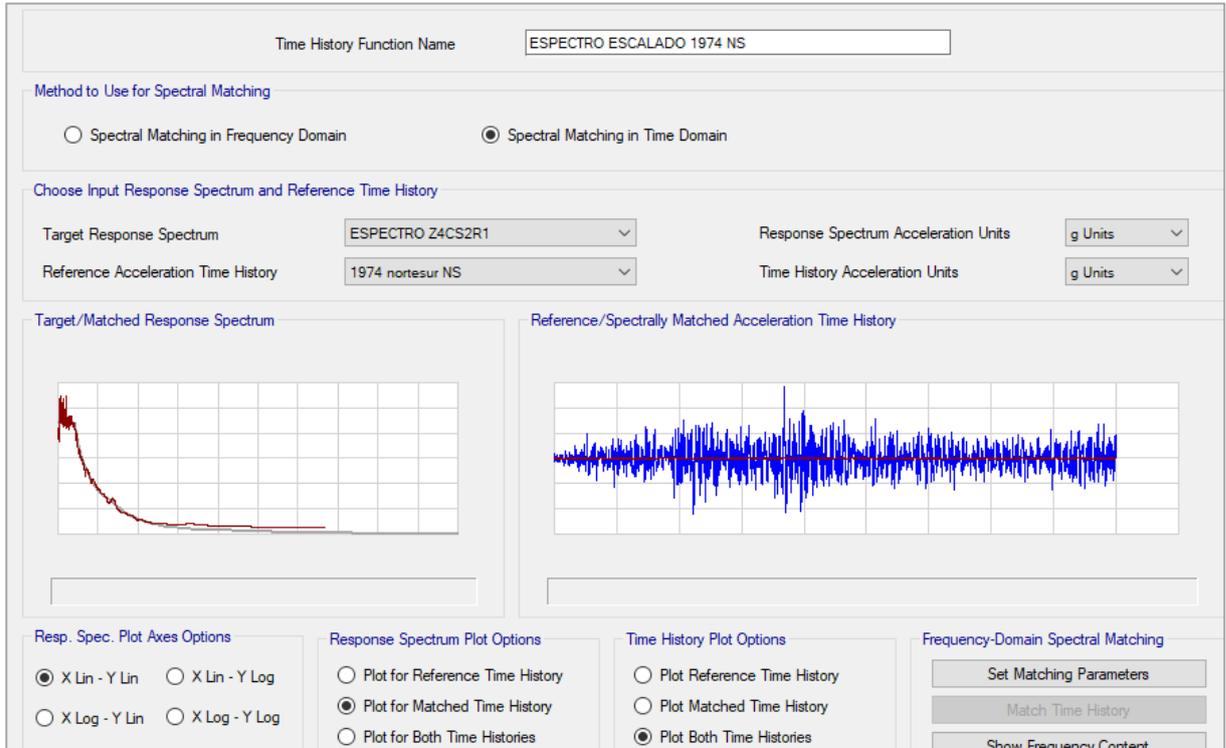


FIGURA 34: Espectro escalado con 1974 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica .

Límites para la distorsión del entrepiso.

Concreto Armado 0,007, NORMA TÉCNICA E030

Tabla 43. – Story Drifts

| Story | Load Case/Combo | Dirección | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Comprobación |
|--------|-----------------|-----------|-----------------|-------------------|--------------|
| Story2 | SISMO 1966 Max | X | 0,0004755 | 0,002853 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Max | Y | 0,000587 | 0,003522 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Min | X | 0,000408833 | 0,002453 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Min | Y | 0,000585833 | 0,003515 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Max | X | 0,000508167 | 0,003049 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Max | Y | 0,000580333 | 0,003482 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Min | X | 0,000474167 | 0,002845 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Min | Y | 0,000547833 | 0,003287 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Max | X | 0,000452167 | 0,002713 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Max | Y | 0,000569667 | 0,003418 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Min | X | 0,000471 | 0,002826 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Min | Y | 0,000633333 | 0,0038 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Max | X | 0,000533333 | 0,0032 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Max | Y | 0,000774333 | 0,004646 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Min | X | 0,000481833 | 0,002891 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Min | Y | 0,000736333 | 0,004418 | OK |

| | | | | | |
|--------|----------------|---|-------------|----------|----|
| Story1 | SISMO 1970 Max | X | 0,000588333 | 0,00353 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Max | Y | 0,000741333 | 0,004448 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Min | X | 0,000549167 | 0,003295 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Min | Y | 0,000759833 | 0,004559 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Max | X | 0,000513167 | 0,003079 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Max | Y | 0,000748 | 0,004488 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Min | X | 0,000524333 | 0,003146 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Min | Y | 0,000816 | 0,004896 | OK |

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"



FIGURA A 35: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1966

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"



FIGURA 36: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1970

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

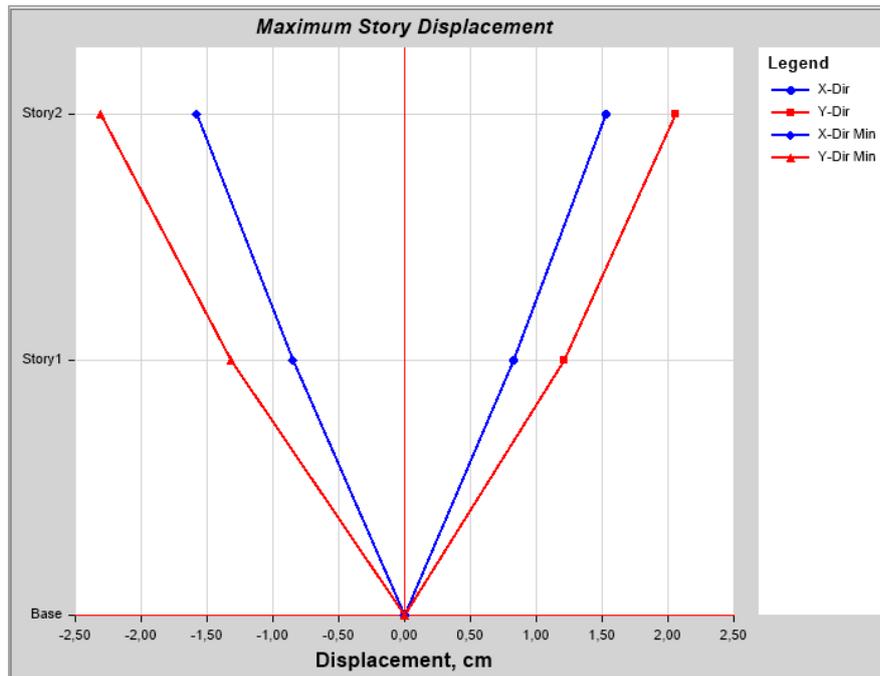


FIGURA 37: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1974

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

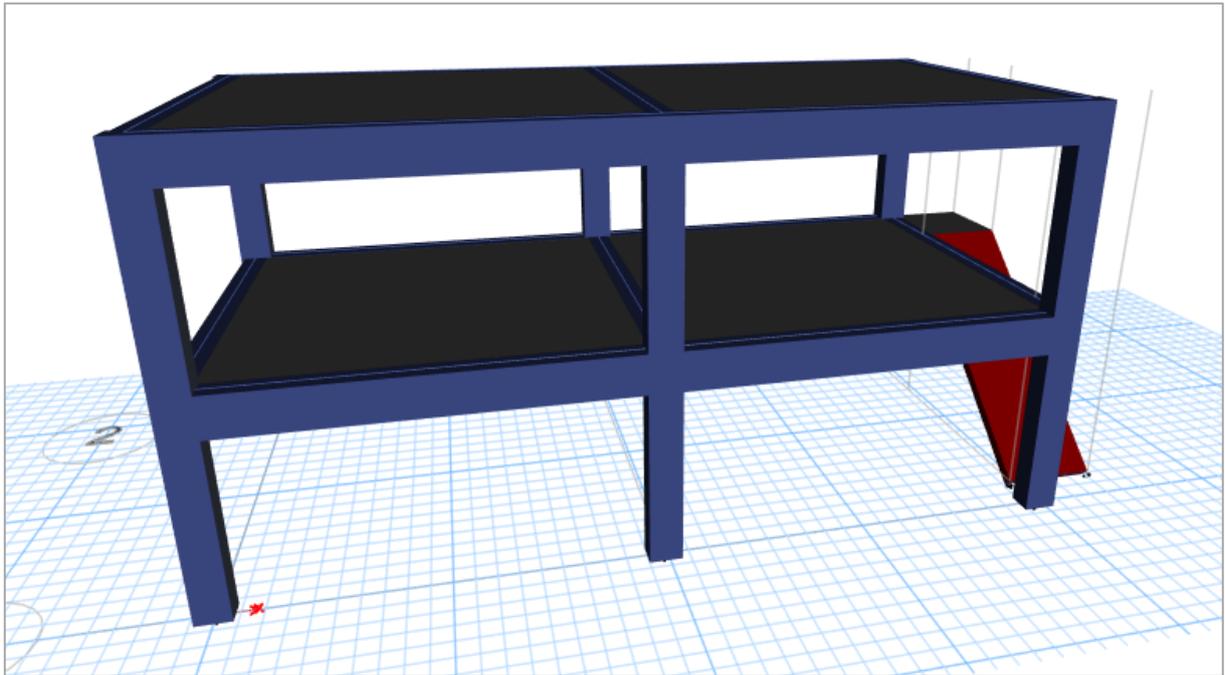


FIGURA 38: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

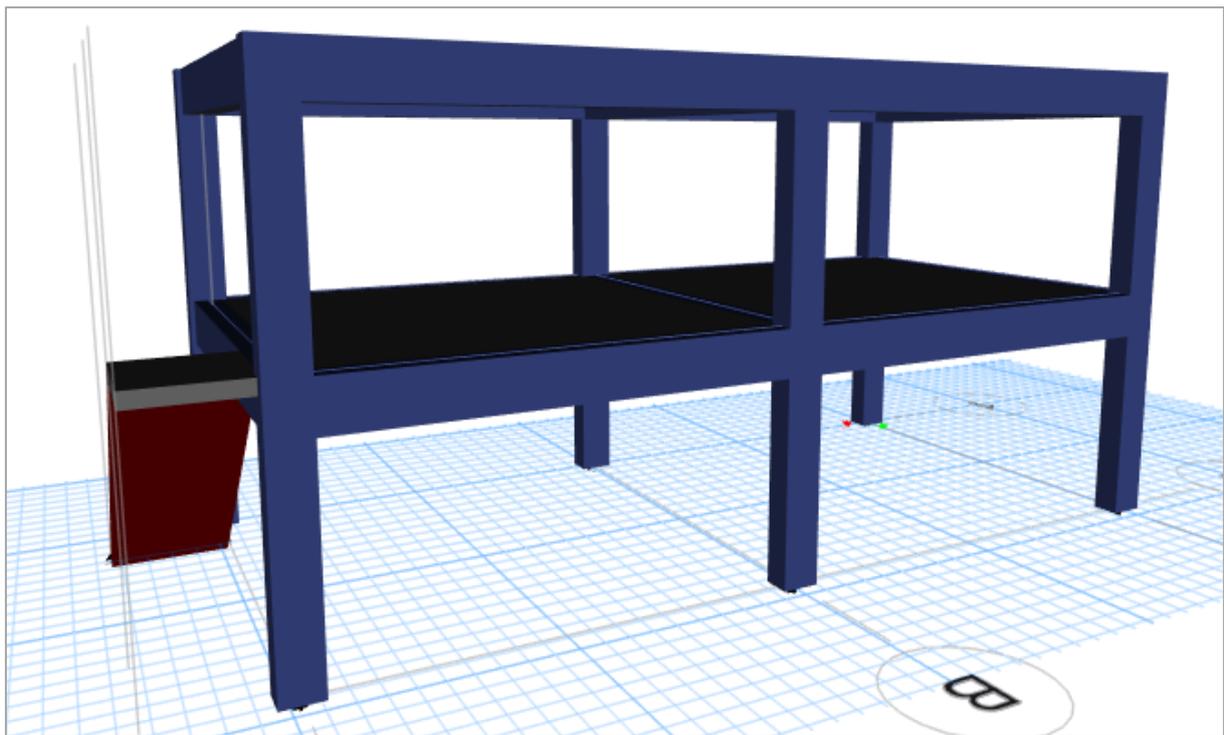


FIGURA 39: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

V. DISCUSIONES

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción de los datos obtenidos como resultados finales, con el fin de analizarlos y comparar los resultados de otras investigaciones que forman parte de los antecedentes para el desarrollo de esta investigación, con la cual se podrá determinar la viabilidad del uso de concreto reciclado como nuevo agregado, sin deterioro importante de las propiedades analizadas, ni alteraciones en el ensayo dinámico con el software ETABS.

Los resultados de los ensayos realizados a las muestras de la calicata realizada, dieron a conocer que el suelo muestra un terreno de perfil S2 y su capacidad admisible es 1.2 kg/cm^2 . Este tipo de suelo resultó ser adecuado, para este tipo de estructura sismorresistente, por lo que no se usó refuerzo en la Cimentación. Los resultados del presente estudio los que fueron semejantes a los resultados de los estudios de Guevara y Vera (2013) quién encontró 1.43 kg/cm^2 de capacidad admisible en el terreno de estudio. Los resultados del presente estudio fueron semejantes a los estudios descritos porque en ambas investigaciones se puede interpretar los resultados favorables con el mismo tipo de Suelo y valor semejante de capacidad portante. Sin embargo, los resultados del estudio fueron diferentes a los resultados de los estudios de Castillo (2018) al considerar que con un valor menor a 4 kg/cm^2 de capacidad portante, se altera de manera desfavorable la estabilidad de la estructura. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos porque en ambas investigaciones se utilizaron diferente cantidad de niveles, uso y tipo de estructura. La investigación en mención fue considerada para 6 niveles con semisótano, por lo que su viabilidad requería asignar un tipo de suelo muy rígido.

Se adjunta el Anexo 03- Informe técnico de Capacidad Portante.

Los resultados del estudio muestran que el Predimensionamiento para la estructura de 02 pisos sobre un suelo con capacidad admisible de 1.2 kg/cm^2 que se dispuso para esta investigación resultó ser adecuado, consolidando una estructura sismorresistente, por lo que no se usó refuerzo en la Cimentación. Los resultados del estudio fueron diferentes a los resultados de los estudios de Castillo (2018) al asignar un valor de 4 kg/cm^2 de capacidad portante para su

estudio, y considerar vigas de cimentación desde el diseño arquitectónico preliminar, intensificando de manera favorable la estabilidad de la estructura para controlar los momentos de volteo. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos porque en ambas investigaciones se utilizaron diferente cantidad de niveles, uso y tipo de estructura. La investigación en mención fue considerada para una estructura 6 niveles de Concreto armado.

Los resultados del estudio dieron a conocer que el 50 % de reemplazo en los agregados es la cantidad más adecuada para este tipo de concreto, los que fueron similares a los resultados de Díaz y Torres (2014) quién encontró que el diseño de mezcla que tuvo los mejores resultados fue el correspondiente al 50% de escombro. Los resultados del presente estudio fueron semejantes a los estudios descritos porque en ambas investigaciones se puede interpretar los resultados favorables con el mismo porcentaje de reemplazo. Sin embargo, los resultados fueron distintos a los resultados de los estudios de Velásquez (2015) al cambiar el agregado natural por agregado reciclado obtenido de restos de demoliciones, se altera de manera desfavorable la capacidad de soportar cargas de compresión, más aún cuando se utiliza un porcentaje mayor al 40% del agregado total. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos porque en ambas investigaciones se utilizaron diferente fuente o punto de acopio del material reciclado que posteriormente servirá de agregado. A su vez los resultados del ensayo a compresión no son favorables, por lo tanto no corresponde aprobar por no ser viable.

