



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Concreto de alto desempeño con incorporación de microsílíce para sistema aporticado, colegio Shuji Kitamura, Santa Anita”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Mostorino Gutiérrez Kevin Antony Nelson (ORCID: 0000-0003-2753-3512)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres y hermanos que me han dado las fuerzas necesarias para llegar hasta este punto de mi vida, finalizando la carrera universitaria, al margen de las dificultades que hayan surgido. Son lo que más amo en la vida.

Agradecimientos

Quiero manifestar mi gratitud a mis padres, quienes con su amor llenan siempre mi vida y a mis hermanos(as) por estar siempre dispuestos a ayudarme. De igual manera mi agradecimiento a mi casa de estudios la U. César Vallejo y a todos los ingenieros que me acompañaron a lo largo de esta carrera universitaria. Para finalizar, pongo de manifiesto mi más fiel agradecimiento al Dr. Alejandro Suarez Alvites, quien me asesoró en este tema, quien con su experiencia me acompañó en el desarrollo de este trabajo.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de abreviatura	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	14
III. MÉTODO	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización	26
3.3 Población, muestra y muestreo	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos	28
3.6 Método de análisis de datos	29
3.7 Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Diseño de mezcla Concreto de alto desempeño con adición de Microsílice ..	30
Tabla 2: Resultados de la resistencia a compresión de la tesis de García, 2018 con diferentes dosificaciones de Microsílice.	31
Tabla 3: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto de alto desempeño con diferentes contenidos de Microsílice	31
Tabla 4: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días de la tesis de Medina Daniel	32
Tabla 5: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del artículo científico del Dr. J.Y. Zheng.....	32
Tabla 6: Coeficientes del modelo matemático.....	33
Tabla 7: Análisis de varianza que explica la variable dependiente.	35
Tabla 8: Análisis de la relación del microsílice y la resistencia a la compresión.....	35
Tabla 9: Identificación de influencia del microsílice	35
Tabla 10: Factores necesario análisis estático.....	37
Tabla 11: Fuerza cortante basal – Resultante análisis estático.....	38
Tabla 12: Espectro de aceleraciones	39
Tabla 13: Fuerza cortante dinámica direcciones X, Y	41
Tabla 14: Especificaciones de vigas colegio Shuji Kitamura.	42
Tabla 15: Especificaciones de columnas colegio Shuji Kitamura.	44
Tabla 16: Matriz de operacionalización de variables	69

Índice de figuras

Figura 1. Gráfico de funciones	34
Figura 2. Verificación de la cortante estática con el software ETABS	39
Figura 3. Gráfico del espectro de aceleraciones elaboradas.....	40
Figura 4. Verificación del espectro de aceleraciones mediante software ETABS.....	40
Figura 5. Requerimiento de acero Vigas Colegio Shuji Kitamura -ETABS	41
Figura 6. Requerimientos de acero columna Eje 2 - ETABS	43

Índice de abreviaturas

HPC: High Performance Concrete

ACI: American Concrete Institute

MINEDU: Ministerio de Educación

CAD: Concreto de Alto Desempeño

ASTM: American Society for Testing and Materials

Resumen

En este trabajo se propone el diseño de una estructura aporticada de dos niveles, utilizando el concreto de alto desempeño. La estructura está diseñada sísmicamente para soportar cargas provenientes de actividades de poblaciones académicas. Se utilizó como referencia la norma técnica peruana E-030, requiriendo del análisis estático y análisis dinámico, respecto al análisis estático se determinó que la fuerza cortante actuante en la base es 90.02 Ton.f en las direcciones X,Y. El análisis dinámico se llevó a cabo usando el programa de modelamiento ETABS, la cual concluye que la fuerza cortante actuante en la dirección X es igual a 79.9 Ton.f y en la dirección Y es de 77.16 Ton.f. El concreto propuesto para el proyecto es uno modificado en la cual se agrega un componente extra llamado sílice. Según múltiples informaciones al agregar 5% de sílice respecto al contenido del cemento, el concreto modifica su resistencia a la compresión y justamente alcanza el máximo de resistencia estimado en 763.9 kg/cm². El modelo matemático de segundo orden, y su validación estadística fue desarrollado usando el programa Mathcad 15. Los resultados de este proyecto son de importancia práctica ya que el concreto modificado incluye materiales afines, sílice-cemento, que son materiales que pueden evaluarse en laboratorio sin limitaciones, para validar las características de la tecnología del concreto de alto desempeño. Eventualmente, este tipo de concreto nos permitirían elaborar diseños de edificaciones de múltiples niveles y que sean sismorresistentes.

Palabras claves: Sistema aporticado, concreto de alto desempeño, microsílíce y resistencia a compresión.

Abstract

In this work, the design of a two-level frame structure is proposed, using high-performance concrete. The structure is seismically designed to withstand loads from activities of academic populations. The Peruvian technical standard E-030 was used as a reference, requiring static analysis and dynamic analysis. Regarding the static analysis, it was determined that the shear force acting on the base is 90.02 Ton.f in the X, Y directions. The dynamic analysis was carried out using the ETABS modeling program, which concludes that the acting shear force in the X direction is equal to 79.9 Ton.f and in the Y direction is 77.16 Ton.f. The concrete proposed for the project is a modified one in which an extra component called silica is added. According to multiple information, by adding 5% silica with respect to the cement content, concrete modifies its resistance to compression and precisely reaches the maximum resistance estimated at 763.9 kg / cm². The second-order mathematical model and its statistical validation were developed using the Mathcad 15 program. The results of this project are of practical importance since modified concrete includes related materials, silica-cement, which are materials that can be evaluated in the laboratory without limitations, to validate the characteristics of high-performance concrete technology. Eventually, this type of concrete would allow us to develop multi-level building designs that are earthquake resistant.

Keywords: Provided system, high performance concrete, microsilica and resistance to compression.

I. INTRODUCCIÓN

La construcción de edificaciones es de gran importancia para el crecimiento de todo país, construcciones como hospitales, almacenes, universidades, colegios, etc. son determinantes para el progreso educativo, social y sanitario. Las edificaciones se basan en sistemas estructurales eficientes y probados técnicamente por profesionales competentes para garantizar la seguridad de la estructura, un sistema muy usado y eficaz es el sistema aporticado tradicional. Como menciona Huapaya (2017), el aporticado, marco dúctil o marco tridimensional, se caracteriza por ofrecer amplios espacios internos. (p. 34).

El sistema aporticado está formado por vigas y columnas, que distribuyen los esfuerzos de cargas a la infraestructura de la edificación, las vigas y columnas están continuamente sometidas a fuerzas de flexión y su estabilidad depende de las características del concreto utilizado. Existen formulaciones de concreto con resistencias a la compresión mayores a los 350 kg/cm², sin embargo, actualmente no son suficientes, los diseños deben complementarse con datos de efectos corrosivos del ambiente que pueden reducir la capacidad mecánica del concreto. Justamente en esto se centra el concreto de alto desempeño-CAD (High Performance Concrete), este tipo de concreto contiene una adición mineral en bajos porcentajes (de 3 a 10%) de microsilíce que brinda una alta fluidez, baja permeabilidad y mayor durabilidad (evidenciado en su baja permeabilidad a iones de cloruros) como algunas de sus grandes características que la diferencian del concreto fabricado tradicionalmente. Tal como precisa Portugal (2007) “hace referencia a este concreto con características particulares en cada obra, tales como relación a/c (menor o igual a 0.5) y una durabilidad (mayor a 80% después de someterse a pruebas térmicas 300 veces) (p. 13).

En el área de infraestructuras del sistema educativo del país la presencia del microsilíce en la composición del concreto no se promueve, la infraestructura de colegios en zonas clase media-bajas suelen tener deficiencias estructurales, estos son evidenciados a través de grietas y rajaduras en su estructura, debidos principalmente, a fallas mecánicas (de resistencia) y de durabilidad (Estudio Pre Inversión-Colegio Shuji Kitamura 2013).

En consecuencia, es necesario aplicar un concreto más eficiente para garantizar que las estructuras de los centros de educación tengan vida útil prolongada, baja permeabilidad a cloruros y alta resistencia mecánica. (Lizarazo, 2012, p. 4)

Actualmente la construcción de edificaciones con esta tecnología de concreto (Concreto con incorporación de microsílíce) es apreciada en estructuras grandes como en la construcción del Hotel Marriot (Año 2000, construido por Graña y Montero) donde se utilizó concreto de alto desempeño con características de alta resistencia (750 a 980 Kg/cm² a 90 días), alta trabajabilidad y facilidad de colocación (Portugal, 2007, p. 327). Como se ve, esta tecnología es útil, eficiente y estructuralmente segura.

En contraparte, el colegio Shuji Kitamura ubicado en Santa Anita presenta fallas estructurales y resulta un potencial peligro de colapso poniendo en riesgo la integridad de la comunidad académica (Estudio Pre Inversión-Colegio Shuji Kitamura 2013), con la finalidad de resolver este problema en este proyecto se propone el uso del concreto de alto desempeño para garantizar la estabilidad mecánica de las edificaciones que muestran deterioro avanzado.

La justificación teórica de la presente investigación viene dada por el estudio del concreto de alto desempeño, ya que ayudará a entender mejor las variables que determinan las propiedades mecánicas del concreto y su durabilidad, maximizando dichas propiedades con esta tecnología, como recomienda Agüero en su artículo científico “la identificación de edades del concreto, su comparación, análisis de absorción, módulo de elasticidad, su porosidad y entre otras consideraciones, favorecerá a la ganancia de la resistencia mecánica del concreto” (2019)

La justificación social de la presente investigación se da gracias a que la construcción de colegios con elevados estándares de durabilidad y resistencias mecánicas, favorecerá a una mayor confortabilidad, evitando las complicaciones de un inadecuado medio físico, asegurando así el cómodo transporte peatonal dentro del centro educativo y permitir un uso adecuado de los servicios básicos, para la comodidad del medio social e igual de oportunidades (Guía de diseños de espacios educativos MINEDU, 2015).

La justificación ambiental de la presente investigación es representada por los beneficios que trae la construcción de colegios con concreto de alto desempeño, pues gracias a su alta resistencia a la compresión, flexión y durabilidad, se maximiza los espacios libres, ya que las vigas y columnas serán más resistentes, anulando la necesidad de muros portantes, tal como menciona el Ministerio de Educación del Perú, la máxima utilización de los espacios internos, prescindiendo de muros portantes, producirá mayor desplazamiento del aire dentro y alrededor de los ambientes. (Guía de diseños de espacios educativos MINEDU, 2015).

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 **¿Cuál es el diseño del sistema aporticado para el colegio Shuji Kitamura utilizando concreto de alto desempeño?**

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son las características de la estructura del sistema aporticado para el colegio Shuji Kitamura utilizando concreto de alto desempeño?

PE2: ¿Cómo es el análisis estático del sistema aporticado para el colegio Shuji Kitamura utilizando concreto de alto desempeño?

PE3: ¿Cómo es el análisis dinámico del sistema aporticado para el colegio Shuji Kitamura utilizando concreto de alto desempeño?

El objetivo general fue **Determinar el diseño del sistema aporticado del colegio Shuji Kitamura utilizando concreto de alto desempeño**. Así mismo, los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar las características de la estructura aporticada utilizando concreto de alto desempeño, colegio Shuji Kitamura.

OE2: Determinar el análisis estático del Sistema aporticado utilizando concreto de alto desempeño, colegio Shuji Kitamura

OE3: Determinar el análisis dinámico del Sistema aporticado utilizando concreto de alto desempeño, colegio Shuji Kitamura.

II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se mencionará los trabajos previos que se han venido desarrollando respecto a la tecnología de concreto de alto desempeño, son trabajos en su gran mayoría de países como Brasil, Colombia, España, que son donde se ha dado un mayor estudio al presente tema, así mismo, se detalla la base teórica en el que está apoyada la presente investigación, conformado esencialmente por artículos científicos provenientes de Estados Unidos, Brasil y algunos países orientales, donde se ha dado mayor énfasis a la utilización del concreto de alto desempeño en edificaciones, así como la ayuda de libros de grandes profesionales del rubro de la construcción.

De la Cruz (2015) propuso como objetivo analizar la influencia de las cenizas de carbón y los aditivos superplastificantes para la fabricación de concreto de alto desempeño. En dicha investigación explicativa – experimental se concluye que la ceniza de carbón es una variante a ser utilizada para la fabricación de concreto de alto desempeño en un porcentaje que varía del 10 al 15% en proporción al volumen de cemento.

Cruz (2017) ofreció como objetivo fabricar concreto de alto rendimiento cambiando un porcentaje el volumen del cemento por microsilíce y aditivos superplastificantes. En esta investigación experimental, se obtuvo una mejora notable en las características mecánicas del concreto con aditivo 1.4 veces mayor respecto al concreto convencional simplemente reemplazando parcialmente el cemento por microsilíce; así mismo se mejora la consistencia y se reduce el tiempo de fraguado en un 15%.

Silva en su artículo científico menciona que el concreto de alto desempeño CAD es una versión mejorada del concreto tradicional, está conformado por agregados tradicionales de buena calidad, cemento Portland convencional, el mismo que al inicio se puede utilizar un cemento de resistencia elevada y humo de sílice en un rango del 10% en proporción a la cantidad del cemento. Cabe mencionar que también se pueden emplear diversos materiales cementicios, como pueden ser las cenizas volantes o escorias de alto horno, así mismo el uso de aditivos superplastificantes es indispensable. Lo que hace diferente al concreto CAD de los

concretos tradicionales es la baja relación de agua – cemento, esta proporción suele rondar por debajo de los 0.35. (2019, p. 110)

Niño (2013) estudió cómo se afecta las características del concreto convencional en su etapa fresco, estado endurecido y de durabilidad agregando sílice en partículas a escala de nanómetros. Esta investigación experimental descriptiva obtuvo un concreto de alto rendimiento de alta manejabilidad y excelentes resistencias a la compresión.

Sánchez (2018) analizó la influencia de la diatomita en la fabricación de concreto de alto rendimiento, la investigación experimental explicativa, demostró la diatomita permite obtener concreto de alto desempeño.

Benavides (2014) propuso como objetivo estimular la producción industrial de concreto de alto rendimiento a través de un riguroso control de calidad, soportado por las normas nacionales e internacionales vigentes y por los controles empíricos y experimentales. La investigación experimental y descriptiva encontró a esta alternativa como de sencilla colocación, adecuada compactación, no segregación y manejabilidad en toda aplicación.

Méndez (2017) en su artículo científico señala que, en la actualidad materiales como los derivados de silicio por procesos industriales, nanotubos de carbonos y demás nano partículas, han demostrado que influyen positivamente en las propiedades mecánicas del hormigón.

Se concluye que en el caso del nano-sílice se ha evidenciado mejoras en la resistencia a compresión cuando se le incluyó como reemplazo parcial del cemento (p. 100).

Teresa (2014) que señala que los materiales puzolánicos se encuentran de forma libre en la naturaleza o son resultado de procesos industriales, generalmente pertenecientes a la familia de la sílice. Estos no tienen la capacidad de endurecerse por sí solos al ser mezclados con agua, sin embargo, luego de someterlos a un proceso con hidróxido de calcio en condiciones naturales, adquieren esta propiedad

aglutinante con presencia del agua y, por ende, adquieren características mecánicas (p. 110).

Canul (2017) propuso fabricar un concreto de alto rendimiento o desempeño con la utilización de sílice que presente buen desempeño en durabilidad en medios ambientes con presencia de cloruros usando aditivos encargados de reducir las contracciones e impedir la corrosión. Esta investigación experimental y explicativa, indica que el porcentaje de adición de sílice para que reaccione con la totalidad del hidróxido de calcio en los ensayos realizados con los morteros fue de 9.5% según dicta el estudio Termogravimétrico.

Arrieta (2019) propuso desarrollar la tecnología del concreto de alto desempeño a través del análisis y optimización de diseños de mezclas. La investigación experimental y explicativa determinó que el uso de una correcta relación de agregados (a/A) debe ajustarse en la producción del concreto de alto desempeño, para lograr resultados con alta cohesividad, alta viscosidad por encima de lo requerido y con excelente trabajabilidad.

García (2018) calculó la cantidad de microsílíce y aditivos adecuados para fabricar concreto de alto desempeño en Huancayo, el trabajo experimental y descriptivo obtuvo el diseño de mezcla que cumple condiciones para emplear la proporción de agua/cemento como 0.3, con 1.6 por ciento de superplastificantes y seis por ciento microsílíce; mejorando la calidad del concreto respecto a las del concreto convencional.

A continuación, se detallan los conceptos necesarios a conocer para la correcta investigación y entendimiento de la tecnología de concreto de alto desempeño, se ha recurrido a artículos científicos en donde se brinda las reglas, conceptos y recomendaciones para la aplicación exitosa de este tipo de concreto, publicados en los últimos años para asegurar la contextualización con nuestra realidad , así mismo se ha recurrido a libros donde se estudia el tema en cuestión apoyados en resultados productos de numerosos experimentos en laboratorios.