Los resultados del Análisis Dinámico que presentaron mayor porcentaje de participación fueron para X-X el periodo 0.079 seg. y un porcentaje de 94.35%, para Y-Y el periodo 0.067 seg. Con un porcentaje de 91.44%,. Los resultados fueron distintos a los estudios obtenidos por Chevarría (2015) quien obtuvo como resultados del Análisis Dinámico modal espectral de los periodos fundamentales que presentaron mayor porcentaje de participación en cada dirección fueron para X-X el periodo 0.351 seg y un porcentaje de 82.49%, para Y-Y el periodo 0.168 seg con un porcentaje de 90.77%. Los resultados de la presente tesis fueron distintos a los estudios descritos porque Chevarría emplea un diseño de mezcla

convencional para $f'c$ 210 kg/cm², siendo esta de tipo convencional y sin ningún material de refuerzo, mezcla diferente a la dosificación empleada en la presente tesis la cual fue de 280 kg/cm² con 50% de reemplazo del Agregado grueso por agregado producto de restos de demolición, motivo por el cual los porcentajes de masa no mantienen la similitud. Sin embargo en ambos casos se cumple con lo establecido por la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente con la cual se considera los valores de la masa efectiva sea por lo menos 90% de la masa total.

Los resultados del estudio fueron las distorsiones de entrepiso en el eje X deriva máx. 0.000238 para el eje Y deriva máx. 0.000294. Los resultados fueron distintos a los estudios obtenidos por Chevarría (2015) quien obtuvo como resultados las distorsiones de entrepiso en el eje X deriva máx. 0.00177 para el eje Y deriva máx. 0.00386. Los resultados de la presente tesis fueron distintos a los estudios descritos porque Chevarría realizó el diseño sismorresistente para una estructura de concreto armado de 06 pisos con semisótano. Sin embargo en ambos casos se cumple con lo establecido por la Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente con la cual se considera 0.007 el máximo desplazamiento relativo de entrepiso para una estructura cuyo material predominante sea el concreto armado.

VI. CONCLUSIONES

7.1. Conclusiones

El objetivo del presente capítulo es abordar los resultados obtenidos en esta presente investigación de los cuales se puede concluir las siguientes afirmaciones.

Objetivo 1:

-Es de suma importancia conocer las propiedades mecánicas que posee el suelo donde se requiere proyectar la construcción, ya que estos factores intervienen en el diseño Sismorresistente.

-En la evaluación de las propiedades mecánicas del suelo de la ampliación del Local Comunal César Vallejo. La evaluación final indico que el terreno tiene características de tipo de suelo arena limosa, las cuales cumplen con los valores permisibles de suelo crítico.

Objetivo 2:

-- Mediante los ensayos de compresión realizados a las 72 probetas de concreto con los diseños de mezcla que se detallan en el **ANEXO 03**, se concluye que el diseño de mezcla N°01, elaborado para obtener una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 ; no altera el comportamiento Sismorresistente de la estructura, el cual se sustenta con el ensayo dinámico y los resultados admisibles obtenidos 289.46 kg/cm^2 . Por lo tanto se puede realizar el Predimensionamiento para el diseño estructural Sismorresistente sin ningún tipo de restricciones.

Objetivo 3:

-Se llegó a la conclusión que hasta un 50% de sustitución de agregados convencionales pueden ser sustituidos por los agregados de concreto reciclado, Una proporción mayor (70%) de reemplazo reduce la resistencia del concreto a 214.28 kg/cm^2 . La mezcla de concreto con 50% de agregados de concreto reciclado tiene similar comportamiento al de concreto de control elaborado con agregados naturales, lo que implica que en esa proporción es posible el uso masivo de concreto de demolición. No obstante, el módulo de elasticidad del concreto se reduce entre un 0-10% si se utiliza hasta un 50% de agregado

reciclado en la mezcla de concreto. Lo mencionado, es técnicamente viable el uso de este material en los concretos, limitando el porcentaje de reemplazo a 75%.

Objetivo 4:

- Del Análisis y comparación del comportamiento sísmico de la ampliación del local comunal César Vallejo, aplicando concreto reciclado, se concluye que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el Artículo 31 de la Norma Técnica E030 el cual es, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica. Por lo mismo se concluye que el diseño estructural realizado es Sismorresistente ya que cumple con los parámetros estipulados por la Norma técnica de nuestro País.

Objetivo General:

-Se pudo realizar el diseño Sismorresistente de la ampliación del local Comunal César Vallejo sin mayor adecuación, los detalles del trabajo se encuentran reportados en los planos estructurales adjuntos en el ANEXO 01

- De las anteriores conclusiones y por medio de los resultados obtenidos se determinó que es técnicamente viable el uso de concreto reciclado como nuevo agregado, sin deterioro importante de las propiedades analizadas, ni alteraciones en el ensayo dinámico del concreto final realizado con el software ETABS.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Recomendaciones

Las recomendaciones para futuras investigaciones relacionadas al tema son las siguientes:

1.-Se determinó que la trabajabilidad depende del tipo de agregado y sus características (humedad, absorción). A medida que se aumenta el % de agregado residual disminuye la manejabilidad, Por lo mismo, se recomienda utilizar aditivo para un concreto con mayor % de agregado reciclado mayor al 50%.

2.-Se debe crear una cultura de reciclaje con la cual la recolección y almacenamiento de esta materia no sea afectada por agentes patógenos, el correcto almacenamiento de los restos de concreto producto de demoliciones, genera fuentes alternativas para suministrar agregados a gran escala.

3.-Todo el procedimiento a realizar debe estar plasmado en un documento aprobado para el correcto desempeño. Este puede ser denominado: **Guía de diseño, preparación, colocación y cuidados del concreto residual, se adjunta formato recomendado en ANEXO 05.**

4.- Para la comparación del concreto patrón y el concreto con agregados reciclados, se recomienda utilizar herramientas estadísticas, como gráficos de barras, entre otras, de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión.

5.- Al momento de realizar las probetas se debe seguir las normas establecidas a fin de evitar el asentamiento del agregado grueso.

6.- El curado de probeta tiene que ser al día siguiente de la elaboración de diseño a fin de evitar que el calor de hidratación propia del concreto afecte la cantidad de agua propia del diseño y así se merme las propiedades esperadas.

7.- Al momento de realizar los ensayos mecánicos de las probetas y vigas se recomienda manejar una base de datos unificada para iniciar los cálculos y el Predimensionamiento.

8.- Para el modelamiento y diseño estructural, se recomienda trabajar con la versión original del software ETABS. Se adjunta licencia Anexo 04.

9.- Del Diseño Sismorresistente: Al momento de obtener las derivas en X e Y (desplazamientos relativos reducidos) estos valores al ser multiplicados por $\frac{3}{4} R$, deben ser menores al límite para la distorsión del entrepiso para Concreto Armado 0,007, al realizar el análisis se obtiene un valor diferido a lo recomendado, se debe regresar al Predimensionamiento y proponer dimensiones alternativa para los elementos estructurales.

10.- Al trabajar con agregado de concreto residual como agregado grueso se toma en cuenta que se trabaja con un elemento cuyas propiedades varían dependiendo de qué tipo de muestras se toman y de dónde se producen estos agregados reciclados. Por ello, se recomienda que los agregados reciclados se obtengan de elementos estructurales con un alto $f'c$, puesto que es directamente proporcional a sus propiedades mecánicas.

REFERENCIAS

- Agreda (2015)** “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados” Tesis presentada para optar al título de Ingeniero. Universidad Católica de Colombia en Bogotá
- Huaynate (2017)** “Diseño Estructural de Edificio de Viviendas de Muros Delgados de Concreto Armado” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mena y Valdés (2014)** “Clasificación óptima de una mezcla de concreto con materiales reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Cali para uso en obras viales de bajo tránsito” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Javeriana Calí.
- Colimba y Choca (2016)** “Diseño estructural de un edificio de 4 pisos en acero para proyecto de vivienda masivo” Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico. Escuela Politécnica Nacional Quito
- Apaza e Izarbe (2016)** “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas y características físicas del concreto patrón y concreto reciclado, evaluando su comportamiento en estado fresco y endurecido.” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Lima
- Gonzales (2015)** “Diseño Estructural de un Edificio de 20 pisos usando ACI318-14.” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Santa María Arequipa
- Díaz y Torres (2014)** “Evaluación técnica de bloques de concreto para uso estructural elaborados de escombros de concreto de losas de pavimento rígido”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas

Ponce (2014) “Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento portland tipo I”. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima

Sumari (2016) “Estudio del concreto de mediana a alta resistencia elaborado con residuos de concreto y cemento portland tipo I” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ingeniería Lima

Velásquez (2015) “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima metropolitana” Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma Lima

En cumplimiento a lo indicado por el jurado calificador, se consideró los resultados de los 04 diseños de Mezcla elaborado para la comparación del comportamiento de concreto residual vs. Concreto Patrón.

Esto puede ser visualizado en el capítulo IV. Resultados del ensayo de compresión para probetas de concreto a los 07;14 y 28 días de edad. (Tiempo de fraguado). Ensayos que fueron realizados por mi persona, con gráficos comparativos y cuadros resumen de elaboración propia.

ANEXOS

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensiones | Indicadores | ESCALA |
|---|---|---|---|------------------------------------|---------------|
| VARIABLE INDEPENDIENTE | | | | | |
| ESTRUCTURA SISMORRESISTENTE EN LA AMPLIACIÓN DEL LOCAL COMUNAL CÉSAR VALLEJO | Villarreal (2008), describe que el proceso de diseño estructural es un mecanismo iterativo el cual consiste en ir perfeccionando una propuesta de elementos inicial, hasta llegar a una propuesta adecuada. | Se tomará una propuesta arquitectonica, con la cuál se realizará un predimensionamiento y la simulación de la estructura siendo sometida a efectos sismicos con la ayudá de un software especifico. | Estudio de suelos | Pérfil Estratigrafico | RAZÓN |
| | | | | Capacidad portante | |
| | | | | Granulometría | |
| | | | | Porcentaje de humedad | |
| | | | Predimensionamiento | Dimensionamiento de Vigas | |
| | | | | Dimensionamiento de Columnas | |
| | | | | Dimensionamient de losa aligerada | |
| | | | Propiedades mecánicas del concreto modificado | Resisrencia a la compresión | |
| | | | | Trabajabilidad | |
| | | | | Modulo de Elasticidad | |
| Relación agua – cemento | | | | | |
| CONCRETO RESIDUAL | Cement Sustainability Initiative (2009), El concreto tiene agregados gruesos y finos, . Pueden ser hechos a partir de concreto reciclado. | Concreto elaborado con agregado reciclado producto los puntos de acopio que se eligieron para la investigación | Analisi de comportamiento sisimico | Metrado de Cargas (E-020) | |
| | | | | Analisis Sismico - Ensayo Dinamico | |
| | | | | Software ETABS | |
| | | | | Momento Flexionante | |
| | | | | Modos de vibración | |
| | | | | Desplazamientos Laterales | |
| VARIABLE DEPENDIENTE | | | Dimensiones | Indicadores | ESCALA |
| DISEÑO SISMORRESISTENTE | Diseño sismorresistente según la norma técnica E.030, aplicando concreto con agregados producto de demoliciones. | Se realizará la comparación del comportamiento sismorresistente del modulo propuesto, utilizando concreto residual y convencional | Diseño Arquitectonico | Tipología | RAZÓN |
| | | | | Distribución | |
| | | | | Ventilación | |
| | | | Diseño Estructural | Parametros normativos | |
| | | | | Dimensiones | |
| | | | | Planos de detalles | |
| | | | Calidad de material | Procedimiento de acopio | |
| | | | | Ensayos de Abrasión de Los Angeles | |
| | | | | Guía de Diseño | |

PANEL FOTOGRÁFICO



FIGURA 15: Excavación de calicata para obtención de datos
FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"



FIGURA 16: Determinación de Perfil Estratigráfico
FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"



FIGURA 17: Densidad de campo
FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

7.1.1. Recolección de escombros para obtención de agregado reciclado

Se realizó visitas a los Asentamientos humanos más cercanos al Local Comunal César Vallejo, con la finalidad de identificar los lugares potenciales de donde se puede obtener las muestras y suministro de escombros de concreto para producir agregado reciclado



FIGURA 18: Vista del AA.HH. Bayovar Ampliación
FUENTE: "ELABORACIÓN PROPIA"

El proyecto “Barrio mío” y el “Programa Agua Segura para Lima y Callao” realizaron escaleras para mejorar los accesos de 112 agrupaciones familiares. Por el deterioro de algunos tramos, se tuvo que demoler y acopiar los restos de demolición de concreto.



FIGURA 19: Escaleras para poblaciones vulnerables
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”

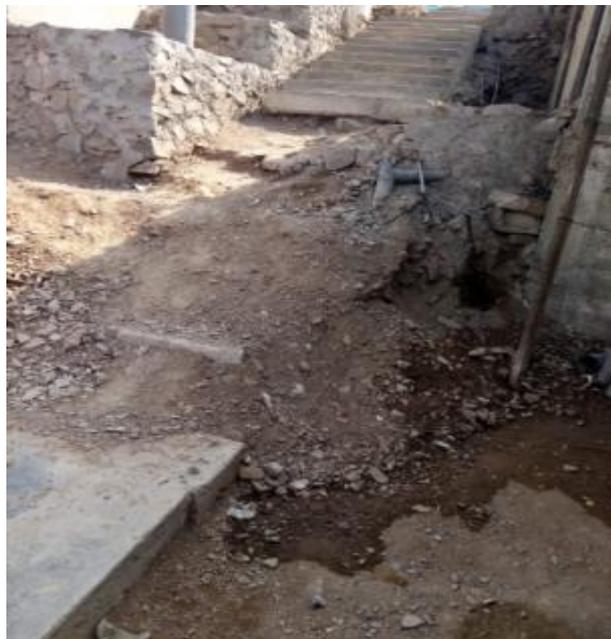


FIGURA 20: Demolición de escaleras por deterioro
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”



FIGURA 21: Demolición de escaleras para instalación de redes de agua.
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”

Por deficiencia en los expedientes técnicos u omisión de trabajos como eliminación de material producto de las demoliciones antes mencionadas, las empresas contratistas han dejado puntos de acopio que a la fecha aún no han sido eliminados, generando perjuicio y siendo un obstáculo para el desplazamiento de la población. Estos



FIGURA 22: Punto de acopio de restos de demolición de concreto.
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”



FIGURA 23: Punto de acopio de restos de demolición de concreto.
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”



FIGURA 24: Punto de acopio de restos de demolición de concreto.
FUENTE: “ELABORACIÓN PROPIA”

7.1.2. Diseño preliminar

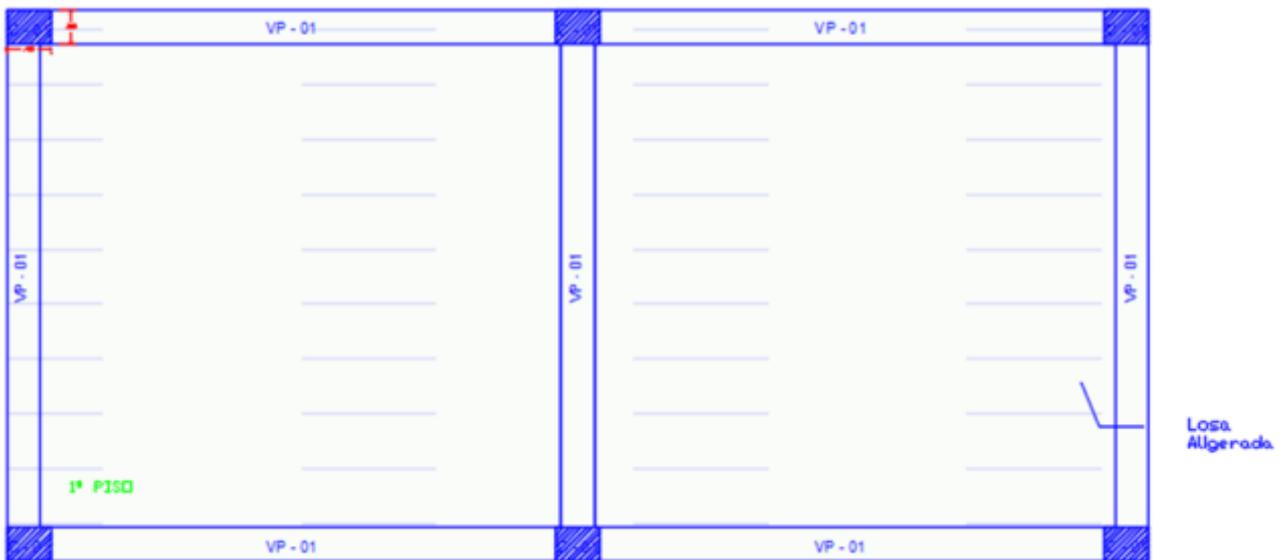


FIGURA 25: Diseño preliminar de modulo a ensayar
FUENTE: "Elaboración propia"

7.1.3. Levantamiento topográfico

Con la finalidad de identificar el área proyectada para realizar la ampliación del local comunal César Vallejo, se realizó el trazado y levantamiento topográfico para adquirir el nivel del terreno y precisar el metrado de movimiento de tierras que involucra ejecutar el proyecto.



FIGURA 26: Fachada principal del Local Comunal César Vallejo
FUENTE: "Elaboración propia"



FIGURA 27: Evento de ayuda gratuita
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 28: Ubicación del área designada al proyecto – (Modulo prefabricado)
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 29: Área destinada como almacén
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 30: Área destinada como almacén
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 31:Ubicación de puntos
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 32:Trazo de ejes longitudinales
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 33: Trazo de ejes verticales
FUENTE: "Elaboración propia"



FIGURA 34: Levantamiento con estación total
FUENTE: "Elaboración propia"



FIGURA 35: Trazado final del módulo a ensayar
FUENTE: “Elaboración propia”



FIGURA 36: Trazado final del módulo a ensayar con el equipo de trabajo
FUENTE: “Elaboración propia”

MEMORIA DE CALCULO

Características de la Estructura.

La estructura es una edificación de uso común, de 2 pisos con un sistema estructural de pórticos de concreto armado donde el concreto constitutivo es reciclado. Para el presente proyecto se realizarán 2 análisis dinámicos, uno mediante el análisis modal espectral y otro mediante el análisis tiempo historia.

7.1. Normativa utilizada.

Para el análisis, diseño y detallado del proyecto estructural se emplearon las consideraciones contenidas en las siguientes normas:

- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.020 CARGAS, 2006.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2018.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.060 CONCRETO ARMADO, 2009.

7.2. Software de Diseño Estructural.

El presente proyecto será calculado y diseñado estructuralmente mediante el software ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems) (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones) en su versión 16.2.1 2016 ultimate.

7.3. Análisis de Cargas.

- Sobrecargas Permanentes (SCP): se consideran aquellas cargas constantes de mobiliarios fijos como cargas puntuales fijas, así como también cargas provenientes de recubrimientos o pavimentos en las losas de entepiso.
- Cargas Muerta (CM): se consideraron los pesos propios provenientes de todos los elementos estructurales (vigas y columnas) y de los otros elementos no estructurales (losas, escalera, revestimiento, mampostería, etc.).

- Carga Permanente (CP): se considera como la suma algebraica de la sobrecarga permanente y la carga muerta.
- Cargas Variables (CV): se consideraron las acciones variables tal como lo establece la Norma Técnica E.020 CARGAS 2006 para los niveles intermedios.
- Acción Sísmica (Sh): se empleó el espectro de diseño según la Norma Técnica E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2018.

7.4. Carga Muerta.

La carga muerta está dada por el peso propio de la estructura, de acuerdo a la característica de los materiales. Este valor será calculado de manera automática por el software de análisis estructural ETABS v.16.2.1.

7.5. Sobrecarga Permanente.

Según lo establecido en arquitectura se contará con acabados regulares en losas de entrepiso estimándose un valor de sobre carga permanente de 30 Kgf/m².

7.6. Carga Variable.

La carga variable está fundamentada en el uso que será destinado la estructura. Para el presente proyecto se estima un uso de vivienda, por lo que la normativa RNE E.0.20, en la tabla 1 (Cargas vivas mínimas repartidas) establece un valor de carga variable de 200 Kgf/m². A continuación se muestra una sección del cuadro 1 del cual se hace referencia.

| | |
|--|----------------------------------|
| Oficinas (*) | |
| Exceptuando salas de archivo y computación | 2,5 (250) |
| Salas de archivo | 5,0 (500) |
| Salas de computación | 2,5 (250) Ver 6.4 |
| Corredores y escaleras | 4,0 (400) |
| Teatros | |
| Vestidores | 2,0 (200) |
| Cuarto de proyección | 3,0 (300) Ver 6.4 |
| Escenario | 7,5 (750) |
| Zonas públicas | De acuerdo a lugares de asamblea |
| Tiendas | |
| Corredores y escaleras | 5,0 (500) Ver 6.4 |
| Viviendas | 2,0 (200) |
| Corredores y escaleras | 2,0 (200) |

TABLA 01: Cargas vivas mínimas repartidas

FUENTE: "RNE. E. 020"

7.7. Acción Sísmica.

- Factor de Zona.

El inmueble se encuentra ubicado en la provincia de Lima, la cual según la Norma E.030 pertenece a la zona 4, por lo tanto, le corresponde un factor de zona $Z=0.45$.

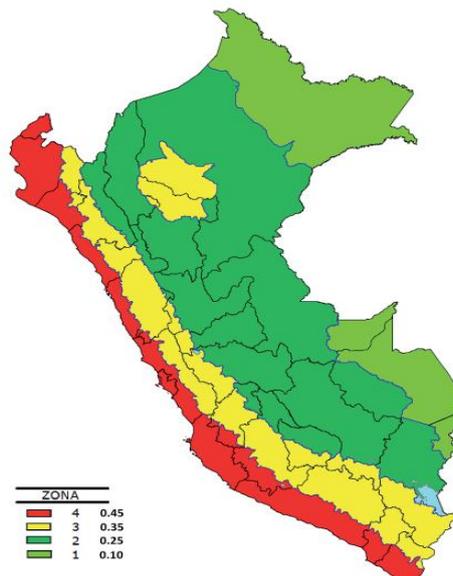


FIGURA 39: Factor de zona

FUENTE: "ETABS"

7.8. Factor de Uso

El inmueble en estudio es un edificio común por lo cual le corresponde, según la norma E.030, la categoría C por lo cual se le asigna $U=1.0$.

| | | |
|--------------------------------|---|-----|
| C EDIFICACIONES COMUNES | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acaree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
|--------------------------------|---|-----|

TABLA 02: Categoría de las edificaciones (RNE. E.030.)

FUENTE: "RNE. E. 030"

7.9. Factor de Suelo

Las características del suelo es de tipo S2, por lo que le corresponde un valor de $S=1.05$ y el periodo del terreno es de $T_p = 0.6$ s y $T_l = 2.0$ s.

| SUELO \ ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

| | Perfil de suelo | | | |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _p (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _l (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

TABLA 03 Y 04: Factor Suelo y Periodos (RNE. E.030.)

FUENTE: "RNE. E. 030"

7.10. Factor de Amplificación Sísmica.

Se calcula de acuerdo a la siguiente formula:

Periodo fundamental de vibración:

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

| | |
|------------|---|
| $C_T = 35$ | Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento. |
| $C_T = 45$ | Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados. |
| $C_T = 60$ | Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada. |

FIGURA 40: Factor de ampliación sísmica
FUENTE: "RNE. E. 030"

APLICACNADO LA FORMULA

$$T = 5.30 \text{ m} / 35 = 0.15 \text{ s}$$

$$T < T_p \therefore C = 2.5$$

7.11. Factor de Reducción Sísmica.

En cuanto a la dirección X, la cortante es absorbida por un **SISTEMA DE PORTICOS DE CONCRETO ARMADO** para lo cual se emplea el coeficiente de reducción sísmica **R₀=8**.

En cuanto a la dirección Y, la cortante es absorbida por un **SISTEMA DE PORTICOS DE CONCRETO ARMADO** para lo cual se emplea el coeficiente de reducción sísmica **R₀=8**.

| Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|--|
| Sistema Estructural | Coefficiente Básico de Reducción R_d (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 5 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 4 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera | 7(**) |

TABLA 05: Sistemas Estructurales

FUENTE: "RNE. E. 030"

7.12. Factores de Irregularidad.

El factor I_a y I_p se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 y 9 de la norma técnica RNE E0.30, correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura y planta en las dos direcciones de análisis. En el presente proyecto no se tiene irregularidades ni en planta ni en elevación. $I_p = I_a = 1$.

7.13. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R.

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_o y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p = 8 \times 1 \times 1 = 8$$

7.14. Sistema Estructural.

El presente proyecto se desarrolla en una zonificación 4 y una categoría C, es por ellos que se proyecta un sistema estructural de Pórticos de Concreto Armado, los cuales deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones. Este

sistema se encuentra acorde a lo exigido en la Norma Técnica RNE E.0.30. en su tabla N° 6, que a continuación se aprecia.

| Tabla N° 6 (*) CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES | | |
|--|-------------|--|
| Categoría de la Edificación | Zona | Sistema Estructural |
| A1 | 4 y 3 | Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural. |
| | 2 y 1 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| A2 (**) | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| B | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera |
| | 1 | Cualquier sistema. |
| C | 4, 3, 2 y 1 | Cualquier sistema. |

TABLA 06: Sistemas Estructurales

FUENTE: "RNE. E. 030"

7.15. Espectro de Diseño.

Con los parámetros Sísmicos definidos se plantea los siguientes espectros de aceleración sísmica.

El espectro inelástico de aceleración se calcula bajo la siguiente formulación:

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

Donde

$$g = \text{gravedad} = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$S_a = 0.45 \times 1.0 \times 2.5 \times 1.05 \times 9.81 = 2.89$$

4

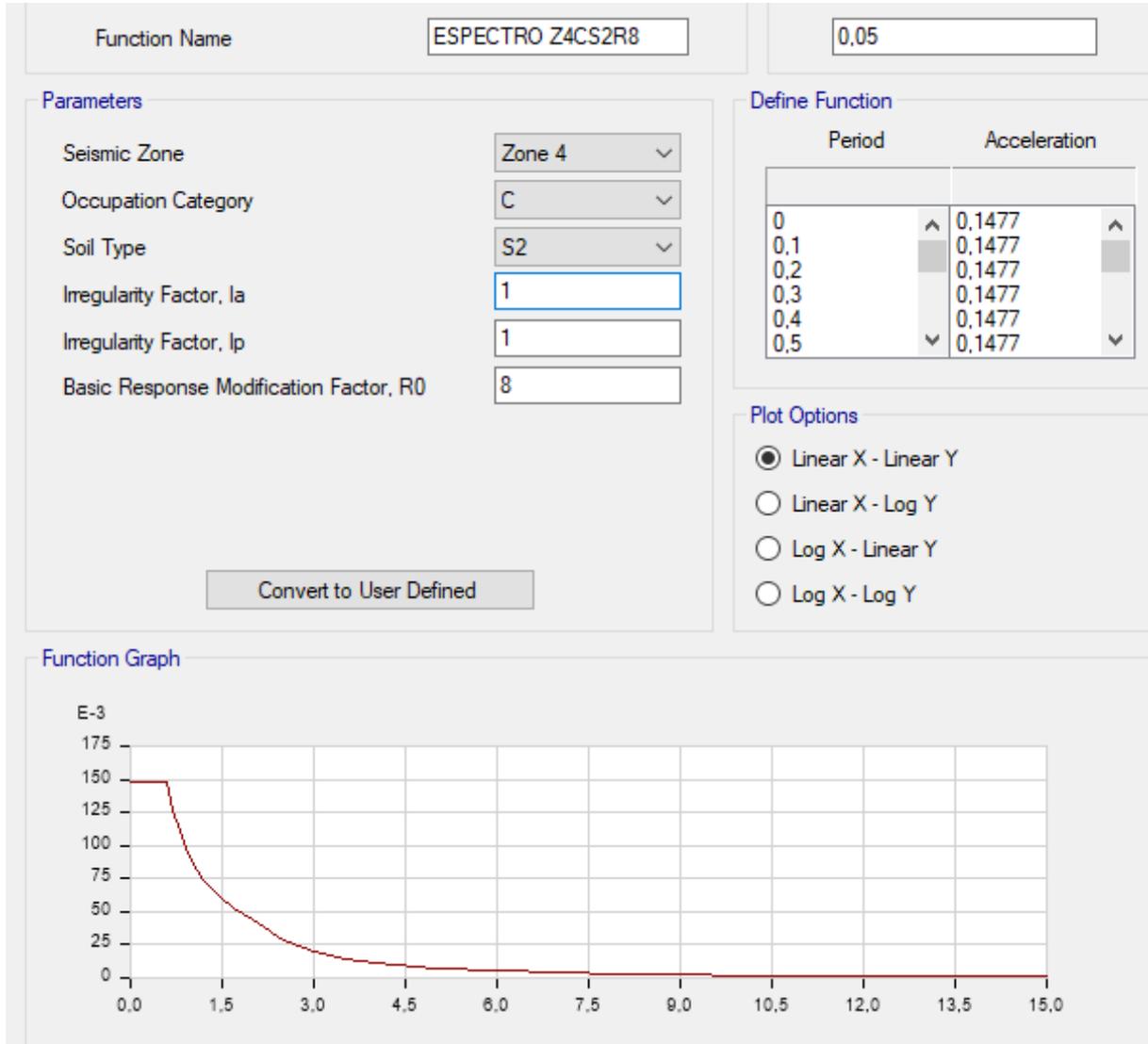


TABLA 07: Espectro de Diseño.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

7.16. Dirección Ideal de Sismo.

Se plantea la acción de sismo en las dos direcciones global principal de la estructura X e Y.

| | | | | |
|-------------------------------|------------------------------------|--|--|-----------|
| Load Case Name | <input type="text" value="SISMO"/> | | | Design... |
| Load Case Type | Response Spectrum | | | Notes... |
| Exclude Objects in this Group | Not Applicable | | | |
| Mass Source | Previous (MsSrc1) | | | |

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------------|--------------|
| Acceleration | U1 | ESPECTRO Z4CS2R8 | 981 |
| Acceleration | U2 | ESPECTRO Z4CS2R8 | 981 |

Advanced

Other Parameters

| | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| Modal Load Case | Modal | | |
| Modal Combination Method | CQC | | |
| <input type="checkbox"/> Include Rigid Response | Rigid Frequency, f1 | <input type="text"/> | |
| | Rigid Frequency, f2 | <input type="text"/> | |
| | Periodic + Rigid Type | <input type="text"/> | |
| Earthquake Duration, td | <input type="text"/> | | |
| Directional Combination Type | SRSS | | |
| Absolute Directional Combination Scale Factor | <input type="text"/> | | |
| Modal Damping | Constant at 0,05 | <input type="button" value="Modify/Show..."/> | |
| Diaphragm Eccentricity | 0,05 for All Diaphragms | <input type="button" value="Modify/Show..."/> | |

TABLA 08: Método de direccional y modal

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Los casos de carga de sismo se definen en los ejes principales de acuerdo a los siguientes gráficos, se conoce que la norma E.030 establece la siguiente combinación de respuestas elásticas r:

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Alternativamente la E.030 establece que se puede emplear la Combinación Cuadrática Completa (CQC) de respuestas elásticas.

Se toma en consideración un amortiguamiento de 5% de la estructura, así como también una excentricidad del diafragma del 5% tal como lo establece la norma RNE E.030.