Tecnología del Concreto de alto desempeño: Para definir claramente el concepto de concreto u hormigón de alto desempeño, el Msc. Portugal señala que el concreto u hormigón de alto performance se caracteriza por alcanzar estándares elevados de calidad según las exigencias que se presenten en una construcción en particular, la efectividad del concreto CAD se da porque cumple con las especificaciones que necesitamos, ya sea para guardar armonía con el medio ambiente o para asegurar la efectividad estructuralmente. Así mismo la eficiencia del concreto CAD se da porque se utilizan los materiales de manera controlada para obtener un concreto con propiedades óptimas de trabajabilidad. (2007, p. 16). Así mismo, Letelier (2019) señala que el concreto puede representarse como la unión de tres partes esenciales, agregados gruesos, mortero y una zona importante, llamada zona interfacial, es importante pues alberga alrededor del 50% de los materiales cementicios y, en consecuencia, termina definiendo el desempeño mecánico que tendrá el concreto (p. 55).

Metodología de Diseño de Concreto de alto desempeño: La tecnología de concreto alto desempeño viene determinada generalmente por la adición del 5 al 20% de microsilíce del peso del cemento, 3% de superplastificantes respecto al peso del cemento, y relación a/c de 0.15-0.40. (Portugal, p. 176)

Determinación de la mezcla óptima, luego de que se haya obtenido un diseño de mezcla ideal que cumpla con la trabajabilidad y resistencia óptima según nuestras consideraciones. Se deben producir mezclas en el campo según las recomendaciones del ACI.

Para el diseño de mezcla del concreto de alto desempeño según las consideraciones del Dr. Portugal es aconsejable inicialmente usar de base la metodología de diseño de concreto de alta resistencia presentada en el comité ACI 211.4, luego con ensayos y pruebas en campo, ir dosificando el microsilíce y la adición de superplastificantes hasta encontrar la mezcla más óptima con las características que se requieran en nuestro proyecto.

Se presenta un resumen de las recomendaciones expresadas en el comité ACI 211.4:

1: Determinar el slump con el que vamos a trabajar, y la resistencia que necesitemos. Como recomendación se expresa que para un concreto sin aditivos plastificantes o superplastificantes se debe trabajar con un slump de dos a cuatro pulgadas, este valor debe ser seleccionado teniendo en cuenta el tipo de trabajo. Concretos con un slump inferior a dos pulgadas tienen un gran contenido de agregados gruesos y por ende es complicado trabajar con ellos.

2: Determinar los valores nominales máximos del agregado, de acuerdo a las exigencias en resistencia, recordar que es un requerimiento clave para determinar el valor adecuado.

3. Determinar la cantidad adecuada de agregado grueso, esto va depender de la resistencia del agregado grueso y de su tamaño.

4: Determinar los valores estimados de agua para la mezcla y la cantidad de aire, para determinar la cantidad de agua por metro cúbico de concreto va depender de los tamaños de agregados con el que estemos trabajando, así mismo las características de los mismo en cuanto a forma y gradación, el volumen de cemento y los tipos de aditivos empleados.

5: Determinar la proporción agua – elementos cementicios, para obtener las diversas pruebas a compresión del concreto endurecido.

La proporción agua – elementos cementicios puede determinarse básicamente por las exigencias de durabilidad. Cuando la cantidad de elementos cementicios sobrepasan los 450 kg, se recomienda utilizar elementos cementicios diferentes.

6: Análisis de la cantidad de material cementicio; para determinar la cantidad de material cementicio por metro cúbico de concreto, esta puede ser dada por el cociente del agua de mezcla y la relación agua/m.c. utilizada. Este paso se puede

ignorar si las especificaciones expresen lo contrario, las especificaciones deben ser cumplidas.

7: Determinación de las proporciones adecuadas para la mezcla base o inicial, seguir los pasos que se muestran a continuación:

Paso 1: Cantidad de cemento. Para la presente mezcla, la cantidad de cemento a usar, será determinada por el paso 6.

Paso 2: Cantidad de arena. Para determinar la cantidad de arena se recomienda utilizar la metodología de volúmenes absolutos.

8: Metodología Fly ash, esta metodología es utilizada para determinar las proporciones de mezclas, ya que la cantidad de agua demandada será inferior, así mismo la temperatura será reducida y en consecuencia el costo también descenderá.

9: La mezcla de prueba, cada una de estas mezclas deben realizarse con los procedimientos de los pasos mostrados del 1 hasta el 8, la mezcla experimental o de prueba se realizará teniendo en cuenta la trabajabilidad y las resistencias a compresión que necesitemos.

10: Modificaciones de las proporciones de mezclas, esto se realizará cuando las propiedades obtenidas en la mezcla de prueba no están en armonía a lo que queremos, estas proporciones deben ser modificadas teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Slump: En caso de que el slump obtenido no sea el esperado, la cantidad de agua de mezcla debe ser modificada, así mismo la cantidad de cemento debe ser ajustada para asegurar que la relación agua – material cementicio se mantenga. Además, la cantidad de arena debe ser modificada para que el flujo de la mezcla esté asegurado.

- Cantidad de superplastificante. Si este aditivo es utilizado, este influirá en la trabajabilidad y resistencia del concreto. Se recomienda cumplir las especificaciones expresadas por el fabricante, esencialmente en la cantidad de uso máximo.

- Cantidad de agregado grueso. Luego de que la mezcla ha sido modificada de acuerdo a nuestras necesidades, se debe cuidar de que la mezcla resultante no sea muy áspera. De ser el caso, se debe reducir la cantidad de agregado grueso y aumentar la cantidad de arena. Pero ha de tenerse en cuenta que aumentar la

cantidad de arena, significará un posterior aumento del agua y en consecuencia la cantidad de cemento para mantener las relaciones estables.

- Cantidad de aire. Si la cantidad de aire en la mezcla es excesivamente alta o difiere de lo esperado, se debe modificar el contenido de arena.

- Proporción agua – material cementicio. En caso de que la resistencia obtenida este por debajo de la esperada, se deben realizar diseños de mezclas con proporciones agua – material cementicio menores.

11. Determinación de la mezcla óptima, luego de que se haya obtenido un diseño de mezcla ideal que cumpla con la trabajabilidad y resistencia óptima según nuestras consideraciones. Se deben producir mezclas en el campo según las recomendaciones del ACI 211.1.

Sistema aporticado: Se emplea para la construcción de edificaciones, su característica principal es que presenta gran desenvolvimiento óptimo para cargas verticales debido a que las columnas reciben la mayor parte de la fuerza cortante. La Norma E-060 menciona tal comportamiento (Norma E.060, 2009)

El sistema aporticado tiene grandes ventajas al momento de maximizar espacios libres en la edificación, detalle que es de gran relevancia para la utilización del inmueble, así mismo, presentan gran capacidad para la disipación de energías sísmicas por su flexibilidad. Acompañado de su peso liviano suponen una gran opción a la hora de construir estructuras.

Tal como menciona Perles, el denominado sistema aporticado o de retícula, se comporta estructuralmente como la unión de elementos resistentes que forman pórticos, dirigen las múltiples cargas hacia el suelo, para su diseño es esencial analizar los esfuerzos de corte. (2016, p. 14).

Diseño Estructural: El diseño estructural está establecido en la norma E.030 para el reglamento nacional de edificaciones en el Perú. Los colegios o instituciones educativas, están consideradas dentro de la categoría A, por ende, deben ser antisísmicas para servir como refugios después de un desastre (Art. 15 – E.030). La realización del diseño estructural consta de un análisis estático y dinámico.

Análisis Estático: Esta metodología analiza las cargas sismo-estáticas sobre el centro de masas de una edificación en cada nivel, para el análisis total de las cargas

en la base de la edificación, se emplea la fórmula de la Fuerza cortante basal (V) (Art. 28 – E.030).

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} \times P$$

Donde:

Z: Factor de zonificación

U: Factor de uso

C: Coeficiente de amplificación sísmica

S: Perfil de suelo

R: Coeficiente de reducción

P: Peso del edificio

Análisis Dinámico: En el Análisis dinámico se analiza un rango de diferentes periodos fundamentales (T) para poder observar los efectos sobre la estructura, la variación del valor T, alterará el valor del “C” produciendo infinitas pseudo-aceleraciones, los mismos que tendrán que representarse a través de una función, en este caso, función espectral (Art.29 de la norma E.030). La fórmula para analizar calcular las aceleraciones de la Función espectral:

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

Donde:

g: aceleración de la gravedad

S_a: Aceleración espectral

Z: Factor de zonificación

U: Factor de uso

C: Coeficiente de amplificación sísmica

S: Perfil de suelo

R: Coeficiente de reducción

Resistencia a la compresión: Es fundamental en toda construcción la resistencia a la compresión que nuestro concreto puede ofrecer, y para el caso del concreto de alto desempeño, este aspecto no le es ajeno, “En el caso de los concretos CAD, alcanzar una elevada resistencia en los ensayos sometidos a compresión es exactamente igual de importante que alcanzar buena durabilidad en el concreto, la resistencia a compresión es fundamental en el aspecto estructural de toda construcción”. (Portugal, 2007, p. 210).