Para este proyecto se utiliza una combinación modal bajo el método de combinación cuadrática completa (CQC) y una combinación direccional del sismo horizontal por el método de la raíz cuadrada de la suma de los resultados al cuadrado SRSS.

7.17. Combinaciones de carga.

RESISTENCIA REQUERIDA

La resistencia requerida para cargas muertas (*CM*) y cargas vivas (*CV*) será como mínimo:

$$U = 1,4 CM + 1,7 CV \quad (9-1)$$

Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de viento (*CV_i*), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CV_i) \quad (9-2)$$
$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CV_i \quad (9-3)$$

Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (*CS*), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad (9-4)$$
$$U = 0,9 CM \pm CS \quad (9-5)$$

7.18. FIGURA 41: Resistencia Requerida

FUENTE: SENCICO "RNE. E. 030"

7.19. Masa de la Estructura.

Por tratarse de una edificación de categoría C, se considera la siguiente configuración de Masa:

Masa = Sobre cargas permanentes + 25% Carga Viva (Categoría C).

| | |
|--|----------------------|
| Mass Source Name | FUENTE DE MASA |
| Mass Source | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Element Self Mass | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Additional Mass | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Specified Load Patterns | |
| <input type="checkbox"/> Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by: | |
| This Ratio of Diaphragm Width in X Direction | <input type="text"/> |
| This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction | <input type="text"/> |
| Mass Multipliers for Load Patterns | |
| Load Pattern | Multiplier |
| SCP | 1 |
| SCP | 1 |
| CV | 0,25 |
| Mass Options | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Include Lateral Mass | |
| <input type="checkbox"/> Include Vertical Mass | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Lump Lateral Mass at Story Levels | |

TABLA 09: Fuente de masa

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

| | |
|---|--|
| General Data | |
| Material Name | fc 210 Reciclado |
| Material Type | Concrete |
| Directional Symmetry Type | Isotropic |
| Material Display Color | <input type="text"/> Change... |
| Material Notes | <input type="text"/> Modify/Show Notes... |
| Material Weight and Mass | |
| <input checked="" type="radio"/> Specify Weight Density | <input type="radio"/> Specify Mass Density |
| Weight per Unit Volume | 0,0024 kgf/cm ³ |
| Mass per Unit Volume | 0,000002 kgf-s ² /cm ⁴ |
| Mechanical Property Data | |
| Modulus of Elasticity, E | 2074055,4 kgf/cm ² |
| Poisson's Ratio, U | 0,2 |
| Coefficient of Thermal Expansion, A | 0,0000099 1/C |
| Shear Modulus, G | 864189,75 kgf/cm ² |
| Design Property Data | |
| <input type="text"/> Modify/Show Material Property Design Data... | |

TABLA 10: Modulo de elasticidad de concreto reciclado

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

7.20. Pre dimensionado de Vigas.

Se considera un 10% a 12% de la luz libre entre apoyos.

Luz Libre de mayor longitud = 4.95 m

Peralte aproximado = $495 * 0.10 = 49.5 = 50$ cm

Ancho mínimo $h/2 = 50/2 = 25$ cm se asume a 30 cm para mayor confinamiento del nodo columna-viga.

7.21. Pre dimensionado de Losa Aligerada.

Peraltes o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección:

| | Espesor o peralte mínimo, h | | | |
|---|--|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Simplemente apoyados | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos | En voladizo |
| Elementos | Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes. | | | |
| Losas macizas en una dirección | $\frac{\ell}{20}$ | $\frac{\ell}{24}$ | $\frac{\ell}{28}$ | $\frac{\ell}{10}$ |
| Vigas o losas nervadas en una dirección | $\frac{\ell}{16}$ | $\frac{\ell}{18,5}$ | $\frac{\ell}{21}$ | $\frac{\ell}{8}$ |

TABLA 11: Peraltes o espesores mínimos de vigas

FUENTE: SENCICO "RNE. E. 030"

Luz entre apoyos = 5 m

H losa = $4/18,5 = 0,21$ m se asume de 0.20

7.22. Pre dimensionado de Escalera.

Luz entre apoyos = 3 m

H losa de escalera = $3/20 = 0,15$ m se asume de 0.15

7.23. Pre dimensionado de Columnas.

| Dimensiones de la losa mas grande en planta | | |
|---|--------|-----------------------|
| Lx | Ly | Area total entrepiso |
| 5,00 m | 5,00 m | 190,00 m ² |
| Se supone el caso mas desfavorable | | |

| Datos de la edificación | | | | | | |
|-------------------------|---------|---------------------|-----------------|----------|------------------------|---------------------------|
| Altura de piso | # pisos | Columnas por planta | Altura Edificio | α | Area total de columnas | Area promedio por columna |
| 2,70 m | 2 | 6 | 5,40 m | 0,0036 | 6.840 cm ² | 1.140 cm ² |

| Dimensiones preliminares de las columnas | |
|--|-------|
| a | 30 cm |
| t | 30 cm |
| a x t | 30x30 |

| Carga ultima de predimensionado | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Pu | 1.400,00 Kg/m ² |

| Aplicando areas tributarias | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-------|-------------|
| Ubicación | At | Pu | A | a | Dimensiones |
| Col. Centrales | 25,00 m ² | 70.000 Kg | 1.050 cm ² | 35 cm | 35x35 |
| Col. De Borde | 12,50 m ² | 35.000 Kg | 875 cm ² | 30 cm | 30x30 |
| Col. De Esquina | 6,25 m ² | 17.500 Kg | 613 cm ² | 25 cm | 25x25 |

| OTRAS DIMENSIONES DE COLUMNAS | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------|------------|-------|-----------------------|-------------|---|-------|-----------------------|-------|-------------|
| Ubicación | A | Circulares | | Rectangulares | | Secciones Rectangulares Propuestas por el Usuario | | | | |
| | | Diámetro | axt | A | Observación | a | t | A | axt | Observación |
| Col. Centrales | 1.050 cm ² | 40 cm | 30x40 | 1.200 cm ² | Ok | 30 cm | 40 cm | 1.200 cm ² | 30x40 | Ok |
| Col. Centrales | 1.050 cm ² | | 30x40 | 1.200 cm ² | Ok | 30 cm | 40 cm | 1.200 cm ² | 30x40 | Ok |

TABLA 12: Acero para columnas

FUENTE: "Elaboración propia"

7.24. Análisis Estructural.

7.24.1. Formas modales.

Estas formas de movimiento representan los periodos fundamentales de la estructura en las direcciones principales de la edificación X-X e Y-Y, movimiento para los cuales corresponde el mayor porcentaje de la participación de masa.

| TABLE: Modal Participating Mass Ratios | | | | |
|--|------|--------|--------|--------|
| Case | Mode | Period | Sum UX | Sum UY |
| | | sec | | |
| Modal | 1 | 0,079 | 0 | 0,9327 |

| | | | | |
|-------|---|-------|--------|--------|
| Modal | 2 | 0,067 | 0,9144 | 0,9327 |
| Modal | 3 | 0,062 | 0,9144 | 0,9327 |
| Modal | 4 | 0,028 | 0,9144 | 1 |
| Modal | 5 | 0,022 | 1 | 1 |
| Modal | 6 | 0,021 | 1 | 1 |

TABLA 13: Participación Modal

FUENTE: “Elaboración propia”

Se puede apreciar que el periodo fundamental de la estructura es 0.079 segundos, de igual manera se observa que en el segundo modo de vibración se alcanza un valor de 90% de masa participativa en ambas direcciones, lo cual cumple con la norma E.030 en su artículo 4.6.1. Así como también se observa como en los últimos modos de vibración se alcanza un 100% de masa participativa.

7.24.2. Distorsiones de entrepiso.

Las distorsiones de entrepiso corresponden a la deformación relativa de un nivel respecto a la posición del piso anterior, esto se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Drift}_i = \frac{\Delta_i - \Delta_{i-1}}{H_i}$$

Δ_i : Desplazamiento del piso i

Δ_{i-1} : Desplazamiento del piso i – 1

H_i : Altura del piso i

$Drift_i$: Distorsión del piso i

Las distorsiones se calculan para efectos de los casos de sismo en la dirección global X e Y, en el modelo de elemento de albañilería de arcilla.

| TABLE: Story Drifts | | | | | |
|---------------------|-----------------|------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Story | Load Case/Combo | Directio n | Deriva Elástica | Deriva Inelástica | Comprobación <0,007 |
| Story 2 | SISMO Max | X | 0,000038 | 0,000228 | OK |
| Story 2 | SISMO Max | Y | 0,000049 | 0,000294 | OK |
| Story 1 | SISMO Max | X | 0,000043 | 0,000258 | OK |
| Story 1 | SISMO Max | Y | 0,000065 | 0,00039 | OK |

TABLA 14: Story Drifts -

FUENTE: "Elaboración propia"

Las derivas en X e Y son desplazamientos relativos reducidos, estos valores multiplicar por los $\frac{3}{4} \times R$ y los resultados son aceptables, menores a los valores máximos indicado en la norma.

| Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO | |
|---|-----------------------|
| Material Predominante | (Δ_i / h_{ei}) |
| Concreto Armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005 |

TABLA 15: Límites para la distorsión de entrepiso

FUENTE: "RNE. E. 030"

7.24.3. Momentos flexionantes (Caso sismo)

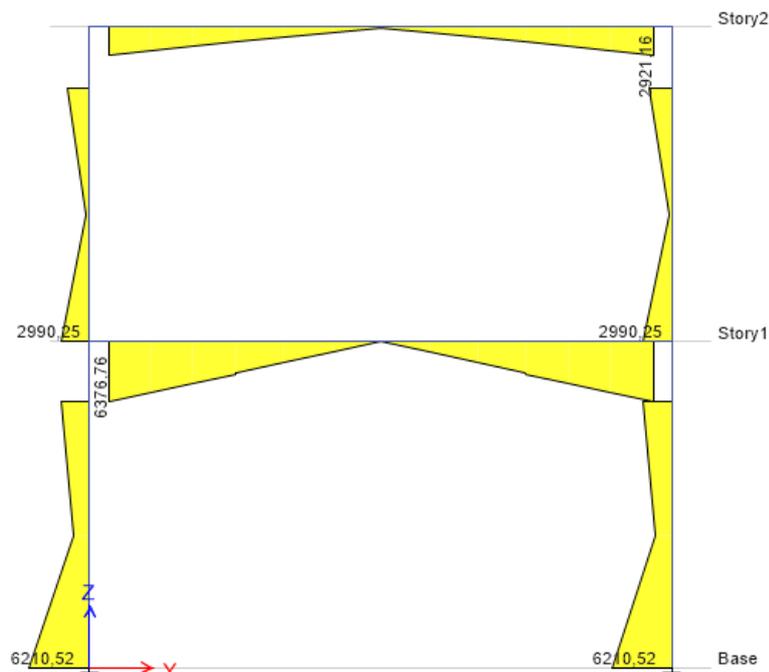


FIGURA 42: Momentos flexionantes Elevación A-A.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

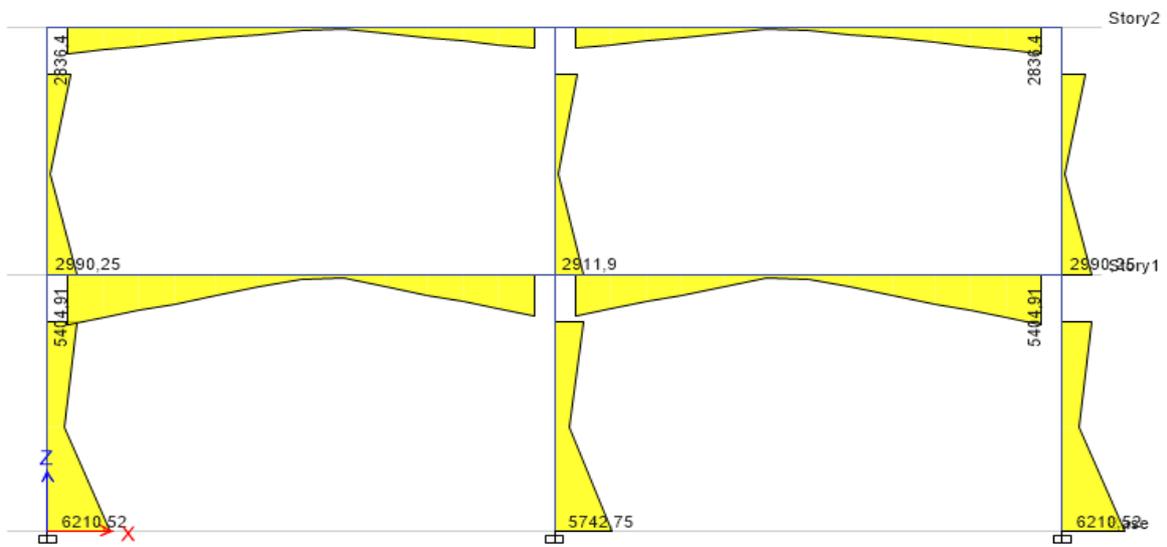


FIGURA 43: Momentos Flexionantes Elevación 1-1.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