Moreno (2016) indica que la resistencia a compresión sirve de base para determinar la resistencia a tensión del concreto. Ya que brinda datos respecto a la cortante, un concreto con alta resistencia a compresión como consecuencia, tendrá una mejor resistencia a tensión (p. 58).

Microsílice: Resulta de procesos industriales del ferro-silicio, su peso unitario aproximadamente es de 300 kg/m³, presenta una elevada superficie específica con características altamente puzolánicas a causa de una importante presencia de dióxido de sílice en su estructura. (Portugal, 2007, p. 77).

Respecto a las adiciones minerales Irassar (2015) nos indica que cada vez que se decide adicionar un material mineral al concreto, se busca que los defectos de un material, sean balanceados y compensados con las virtudes del otro material (p. 16).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo tiene una investigación **del tipo aplicada**, pues usaremos los conocimientos y recomendaciones existentes de la Norma E.030 y los aplicaremos para diseñar un Sistema aporticado utilizando concreto de alto desempeño para el colegio Shuji Kitamura, Santa Anita.

En referencia al tipo de investigación Coccia (2018) indica que la investigación científica está gobernada por dos dimensiones, investigación del tipo aplicada y básica, la investigación aplicada está enfocada esencialmente para generar diversos conocimientos relacionados a dar solución a los distintos problemas, por otra parte la investigación básica presenta como objetivo principal la adquisición de nuevos conocimientos relacionados a fenómenos presenciados con el correr del tiempo carente de un propósito aplicativos (p.118).

Tal como menciona la investigación del tipo aplicada hace referencia a una investigación más práctica donde el objetivo es dar solución a problemas específicos empleando la teoría y conocimientos existentes como base.

Es de alcance **descriptivo** porque se usará los datos e información de las variables en su conjunto para responder a la problemática, no se busca relacionar las variables, ni identificar la influencia de una variable sobre la otra.

Tal como menciona Hernández, el análisis descriptivo busca medir o recolectar información de manera individual o total sobre los conceptos o variables, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas. (2014, p. 92).

Tiene un diseño **No experimental** porque no se manipula ni altera deliberadamente la variable independiente en un afán de conseguir datos o cifras que nos ayuden a apreciar su efecto sobre la dependiente (Hernández, 2014, p. 152).

Por el contrario, en la presente investigación se recolectan datos y hechos ya estudiados para elaborar un sistema aporticado de un centro educativo, no se provoca cambios o altera la variable independiente para obtener información adicional.

Así mismo es un diseño no experimental del **tipo transversal** porque se tomaron datos de investigaciones en un momento único, para analizar su incidencia en un momento determinado. (Hernández, 2014, p. 154).

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Concreto de alto desempeño

Variable dependiente: Sistema aporticado en centros educativos

3.3. Población, muestra y muestreo

A. Población: Es un conjunto de elementos con características definidas por una serie de especificaciones que dependerán de los objetivos de estudio (Hernández, 2014, p. 175).

En concordancia con lo mencionado, los objetivos del presente estudio están relacionados con el diseño de sistema estructural del colegio Shuji Kitamura, por ende, la población queda definida por: Los sistemas aporticados del colegio Shuji Kitamura.

B. Muestra: Es un subgrupo o una parte de la población, se define por temas de economización de recursos económicos y tiempo, ya que a veces no resulta posible analizar a la población en su totalidad (Hernández, 2014, p. 175).

Este tipo de investigación se centra en un solucionar un caso especial, fallas estructurales en el pabellón B del Colegio Shuji Kitamura, en concordancia con lo mencionado nuestra muestra será: **El Sistema Aporticado del Pabellón B del Colegio Shuji Kitamura N°101 en Santa Anita.**

C. Muestreo: Para abarcar el tipo de muestra del presente estudio, Hernández nos indica que en las muestras probabilísticas todos los casos o elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos, por el contrario, en la muestra no probabilística, la selección de los elementos va depender de los objetivos o propósitos de la investigación. (Hernández, 2014, p. 176)

En concordancia con lo mencionado, el Muestro del presente estudio es **No probabilístico**, pues se eligieron los elementos según el propósito de esta investigación, es decir, diseñar el sistema aporticado del pabellón B del colegio Shuji Kitamura.

D. Unidad de análisis: Los elementos con los que vamos a trabajar y obtener datos reciben el nombre unidad de análisis, tal como indica Hernández (2014) estos llamados elementos se refieren a las personas, objetos de estudio de una población o sucesos, sobre quienes se recolectaran datos (p. 172).

Dicho esto, y debido a que en el presente trabajo se enfoca en elaborar el diseño aporticado de la estructura del Pabellón B del colegio Shuji Kitamura es que la unidad de análisis será: **El Sistema Aporticado.**

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Respecto a la técnica de recolección de datos debido a la naturaleza de la presente investigación y su enfoque será el **Análisis documental.**

En el análisis documental, tal como indica López, Roldán y Fachelli (2015) se obtienen datos de fuentes secundarias, es decir, a través de libros, artículos, tesis, revistas según las variables de interés que se estén analizando.

El instrumento de recolección de datos planteada es la **Ficha de registro de datos**, que se realizará con el fin de enumerar y verificar los datos obtenidos en los antecedentes de la presente investigación. Pues tal como menciona López, Roldán y Fachelli (2015) la ficha de registro de datos se emplea generalmente para técnicas del tipo Análisis documental.

Así mismo el instrumento de recolección de datos nos permitirá ordenar, detallar y enfatizar los datos obtenidos, tal como concluye Hernández (2014) el instrumento debe ordenar los datos cuantificados y estandarizados de la medición de las variables de estudio, y el instrumento debe estar en armonía con dichas variables (p. 199).

Validez

La validez del presente estudio viene representada por la Norma técnica E.030 modificada (Diseño sismorresistente), del Reglamento Nacional de Edificaciones cuya Resolución ministerial se hizo efectiva el 23 de octubre del 2018 por el **Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento del Perú.**

Confiabilidad

La confiabilidad del diseño del Sistema aporticado de la estructura del centro educativo viene representada por el software ETABS, uno de los productos de la empresa Computers and Structures, Inc. (CSI), dedicada al desarrollo de softwares para análisis estructurales y sismorresistente, presente en el mercado desde el año 1975, ayudando a grandes proyectos en el diseño de estructuras, como el del estadio en Beijing para los juegos olímpicos del 2008, ETABS es un software que facilita datos de manera consistente, constante y confiable, de acuerdo a las especificaciones de las características del material y las dimensiones de la estructura que se ingresen.

Tal como menciona la empresa a través de su plataforma, ETABS es un software integrado para diseño y análisis estructurales de edificios con una variedad amplia de herramientas. Desde la elaboración del diseño hasta la creación de gráficos esquemáticos, este software toma en cuenta todas las consideraciones de la elaboración del diseño de ingeniería. Las estructuras se muestran de manera realista y todos los análisis se manifiestan en la propia estructura representada por el programa. (ETABS, CSI, 2020).

3.5. Procedimientos

Gracias a investigación realizada por medios virtuales y confiables para la recolección de datos relacionado con el objeto de investigación, se usará el software ETABS para el modelamiento del diseño aporticado del pabellón B del colegio Shuji Kitamura, En primer lugar para el concreto tradicional (patrón) se seguirán las Normas ASTM especificadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones y en segundo lugar, se elaborará los diseños de mezclas de concreto de alto desempeño con las dosificaciones a 5% ,10% y 15% de adición mineral del tipo microsílíce y en dichas situaciones se mantendrán los otros materiales con las dosificaciones especificadas en la tecnología del concreto de alto desempeño, teoría expuesta y estudiada en el marco teórico cuya referencia es presentada en la presente investigación. Se realizarán modelamientos con ambos concretos para comparar su resistencia a compresión y a flexión, los mismos que son materia esencial del presente estudio. Así mismo, con los datos obtenidos en dichos ensayos de resistencia y las condiciones climáticas de la zona, se predecirá el

tiempo de vida de servicio o durabilidad del concreto a través del programa LIFE 365.