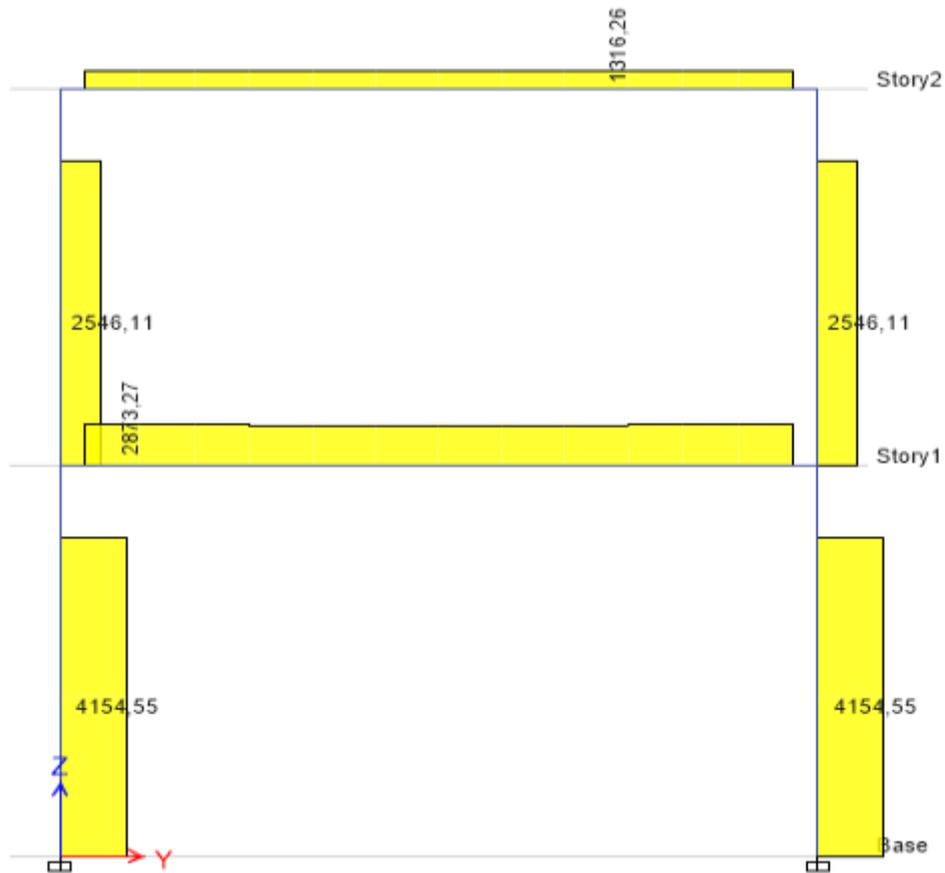


FIGURA 44: Esfuerzos Cortantes Elevación A-A

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

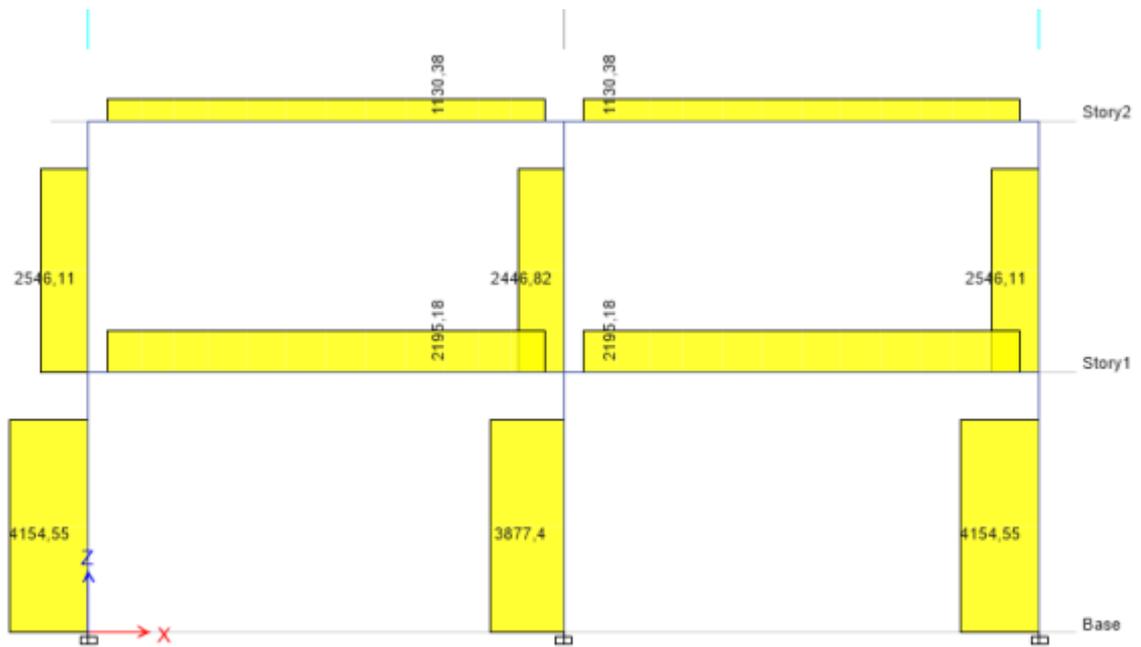


FIGURA 45: Esfuerzos Cortantes Elevación 1-1

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

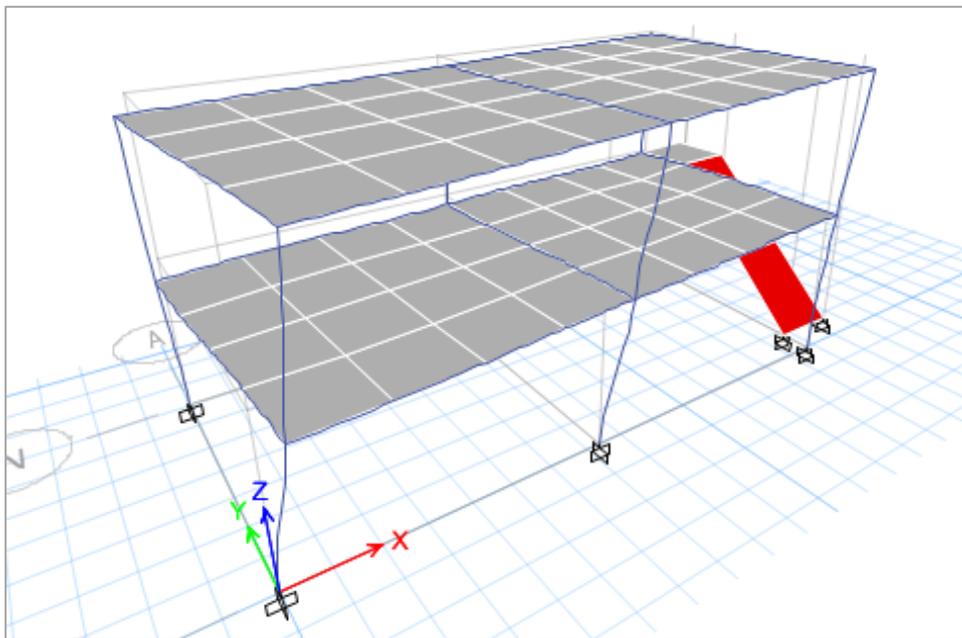


FIGURA 45: Modo de Vibración 1.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Período de vibración fundamental $T = 0.079$. Traslacional Y-Y

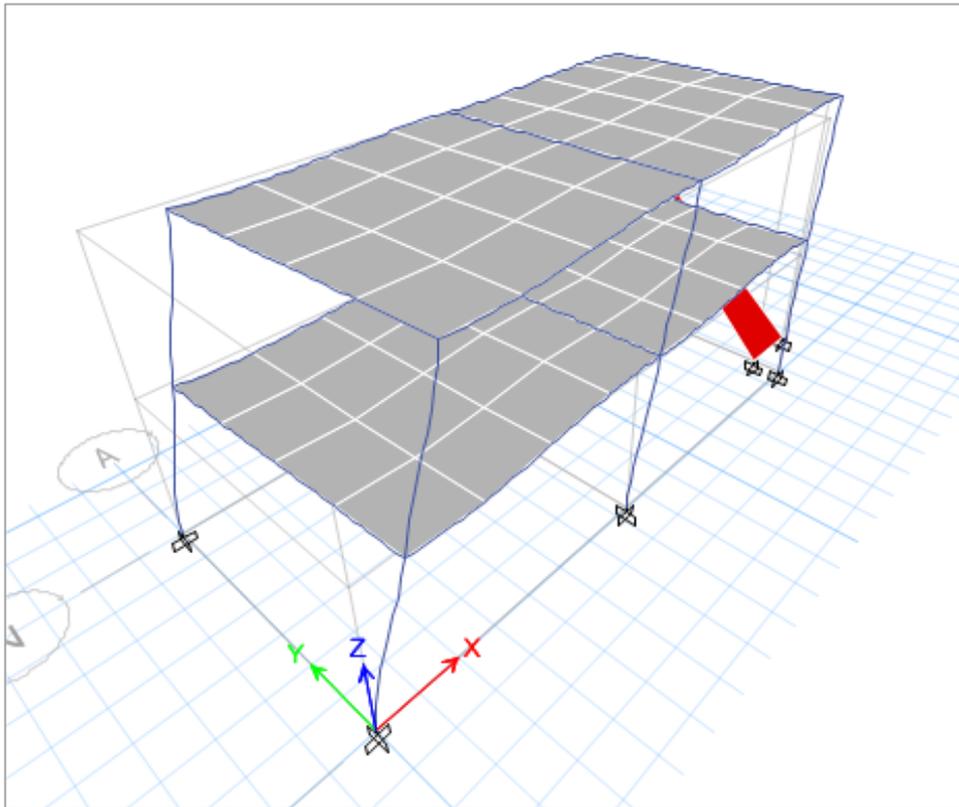


FIGURA 46: Modo de Vibración 2.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Período de vibración $T = 0.067$. Traslacional X-X

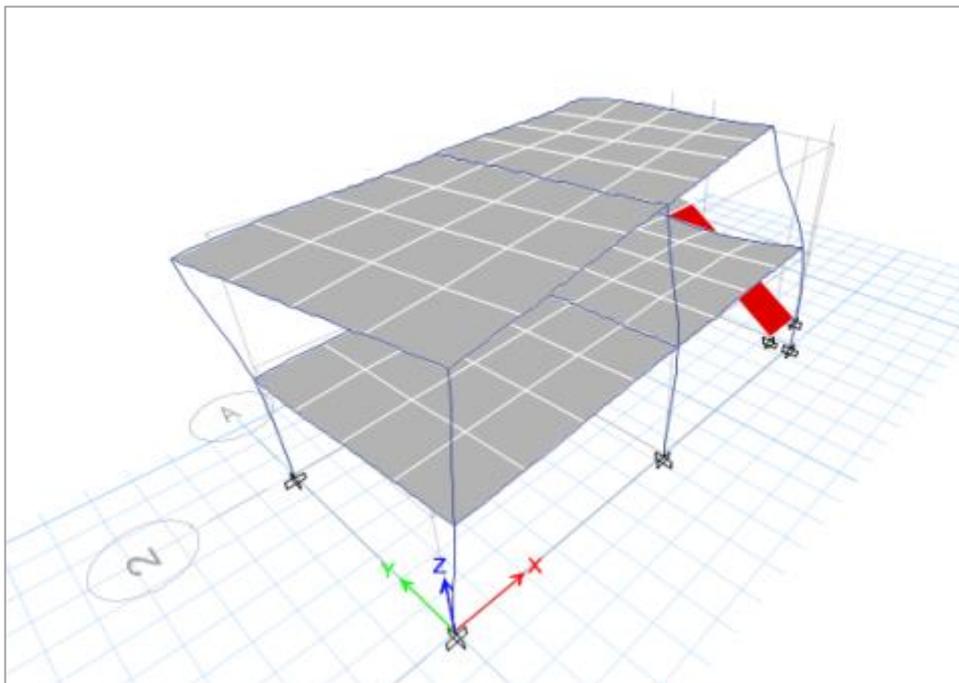


FIGURA 47: Modo de Vibración 3.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Modo de Vibración 3. Período de vibración $T = 0.062$. Rotacional.

7.25. Análisis Tiempo Historia

7.25.1. Registro de Aceleración

Para el análisis se usan como mínimos tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluye dos componentes en direcciones ortogonales.

Para el caso en estudio se toman 3 sismos corregidos mediante el software SeismoSignal v5.1.0 (1966, 1970 y 1974).

Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construye un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5% de amortiguamiento. Ambas componentes se escalan por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre $0,2 T$ y $1,5 T$ (siendo T el período fundamental), el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 29.2 con $R = 1$.

FIGURA 48: Registro de Aceleración.

FUENTE: "RNE. E. 030"

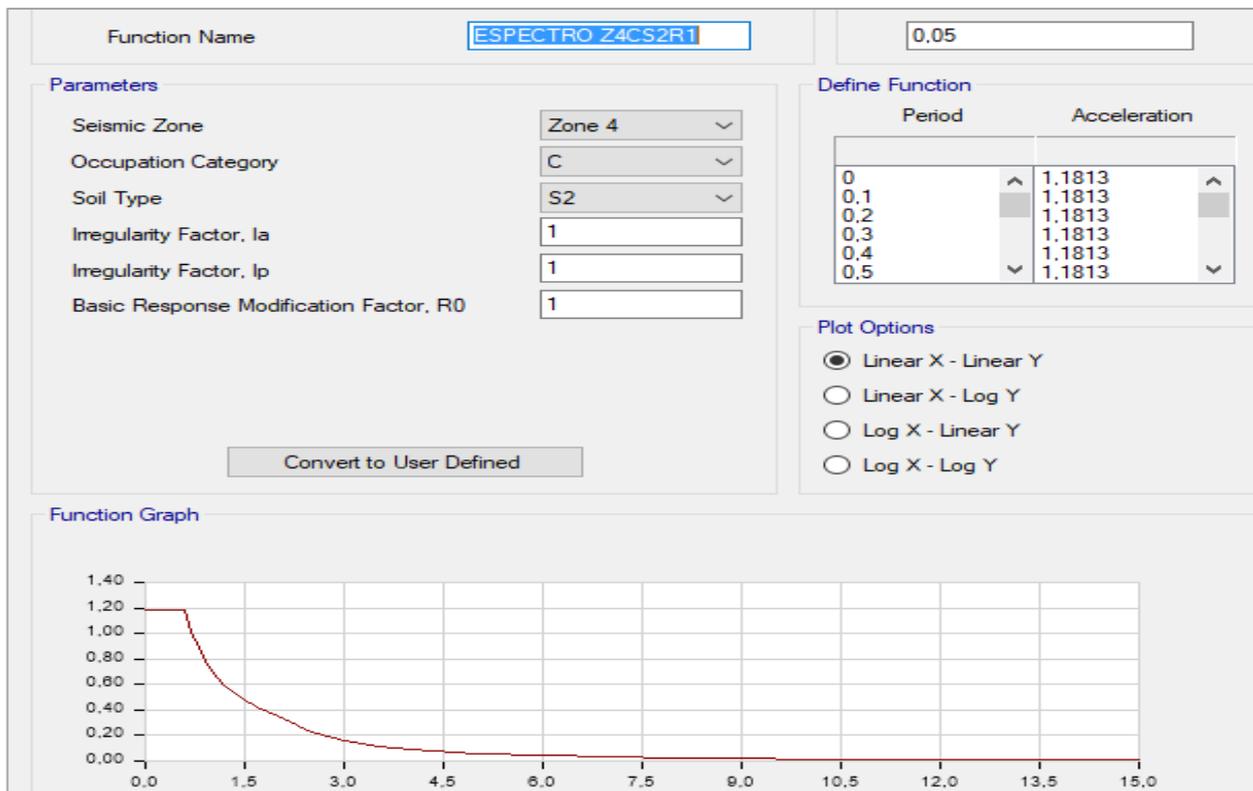


FIGURA 49: Espectro de Diseño con R=1.

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

Se procede a introducir los registros corregidos en el software.