3.6. Método de análisis de datos

Para la presente investigación se utilizará la ficha de registro de datos para fines de mejor entendimiento de los datos recolectados, los mismos que se analizarán mediante el programa estadístico SPSS, el mismo que nos ayudará a calcular el importante Alfa de Cronbach de nuestros datos, que asegurará la confiabilidad de nuestra investigación tal como menciona Oviedo (2005) identificar la escala tomando en cuenta si su análisis es consistente es un acercamiento a la validación del constructo y trata de analizar los datos que la conforman relacionándolos, un rango de 0,70 y 0,90 para alfa de Cronbach es lo ideal. (p. 574)

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación se redactó bajo las normas ISO 690-2 recomendadas por la Universidad César Vallejo, así mismo, las ideas expresadas de los diversos autores que sirvieron como base teórica para el desarrollo de la investigación fueron expresadas bajo dicha norma, siempre de la mano de los asesores asignados por la universidad que nos brindaron su amplia experiencia en los temas pertinentes del presente trabajo.

Este trabajo es honesto porque se respetaron las fuentes y se citaron correspondientemente para no asumir la propiedad intelectual de dichos conocimientos, así mismo son fuentes confiables que la persona interesada puede buscar y posteriormente verificar en la Referencias del presente trabajo.

Por ende, en esta investigación se aplicaron los aspectos éticos con el objetivo de que las personas interesadas en la materia de estudio del presente trabajo, puedan acceder a una información confiable y usarla en sus futuros trabajos o estudios.

IV. RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación la recolección de datos se llevó a cabo gracias a la técnica de “análisis documental”, teniendo en cuenta los objetivos de la presente investigación, en primer lugar se consultaron tesis y artículos científicos a fin de encontrar el desempeño mecánico más óptimo del concreto de alto desempeño con incorporación de Microsílice, dichos datos fueron consultados con las restricciones que el presente trabajo exige, es decir, (relación a/c inferior a 0.35, superplastificantes alrededor de 3%, microsíllice 5-20%).

En segundo lugar, se diseñó el sistema aperticado del Colegio Shuji Kitamura en el software ETABS con las características del concreto de alto desempeño con adición de microsíllice que mejores beneficios ofrecía en términos de minimización de gastos económicos y desempeño estructural.

Resultados de fuentes consultadas según las siguientes características:

Se recolectaron datos de las distintas fuentes; tesis, artículos y libros con las consideraciones que se presentaron en el marco teórico (relación a/c inferior a 0.35, superplastificantes alrededor de 3%, microsíllice 5-20%) y se presentó los resultados de la resistencia a compresión obtenidos según el contenido de microsíllice a los 28 días de curado.

Trabajo de investigación 1 – Luis García Kriete

Tabla 1: *Diseño de mezcla Concreto de alto desempeño con adición de Microsílice*

Cemento	950.1 kg/m ³
Agregados	1011 kg/m ³
Agua	285 kg/m ³
a/c	0.30
Superplastificante	11.4 kg/m ³
Microsílice	57 kg/m ³

Fuente: García Kriete, Luis Gabriel 2018

Se tomaron datos de la tesis de Luis García debido a que cumple con las consideraciones del concreto de alto desempeño mencionadas en la presente investigación (relación a/c inferior a 0.35, superplastificantes alrededor de 3%,

microsílice 5-20%). Con una relación a/c = 0.30, 1.2% superplastificante, 6% microsílíce

Tabla 2: Resultados de la resistencia a compresión de la tesis de García, 2018 con diferentes dosificaciones de Microsílice.

%Microsílice	Resis. Compresión (Kg/cm²) 28 días
6	780.2
6	793.8
6	787.14
4	684.76
4	692.73
4	695.01

Fuente: García Kriete, Luis Gabriel 2018

Como se observa, a diferentes dosificaciones de microsílíce la resistencia a compresión obtenida tuvo una tendencia a variar de forma directamente proporcional.

Trabajo de investigación 2 – “Tecnología del concreto de alto desempeño CAD” Dr. Portugal.

Tabla 3: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del concreto de alto desempeño con diferentes contenidos de Microsílice

a/c	Superplast. (%)	Microsílice (%)	Resis. Compresión (kg/cm²)
0.25	1	4	771.3
0.25	1	5	780.2
0.25	1	8	808.69
0.25	1	10	827.4
0.25	1	12	817.04
0.25	1	15	801.5
0.25	1	16	796.32

Fuente: Tecnología del concreto de alto desempeño – Dr. Portugal.

Como se observa en este estudio se enfatizó en relacionar la influencia del Microsílice frente a la resistencia a la compresión obtenida del concreto de alto desempeño a los 28 días de curado.

Trabajo de investigación 3 – OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO - Medina Daniel

Tabla 4: *Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días de la tesis de Medina Daniel*

Microsílice Dosificación (%)	Resistencia Compresión kg/cm2
3	651.00
3.7	666.00
5	737.00

Fuente: Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño, 2019.

En esta investigación se trabajó con una relación agua cemento de 0.30 y 3% de superplastificantes en relación al peso del cemento, la dosificación de microsílice fue la variable que se analizó.

Trabajo de investigación 4 – Construction and Building Materials (J.Y. Zheng)

Tabla 5: *Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días del artículo científico del Dr. J.Y. Zheng*

Microsílice Dosificación (%)	Resistencia Compresión (kg/cm²)
0.3	385.45
0.5	429.30
0.64	459.47
0.7	463.51
0.83	474.17
0.85	501.98

0.98	521.08
1.15	630.19

Fuente: Construction and Building Materials, 2018.

Modelo matemático de los datos recolectados

Tabla 6: *Coefficientes del modelo matemático*

Dosificación de Microsílice	Resistencia a la compresión	Fórmula	RESULTADO
$A := \begin{bmatrix} n & \sum_{i=0}^{23} x_i & \sum_{i=0}^{23} (x_i)^2 \\ \sum_{i=0}^{23} x_i & \sum_{i=0}^{23} (x_i)^2 & \sum_{i=0}^{23} (x_i)^3 \\ \sum_{i=0}^{23} (x_i)^2 & \sum_{i=0}^{23} (x_i)^3 & \sum_{i=0}^{23} (x_i)^4 \end{bmatrix}$	$B := \begin{bmatrix} \sum_{i=0}^{23} y_i \\ \sum_{i=0}^{23} (x_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=0}^{23} [(x_i)^2 \cdot y_i] \end{bmatrix}$	$P := A^{-1} \cdot B$	$P = \begin{pmatrix} 426.747 \\ 80.634 \\ -3.719 \end{pmatrix}$
MODELO	$y_2(x_2) := 426.747 + 80.634x_2 - 3.719x_2^2$		

Fuente: Elaboración propia

Verificación modelo matemático con los datos existentes

$$y_2(x_2) := 426.747 + 80.634x_2 - 3.719x_2^2$$

$$x_1 := 0, 0.1..1€$$

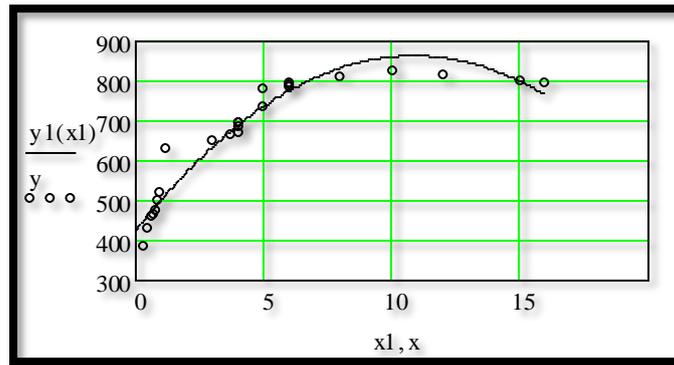


Figura 1. Gráfico de funciones

Como se puede observar, el modelo matemático obtenido se ajustó a los datos recolectados de las tesis y artículos científicos de la presente investigación. El modelo matemático revela un polinomio de segundo grado y representa una función dependiente de una variable. En este caso, la tentativa de la resistencia a la compresión dependiente de la dosificación de microsílíce. Dicha dependencia o no, fue analizada con ANOVA.

Valor máximo de la función

$$\frac{d}{dx} y_2(x_2) \rightarrow -7.438x_2 + 80.63$$

$$0 = -7.438x_2 + 80.63$$

$$x_2 = 10.841$$

Valor máximo de compresión

$$y_2(10.841) = 863.816$$

Según el modelo, se obtuvo que el valor óptimo para alcanzar la máxima resistencia a la compresión es 10.841% de microsílíce respecto al volumen de cemento, obteniendo así 863.8 kg/cm² para el concreto de alto desempeño.

Análisis de los datos recolectados mediante ANOVA

Tabla 7: Análisis de varianza que explica la variable dependiente

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media de cuadrados	F0
SSreg	4.472×10^5	$m - 1 = 2$	$\frac{(4.472 \times 10^5)}{2} = 2.236 \times 10^5$	$\frac{(2.236 \times 10^5)}{(1.338 \times 10^3)} = 167.115$
SSe	2.809×10^4	$23 - 2 = 21$	$\frac{(2.809 \times 10^4)}{21} = 1.338 \times 10^3$	
SST	4.752×10^5	$n - 1 = 23$		

Fuente: Elaboración propia

Correlación de los datos

R: correlación de datos

Tabla 8: Análisis de la relación del microsílíce y la resistencia a la compresión

SSreg	SST	R
4.472×10^5	2.809×10^4	SSreg/SST= 0.941

Fuente: Elaboración propia

Se observó una alta consistencia de los datos recolectados del 94%. Dicho análisis se efectúa relacionando el error regular sobre el error total.

Influencia del microsílíce sobre la resistencia del concreto CAD

Tabla 9: Identificación de influencia del microsílíce

Valor crítico	Opciones	RESULTADO
$qF(0.95,2,23) = 3.422$ $F=167.115$	$F < qF$: Se acepta H_0	$F > qF$
	$F > qF$: Se acepta H_1	

Fuente: Elaboración propia

Se observó que la microsílíce presenta una alta relevancia en la resistencia del

% Microsílíce	Cálculo	Resultado
5	$y_2(x_2) := 426.747 + 80.634x_2 - 3.719x_2^2$	$y_2(5) = 736.942$

concreto de alto desempeño a los 28 días de curado.

Elección de la dosificación de microsílíce para la presente investigación

Fuente: Elaboración propia

Según el modelo matemático desarrollado con los datos recolectados de las fuentes antes mencionadas, con una dosificación de microsílíce al 5% se obtiene una resistencia a la compresión de 736.9 kg/cm².

Se eligió una dosificación de microsílíce al 5% según las recomendaciones de expertos en la materia de la tecnología del concreto de alto desempeño y por consideraciones en el aspecto económico, si bien con la incorporación al 10% del material se obtienen grandes resultados desde el punto de vista de resistencias mecánicas, eleva considerablemente los costos por m³ del concreto, sin embargo, con el 5% de microsílíce se reduce los costos de una manera importante. El Dr. Pablo Portugal recomienda dosificaciones del 5 al 20% de microsílíce del peso del cemento, 3% de superplastificantes respecto al peso del cemento, y relación a/c de 0.15-0.40. (Portugal, p. 176). Así mismo, por la alta reactividad de este aditivo mineral, con bajas dosificaciones ya se obtienen grandes resultados, por ejemplo, el Dr. Portugal obtuvo una resistencia a la compresión de 789.20 kg/cm² a los 28 días de curado con una incorporación de microsílíce al 5% respecto al peso del cemento (p. 175), por su parte, Medina Daniel (2019), con una dosificación de microsílíce del 5% obtuvo una resistencia a la compresión de 737 kg/cm² a los 28 días de curado.

Así mismo, la empresa Sika^R en su ficha técnica para su producto Sika Fume (nombre comercial del Microsílíce para Perú) recomienda dosificaciones del 5 al

10% respecto al peso del cemento para obtener resultados satisfactorios (Sika^R, Ficha técnica - Sika Fume, 2019). Por otra parte, una resistencia a la compresión alrededor de los 700kg/cm² cubre los requerimientos estructurales de una edificación de diseño apertado de 2 niveles como es el caso de la presente edificación, pues Huayllani Pier (2019) con un concreto de f'c = 210 kg/cm² cuyo ensayo a compresión a los 28 días de curado fue de 237 kg/cm² diseñó un centro educativo de 5 pisos cubriendo los requerimientos mínimos estructurales en dicha investigación, concluyendo que dicha estructura es segura según las recomendaciones de la norma E.030. (p. 4, 73).

DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DEL COLEGIO SHUJI KITAMURA

El objetivo del análisis estático de una estructura es determinar el impacto de la fuerza sísmica estática sobre la estructura, esta fuerza se acentúa en la base de toda estructura, por ende, esta carga producirá una fuerza cortante sobre la base de la estructura. Según la norma E.030 en su artículo 28, la fuerza cortante basal “V” según las características de cada estructura se halla con la siguiente fórmula:

$$V_{est} = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times P$$

Tabla 10: Factores necesario análisis estático

Factor	Z	U	C	S	R	P
Características	Zona 4	Cat. A	T < T _P	Suelo duro	Pórtico	Peso edificio
Valor	Z = 0.45	U=1.5	C = 2.5	S = 1	R=8	426.82 tonf

Fuente: Elaboración propia

El factor Z asignado fue 0.45 por tratarse de un proyecto ubicado en la costa peruana, por ende, se ubica en la zona 4, según las consideraciones de la norma E.030 en su Art. 10. El factor de uso “U” fue de 1.5 por tratarse de una edificación para Centro Educativo, por otra parte, el factor “C” o factor de amplificación sísmica fue de 2.5 debido a que el periodo fundamental de la estructura es menor que el

periodo de Plataforma, art. 14 - E.030. Se asignó un factor “S” o perfil de suelo igual a 1 debido al estudio de suelo elaborada por el MINEDU para el colegio Shuji Kitamura, dichas especificaciones se encuentra en el anexo. El coeficiente reducción asignado “R” fue igual a 8, por tratarse de una estructura aporticada de concreto armado, el peso del edificio “P” según el artículo 26 de la norma E.030 para edificaciones categoría A y B se considera la carga muerta más un 50% de la carga viva, obteniendo así 426.82.18 toneladas fuerza.

Resultado de análisis estático Colegio Shuji Kitamura

Tabla 11: Fuerza cortante basal – Resultante análisis estático

Fuerza Cortante estática	Fórmula	Eje-x (tonf)	Eje-y (tonf)
V _x	$V_{est} = \frac{Z.U.C.S}{R} \times P$	90.03	0
V _y		0	90.03
T (periodo fundamental)	Cálculo	0.195	0.213

Fuente: Elaboración propia

La fuerza cortante basal obtenida fue de 90.03 toneladas fuerza, dicho resultado es idéntico para ambas direcciones debido a que los periodos fundamentales ($T_x=0.195$, $T_y=0.213$, detalles en los anexos), en las direcciones x-y son menores que el periodo de plataforma $T_P = 0.4$. Y tal como indica la norma E.030 Art. 14:

$$T < T_P \longrightarrow C=2.5$$

En la presente investigación:

$$T_x, T_y < T_P \longrightarrow C_x=2.5, C_y=2.5$$

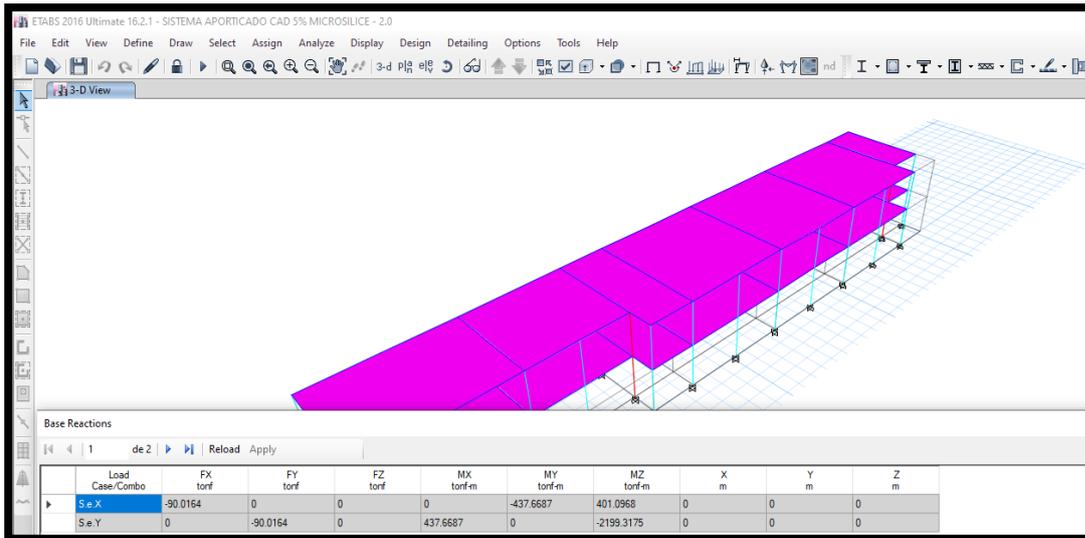


Figura 2. Verificación de la cortante estática con el software ETABS

DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS DINÁMICO DEL COLEGIO SHUJI KITAMURA