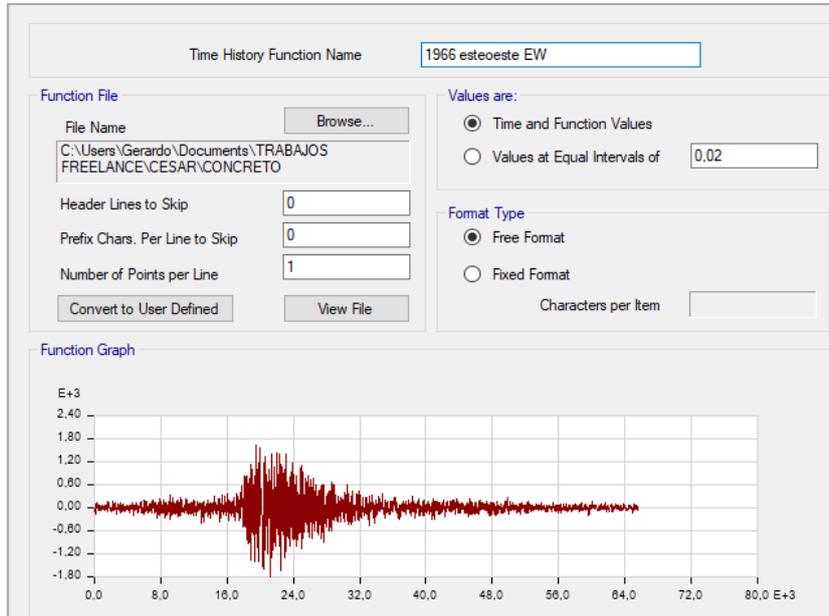


FIGURA 50: Registro de aceleraciones corregido 1966 EW

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

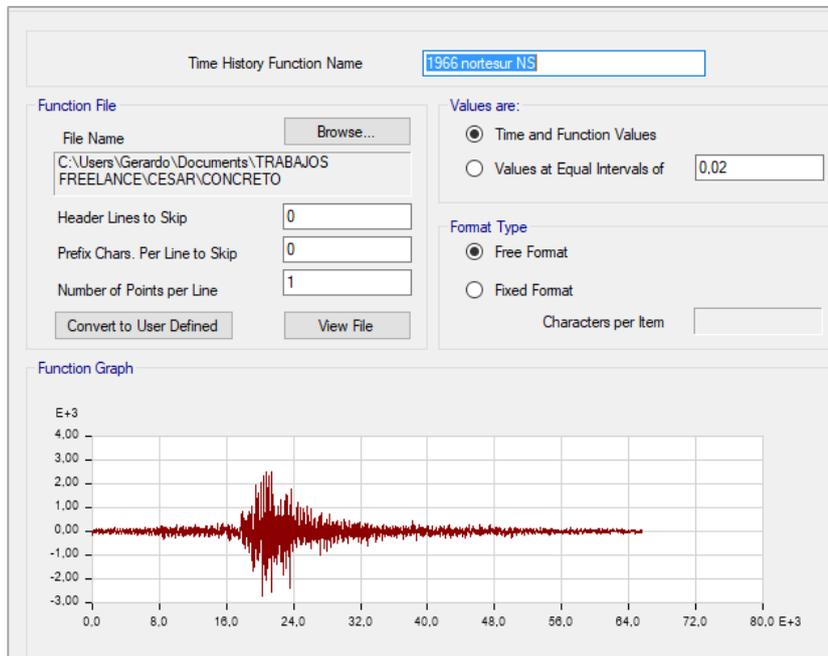


FIGURA 51: Registro de aceleraciones corregido 1966 NS

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

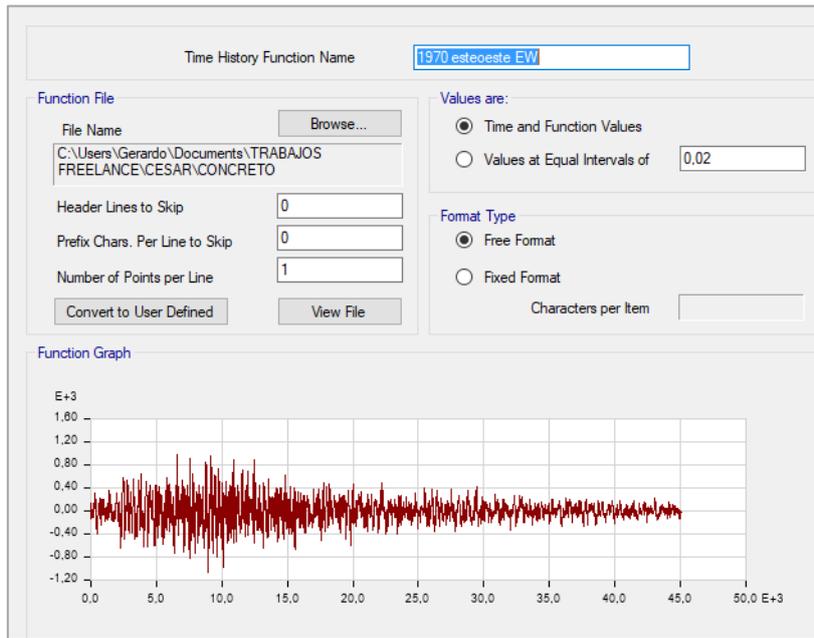


FIGURA 52: Registro de aceleraciones corregido 1970 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

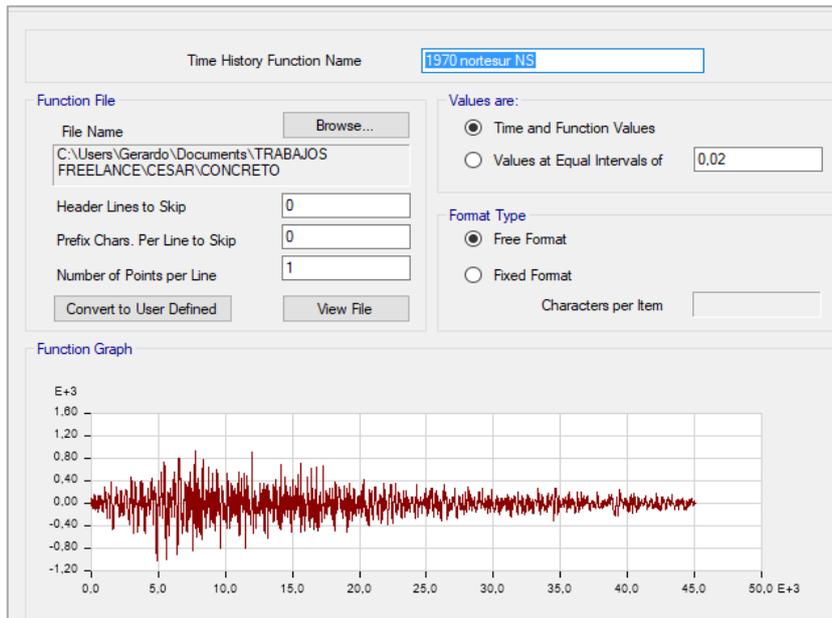


FIGURA 53: Registro de aceleraciones corregido 1970 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

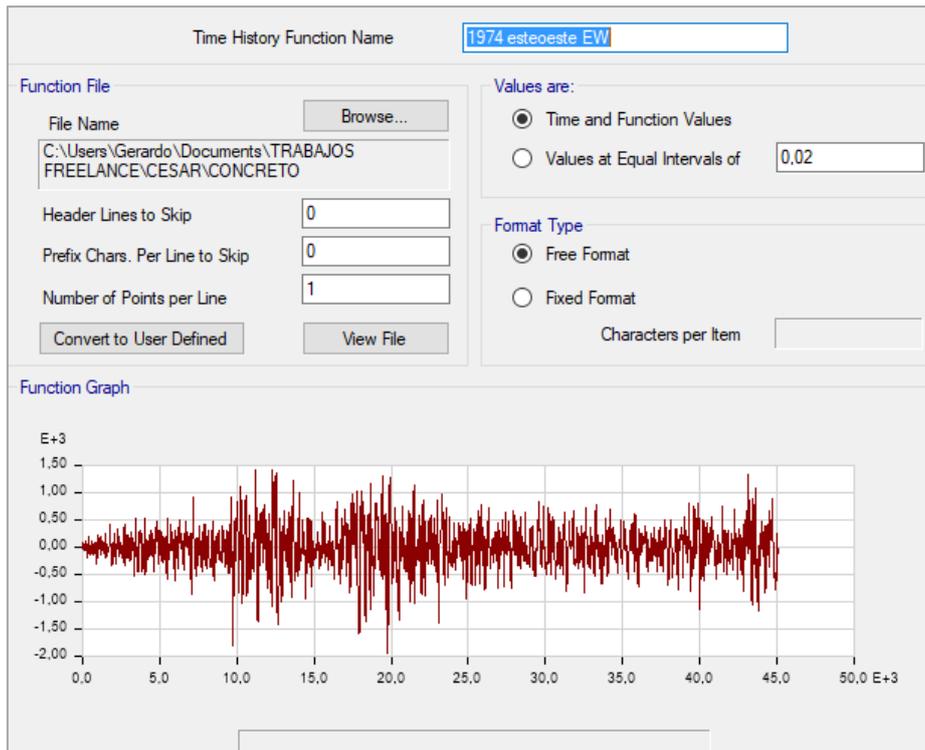


FIGURA 54: Registro de aceleraciones corregido 1974 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

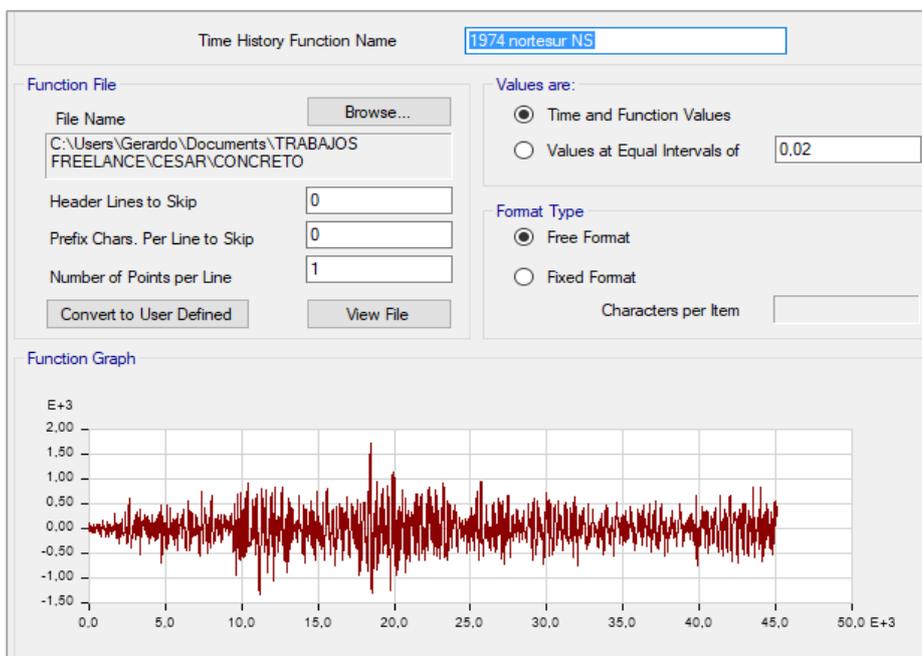


FIGURA 55: Registro de aceleraciones corregido 1974 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Se procede a escalar el registro acelerográfico con el espectro de diseño con $R=1$.

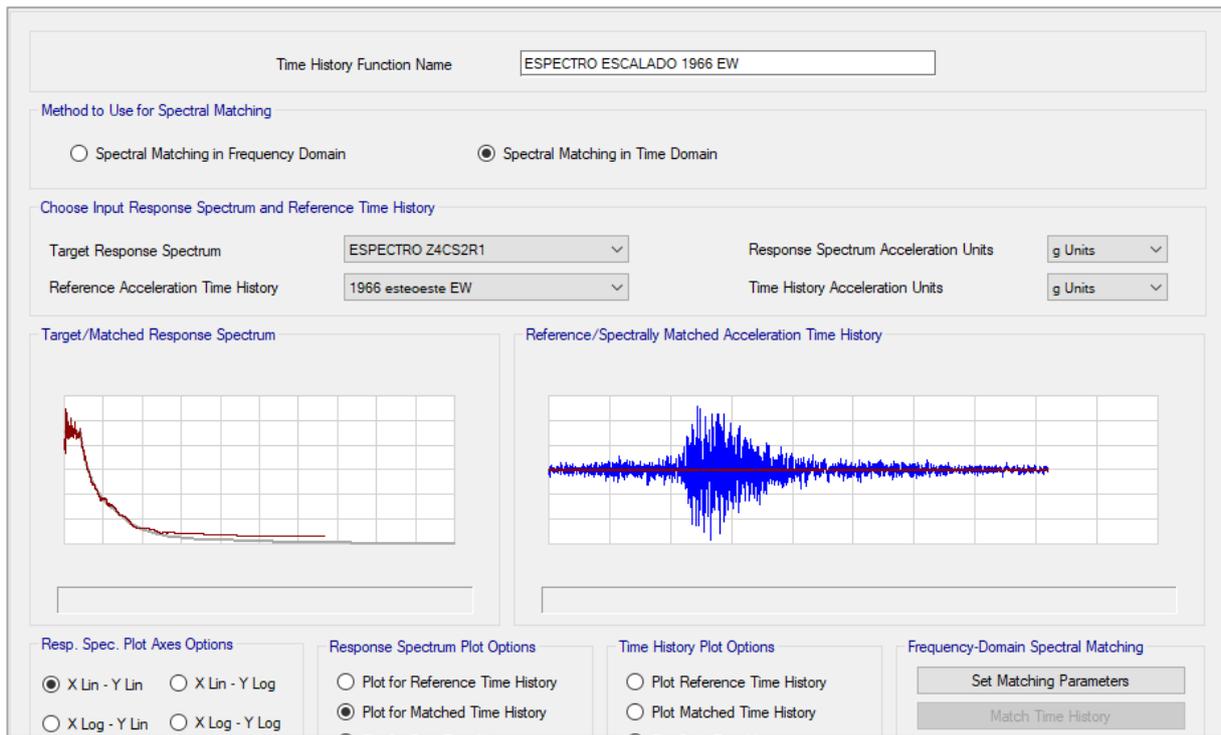


FIGURA 56: Espectro escalado con 1966 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

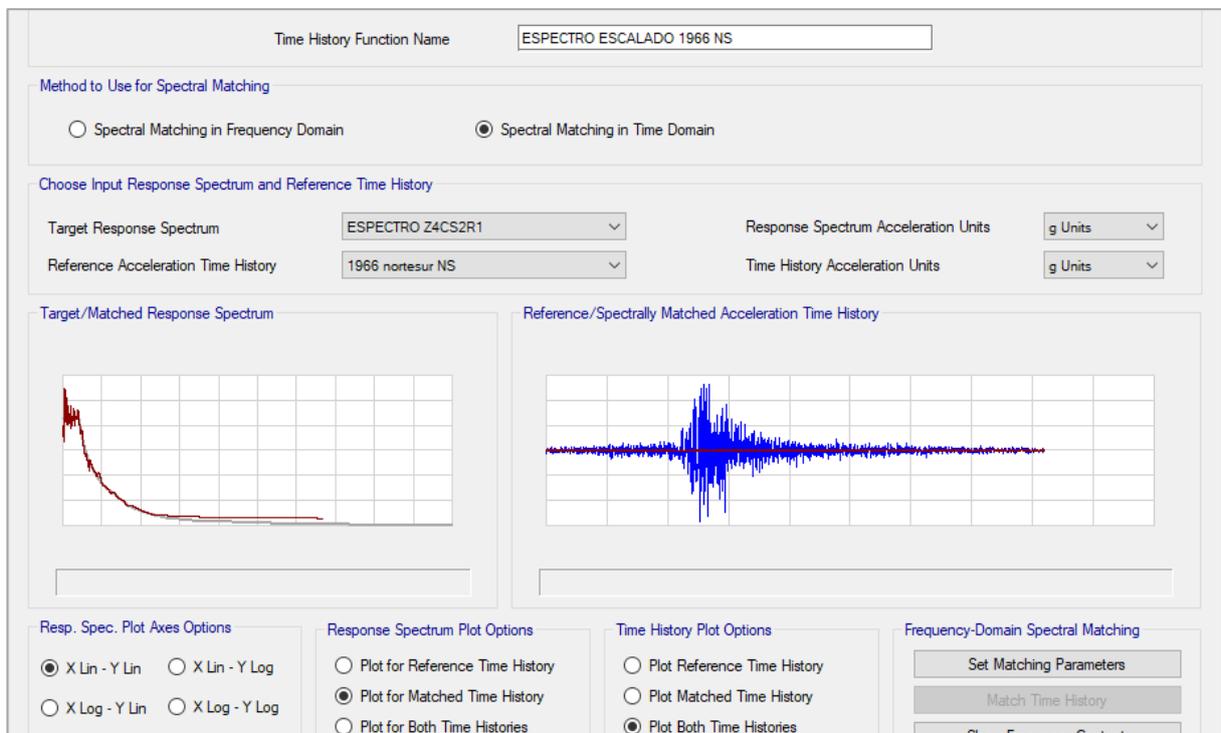


FIGURA 57: Espectro escalado con 1966 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