Tabla 12: Espectro de aceleraciones

		X	Y
T	C	$S_a=(ZUCS/R)*g$	$S_a=(ZUCS/R)*g$
0.0000	2.5000	2.0693	2.0693
0.0500	2.5000	2.0693	2.0693
0.0600	2.5000	2.0693	2.0693
0.0700	2.5000	2.0693	2.0693
0.0800	2.5000	2.0693	2.0693
0.0900	2.5000	2.0693	2.0693
0.1000	2.5000	2.0693	2.0693
0.2000	2.5000	2.0693	2.0693
0.3000	2.5000	2.0693	2.0693
0.4000	2.5000	2.0693	2.0693
0.5000	2.0000	1.6554	1.6554
0.6000	1.6667	1.3795	1.3795
0.7000	1.4286	1.1825	1.1825
0.8000	1.2500	1.0346	1.0346
0.9000	1.1111	0.9197	0.9197

1.0000	1.0000	0.8277	0.8277
2.0000	0.5000	0.4139	0.4139
3.0000	0.2778	0.2299	0.2299
4.0000	0.1563	0.1293	0.1293
5.0000	0.1000	0.0828	0.0828
6.0000	0.0694	0.0575	0.0575
7.0000	0.0510	0.0422	0.0422
8.0000	0.0391	0.0323	0.0323
9.0000	0.0309	0.0255	0.0255
10.0000	0.0250	0.0207	0.0207

Fuente: Elaboración propia

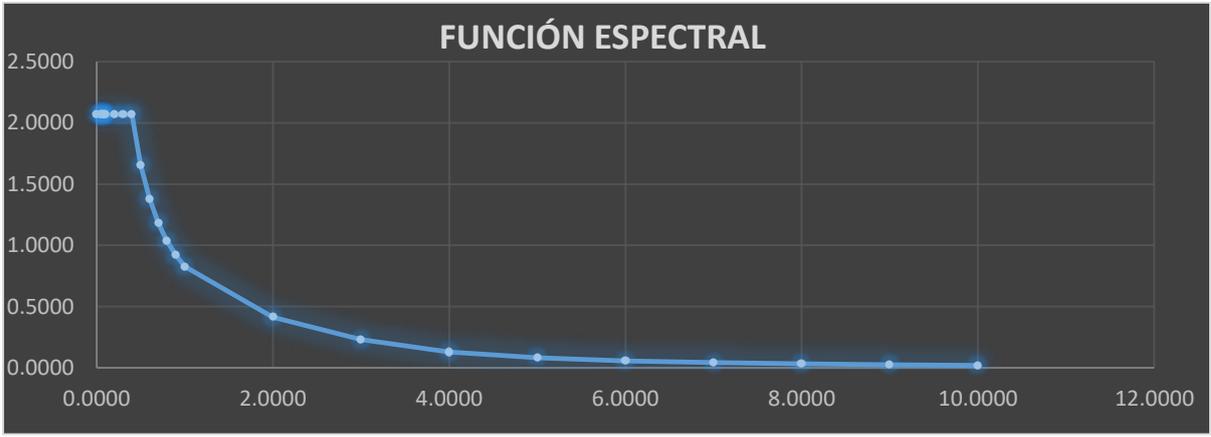


Figura 3. Gráfico del espectro de aceleraciones elaboradas

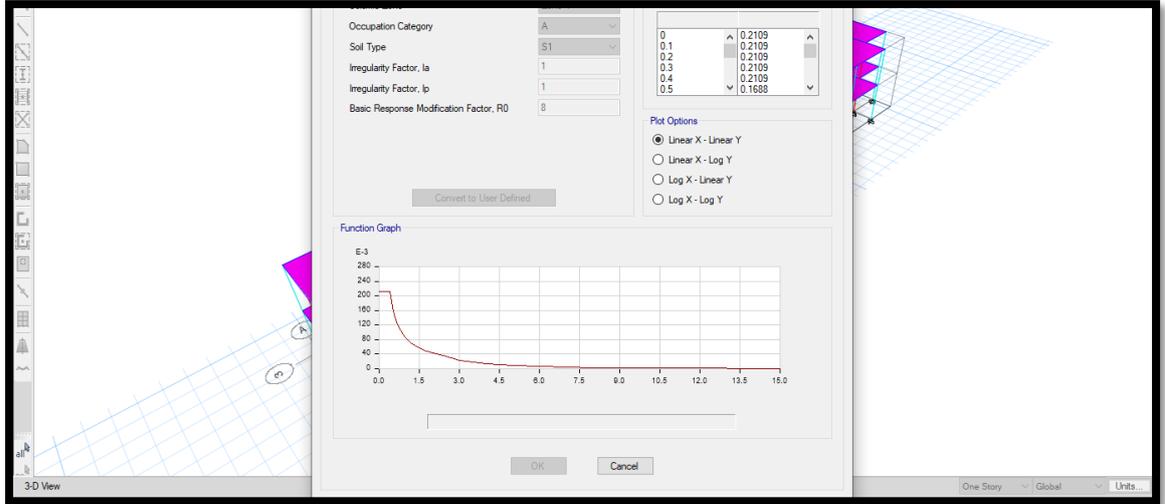


Figura 4. Verificación del espectro de aceleraciones mediante software ETABS

Resultado análisis dinámico

Tabla 13: Fuerza cortante dinámica direcciones X, Y

Fuerza Cortante dinámica	Eje-x (tonf)	Eje-y (tonf)
SD_x (Max)	79.91	0.61
SD_y (Max)	0.61	77.16

Fuente: Elaboración propia

La cortante dinámica en la base según el cálculo elaborado en ETABS fue de $SD_x=79.91$ toneladas fuerza y $SD_y=77.16$, debido a que se ingresó un rango de valores para los periodos de 0 a 10, según la tabla de espectro de aceleraciones mostradas, se obtuvo un variado rango de cortantes dinámicos, para la presente investigación nos interesó trabajar con la máxima cortante dinámica en ambas direcciones para asegurar la seguridad estructural de la presente investigación.

DISEÑO DEL SISTEMA APORTICADO DEL COLEGIO SHUJI KITAMURA CON CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO

Diseño vigas colegio Shuji Kitamura

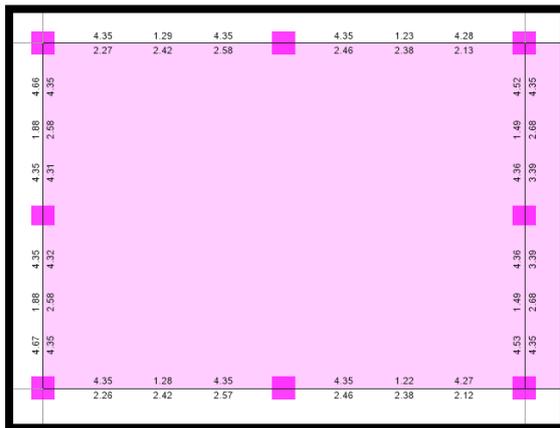
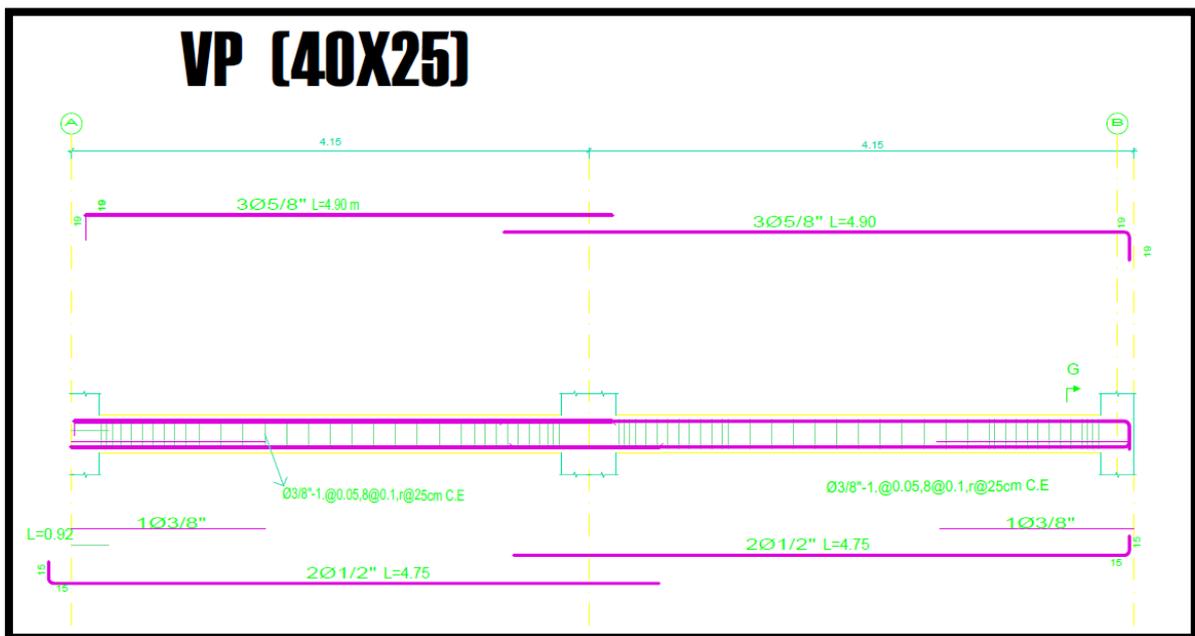