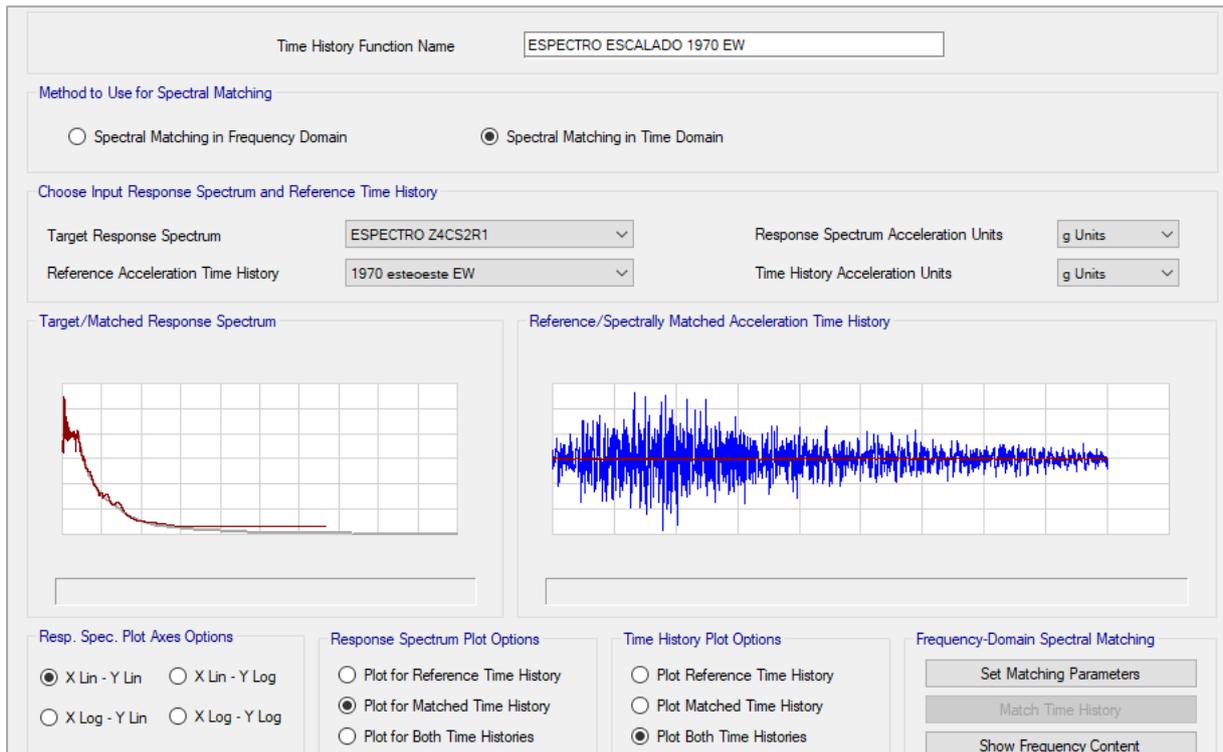


FIGURA 58: Espectro escalado con 1970 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

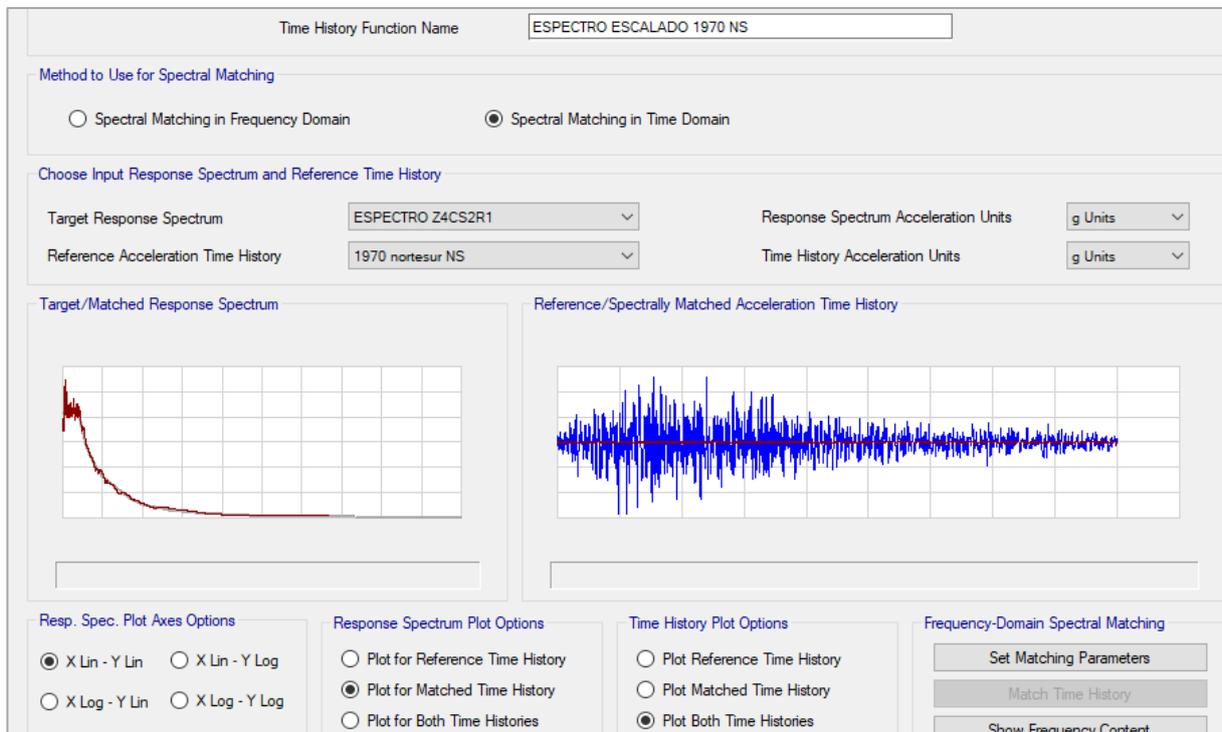


FIGURA 59: Espectro escalado con 1970 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

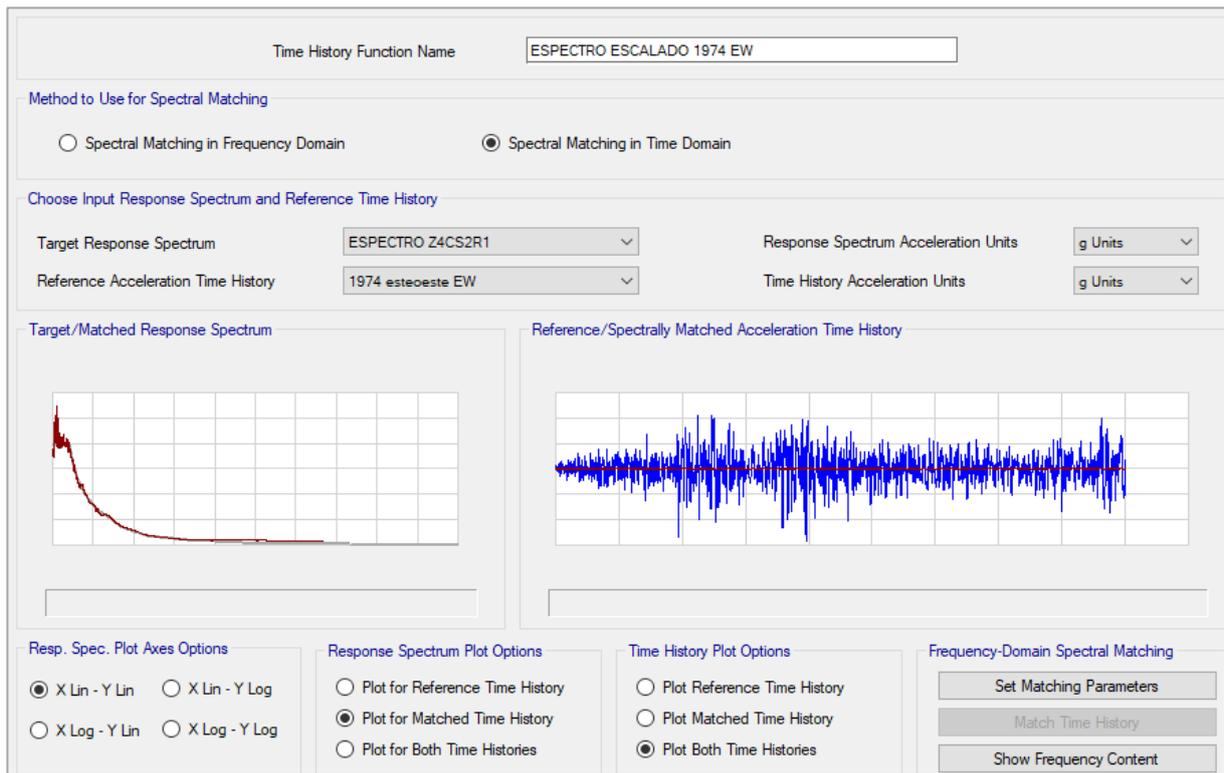


FIGURA 60: Espectro escalado con 1974 EW

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

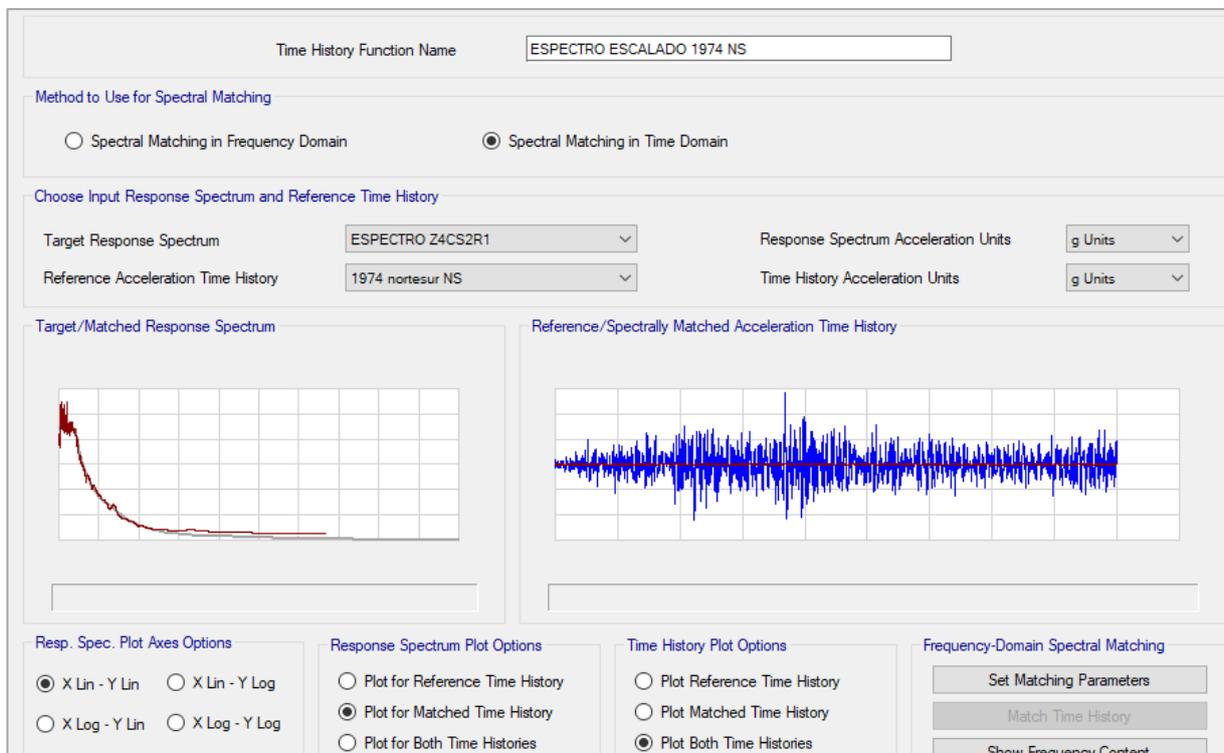


FIGURA 61: Espectro escalado con 1974 NS

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Se procede a definir los casos de carga con los espectros escalados a cada registro acelerográfico.

General

Load Case Name: SISMO 1966

Load Case Type/Subtype: Time History / Linear Modal

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (MsSrc1)

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------|--------------|
| Acceleration | U1 | EE 1966 EW | 981 |
| Acceleration | U2 | EE 1966 NS | 981 |

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps: 3281

Output Time Step Size: 0,02 sec

Modal Damping: Constant at 0,05

FIGURA 62: Sismo 1966 – CASO 01

FUENTE: “ETABS v.16.2.1”

Caso de carga Sismo 1966 con 5% de amortiguamiento, ubicando cada función X e Y según el registro de aceleración correspondiente.

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Time History Linear Modal Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------|--------------|
| Acceleration | U1 | EE 1970 EW | 981 |
| Acceleration | U2 | EE 1970 NS | 981 |

Info Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Time History Motion Type: Transient

Number of Output Time Steps:

Output Time Step Size: sec

Modal Damping: Modify/Show...

FIGURA 63: Sismo 1970 – CASO 02

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Caso de carga Sismo 1970 con 5% de amortiguamiento, ubicando cada función X e Y según el registro de aceleración correspondiente.

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type/Subtype: Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|------------|--------------|
| Acceleration | U1 | EE 1974 EW | 981 |
| Acceleration | U2 | EE 1974 NS | 981 |

Info Add Delete Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Time History Motion Type:

Number of Output Time Steps:

Output Time Step Size: sec

Modal Damping: Modify/Show...

FIGURA 64: Sismo 1974 – CASO 03

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

Caso de carga Sismo 1974 con 5% de amortiguamiento, ubicando cada función X e Y según el registro de aceleración correspondiente.

TABLE: Story Drifts

| Story | Load Case/Combo | Direction | Deriva Elástica | Deriva Inelastica | Comprobación |
|--------|-----------------|-----------|-----------------|-------------------|--------------|
| Story2 | SISMO 1966 Max | X | 0,0004755 | 0,002853 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Max | Y | 0,000587 | 0,003522 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Min | X | 0,000408833 | 0,002453 | OK |
| Story2 | SISMO 1966 Min | Y | 0,000585833 | 0,003515 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Max | X | 0,000508167 | 0,003049 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Max | Y | 0,000580333 | 0,003482 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Min | X | 0,000474167 | 0,002845 | OK |
| Story2 | SISMO 1970 Min | Y | 0,000547833 | 0,003287 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Max | X | 0,000452167 | 0,002713 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Max | Y | 0,000569667 | 0,003418 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Min | X | 0,000471 | 0,002826 | OK |
| Story2 | SISMO 1974 Min | Y | 0,000633333 | 0,0038 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Max | X | 0,000533333 | 0,0032 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Max | Y | 0,000774333 | 0,004646 | OK |
| Story1 | SISMO 1966 Min | X | 0,000481833 | 0,002891 | OK |

| | | | | | |
|--------|----------------|---|-------------|----------|----|
| Story1 | SISMO 1966 Min | Y | 0,000736333 | 0,004418 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Max | X | 0,000588333 | 0,00353 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Max | Y | 0,000741333 | 0,004448 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Min | X | 0,000549167 | 0,003295 | OK |
| Story1 | SISMO 1970 Min | Y | 0,000759833 | 0,004559 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Max | X | 0,000513167 | 0,003079 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Max | Y | 0,000748 | 0,004488 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Min | X | 0,000524333 | 0,003146 | OK |
| Story1 | SISMO 1974 Min | Y | 0,000816 | 0,004896 | OK |

TABLA 16: Story Drifts

FUENTE: "ETABS v.16.2.1



TABLA 17: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1966

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

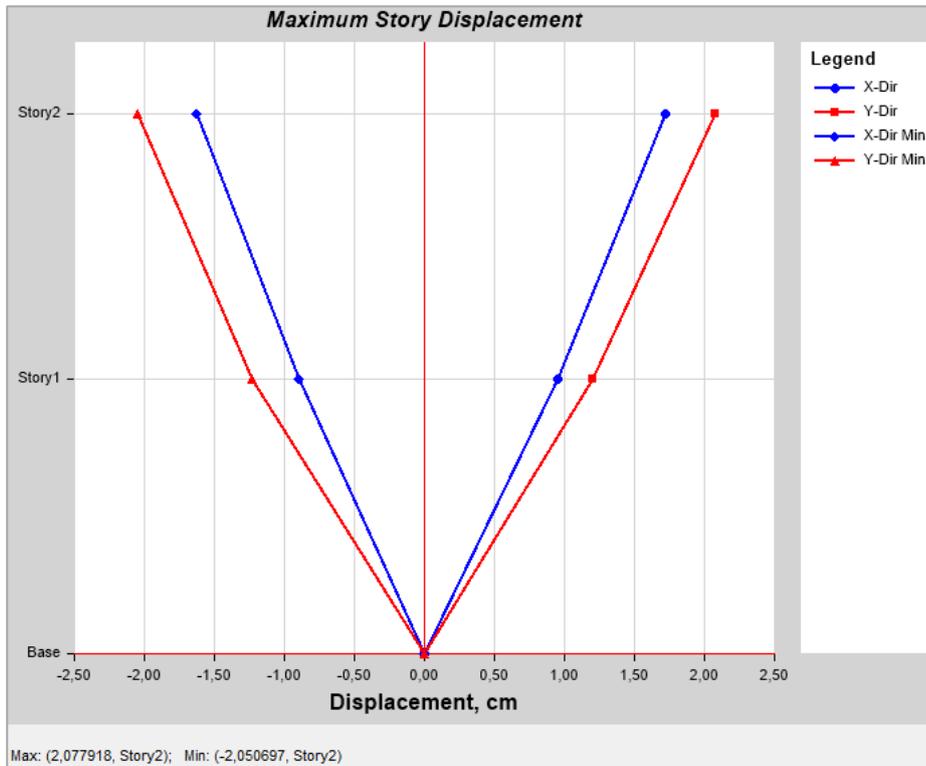


TABLA 18: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1970

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

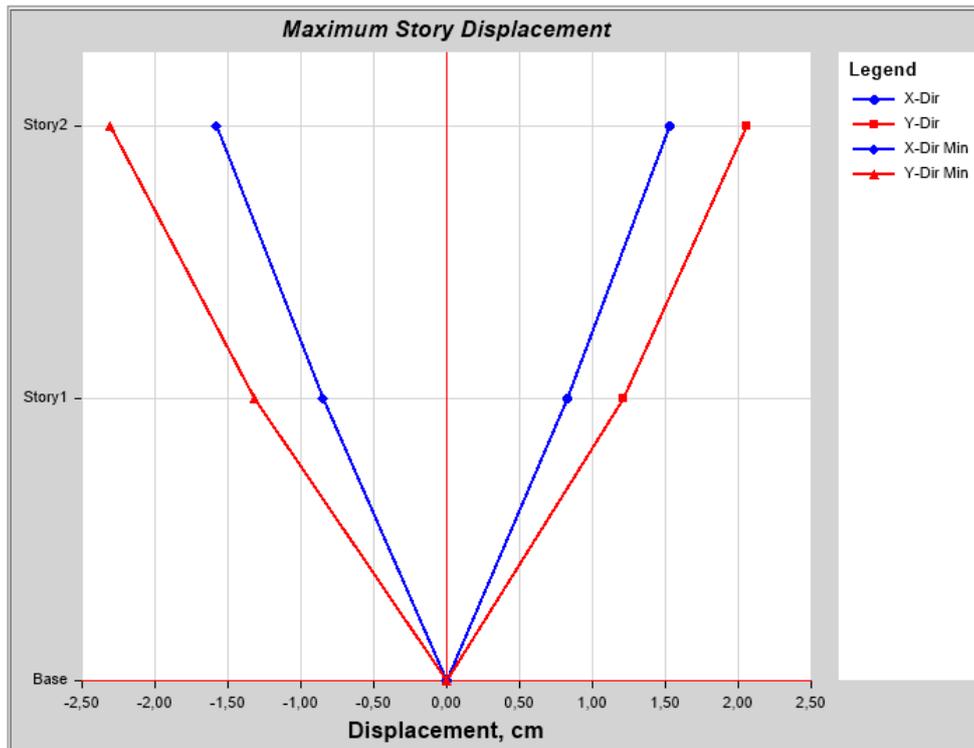


TABLA 19: Desplazamiento máximo absoluto para Sismo 1974

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

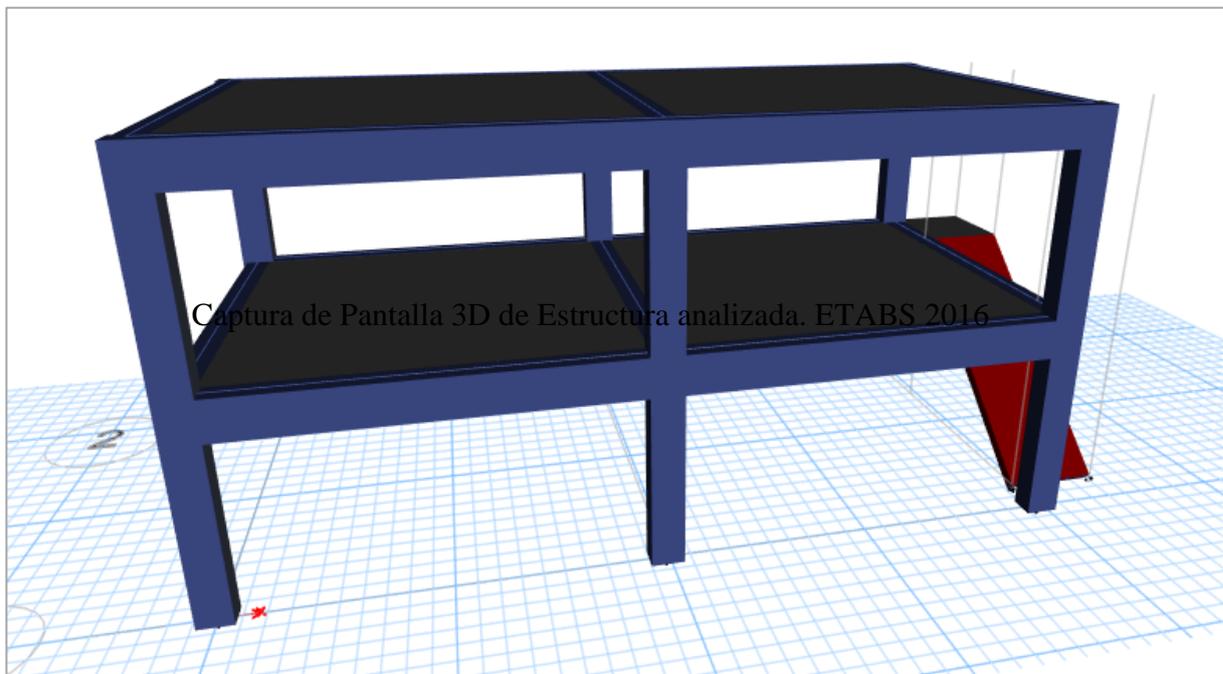


FIGURA 65: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

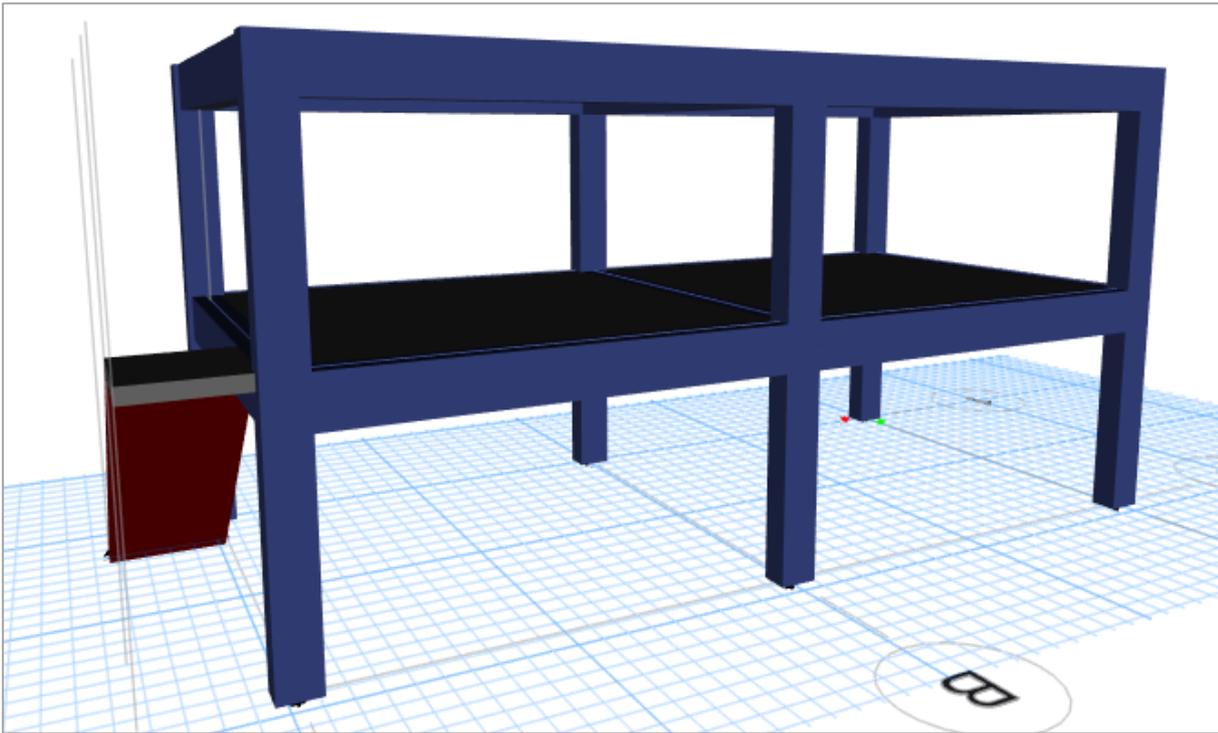


FIGURA 66: Captura de Pantalla 3D de Estructura analizada.

FUENTE: "ETABS v.16.2.1"

LEMICONS

Laboratorio de Ensayo de Materiales Legados y Estructurales

INFORME TECNICO CAPACIDAD PORTANTE

SOLICITADO:

Tacilla Huaripata, Junior Javier

TESIS:

**Diseño sismorresistente en la ampliación de local comunal Cesar Vallejo,
aplicando concreto reciclado – San Juan de Lurigancho, 2019.**

UBICACION:

DISTRITO : San Juan de Lurigancho

PROVINCIA : Lima

DEPARTAMENTO : Lima

SETIEMBRE, 2019



VICTOR H. REZ CHAVEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CP, 123356

LEMICONS

Laboratorio de Ensayo de Materiales Ingeniería y Construcción

INDICE

- 1 ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 1.1 Cálculo de la capacidad admisible
- 2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES




ACTOR LÓPEZ CHAMAYÁ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 121354

A continuación se presenta el análisis de cimentación en base a los resultados de la evaluación geotécnica.

1.1 Parámetros de Resistencia al Corte

A continuación se resumirá la metodología empleada para determinar los parámetros de resistencia cortante del suelo correspondiente a la zona del proyecto, en función a sus características físicas, ensayos de campo y ensayos de laboratorio, que servirán para la determinación de la Capacidad Admisible de las estructuras que se emplazarán en el proyecto.

1.1.1 Ángulo de Fricción (ϕ).

Existen muchos autores que han desarrollado varias relaciones en base a ensayos indirectos de campo para determinar los parámetros de resistencia del suelo en especial el ángulo de fricción, entre los principales trabajos desarrollados y publicados se tienen los siguientes:

Bowles (1988), presentó correlaciones que resultaron de correlaciones empíricas entre en N_{spt} y otras propiedades de los suelos granulares como el tamaño de sus granos y la densidad relativa que presentaba.

Para el proyecto se presenta valores de ángulo de fricción del resultado de los ensayos de corte directo en los suelos granulares y finos con presencia de material granular y se comparará con los valores recomendados por los autores mencionados anteriormente.

1.1.2 Cohesión (C)

La cohesión del mismo modo puede ser determinado a partir del valor N obtenido con los ensayos de Penetración, de donde se deduce el valor de la resistencia a la compresión simple, que mediante la relación propuesta por HUNT en 1984 y las tablas propuestas por NAVFAC en 1971, en condiciones sin drenaje se adopta el valor de la resistencia al corte igual a la mitad de la resistencia a la compresión simple sin confinamiento.

Cuadro Resumen del Ensayos de Corte Directo
(ASTM D-3080)

| Sondeo | Muestra | Profundidad (m) | Clasificación S.U.C.B. | Parámetros | |
|--------|---------|-----------------|------------------------|--|------------|
| | | | | Resistencia máxima C (kg/cm ²) | ϕ (°) |
| C-1 | M1 | 0.00 - 3.00 | SP-SM | 0.25 | 30.5° |

Considerando la reducción del ángulo de fricción, por considerar el efecto de una posible falla local por corte se tiene:

$$\text{Angulo} = 2/3 \phi$$

$$\phi = \text{Arctg} (2/3 Tg (30.5))$$

$$\phi = 21.4$$

Finalmente trabajamos con los siguientes valores:

$$\text{Cohesión} = 0.25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Angulo de fricción} = 21.4^\circ$$

1.2 Tipo y Profundidad de los Cimientos

En el presente estudio, se ha determinado la capacidad de carga del terreno, considerando zapatas cuadradas y rectangulares o cimentaciones armadas corridas, tomando en cuenta las características

LEMICONS

Laboratorio de Diseño de Materiales Arquitectónicos y Construcción

geotécnicas del suelo encontrado en las investigaciones de campo, se han determinado la profundidad mínima de cimentación, teniendo en cuenta que la estructura debe subyacer sobre un terreno de adecuada capacidad admisible y empotrada a una profundidad adecuada.

Se presenta la siguiente tabla:

| Tipo de Suelo | Tipo de Cimentación | Profundidad mínima Recomendada de Cimentación – Df (m) |
|---------------|---------------------|--|
| Arena Limosa | Zapata Cuadrada | 1.50 |

La profundidad mínima recomendada es computada desde el nivel de piso terminado, con la finalidad de proporcionar a la cimentación un soporte y confinamiento adecuado a la estructura.

1.2.1 Cálculo de la Capacidad Admisible en Suelo

Se realizará los cálculos de capacidad admisible del terreno considerando que las estructuras estarán cimentadas sobre una cimentación superficial. Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} [\gamma D_f N_c + 0.4 \gamma B N_c]$$

| | | |
|----------------------------|----------------|---------------------------|
| Peso Volumétrico del Suelo | γ | = 1.50 gr/cm ³ |
| Ancho del Cimiento | B | = 1.20 m |
| Profundidad de Cimentación | D _f | = 1.50 m. |

Calle Colombia 90 - Teléfono 27 8644444 (línea directa) - Lima Perú
Email: info@lemicons.com.pe | Tel: 4521000
www.lemicons.com.pe



LEMICONS

Laboratorio de Ensayos de Materiales y Estructuras

| | | |
|--|------------|--------|
| Factor de Seguridad | FS | = 3.00 |
| Factores Adimensionales, función de ϕ | N_s, N_v | |

Reemplazando valores, se obtiene:

$$q_{ad} = 1.2 \text{ Kg/cm}^2$$

4.2.1 Determinación de Asentamientos

Los asentamientos elásticos se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr 1966).

$$\Delta H = \frac{Bq_0}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

Donde:

| | | |
|-------------------------|----------|--------------------------|
| Ancho de la cimentación | B | = 120 cm |
| Carga transmitida | q_0 | = 1.2 Kg/cm ² |
| Relación de poisson | μ_s | = 0.30 |
| Modulo de elasticidad | E_s | = 500 Kg/cm ² |
| Factor de forma | α | = 0.90 |

Reemplazan valores se obtiene:

$$\Delta H = 0.59 \text{ cm}$$



VÍCTOR MUÑOZ CHUMAZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 123358

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

2

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El terreno en estudio se encuentra ubicado en el Distrito ***** , Provincia de **** y Departamento de *****
- El Proyecto consiste en realizar la capacidad portante "nombre del proyecto o tesis".
- La profundidad mínima de cimentación recomendada a partir del nivel de piso terminado, será:

Df recomendado = 1.50 m

(Zapata Cuadrada).

- La capacidad admisible será:

$q_{ad} = 1.2 \text{ Kg/cm}^2$


VICTOR MUÑOZ CHAVARA
INGENIERO CIVIL
Reg. CP, 121336