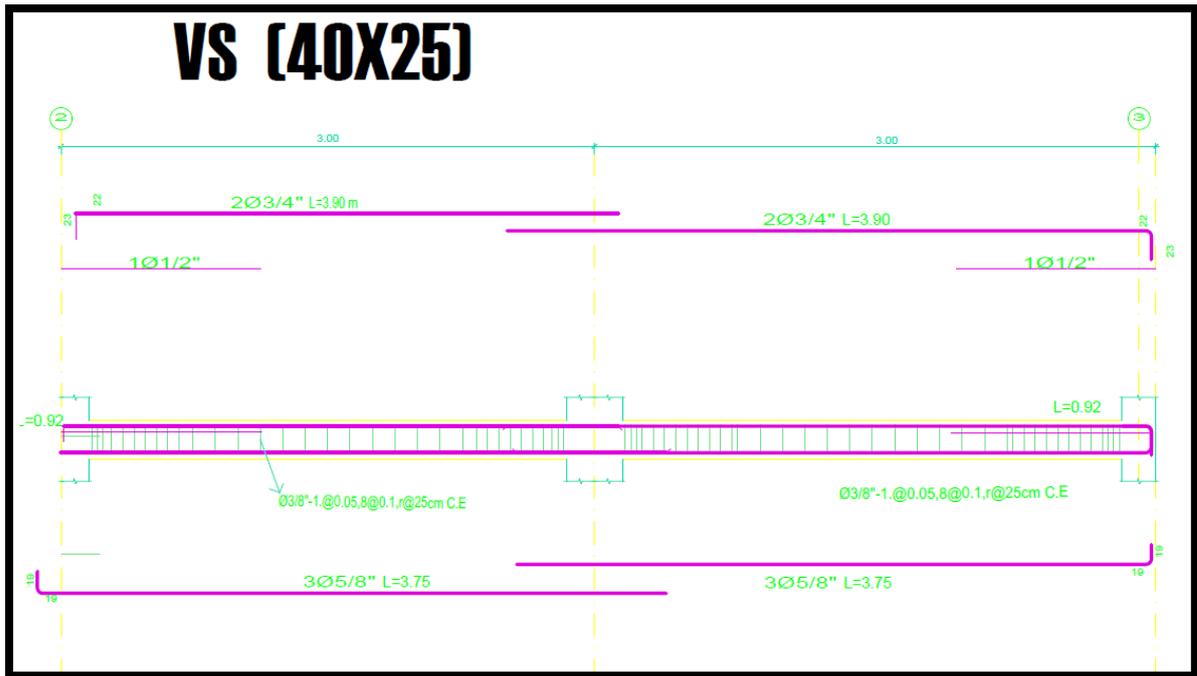
Figura 5. Requerimiento de acero Vigas Colegio Shuji Kitamura -ETABS

Tabla 14: Especificaciones de vigas colegio Shuji Kitamura

EJES	VIGAS (40x25)		
	Acero (cm ²)	# barras	L _D
Eje 1,2,3	Sup. 4.35	2Ø ½"	Ø 5/8"
		1Ø 5/8"	
Eje A-H	Sup. 5.06	2Ø 5/8"	Gancho L _a : 19 cm Doblez: 19 cm Ø ½"
		1Ø ½"	
Eje A-H	Inf. 4.35	2Ø ½"	Gancho L _a : 15 cm Doblez: 15 cm
		1Ø 5/8"	

Fuente: Elaboración propia





Diseño columnas colegio Shuji Kitamura

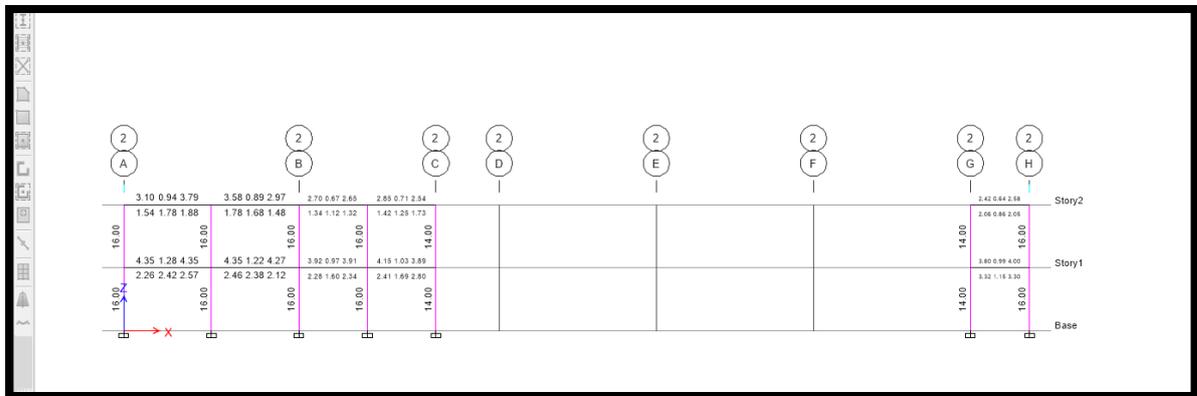
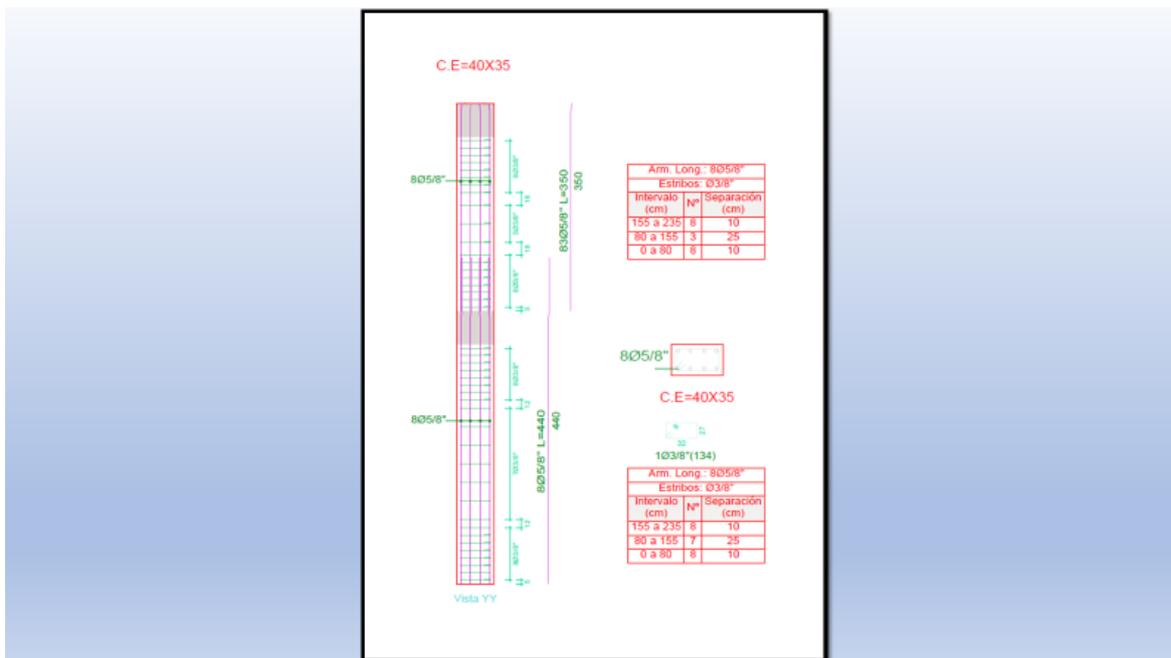


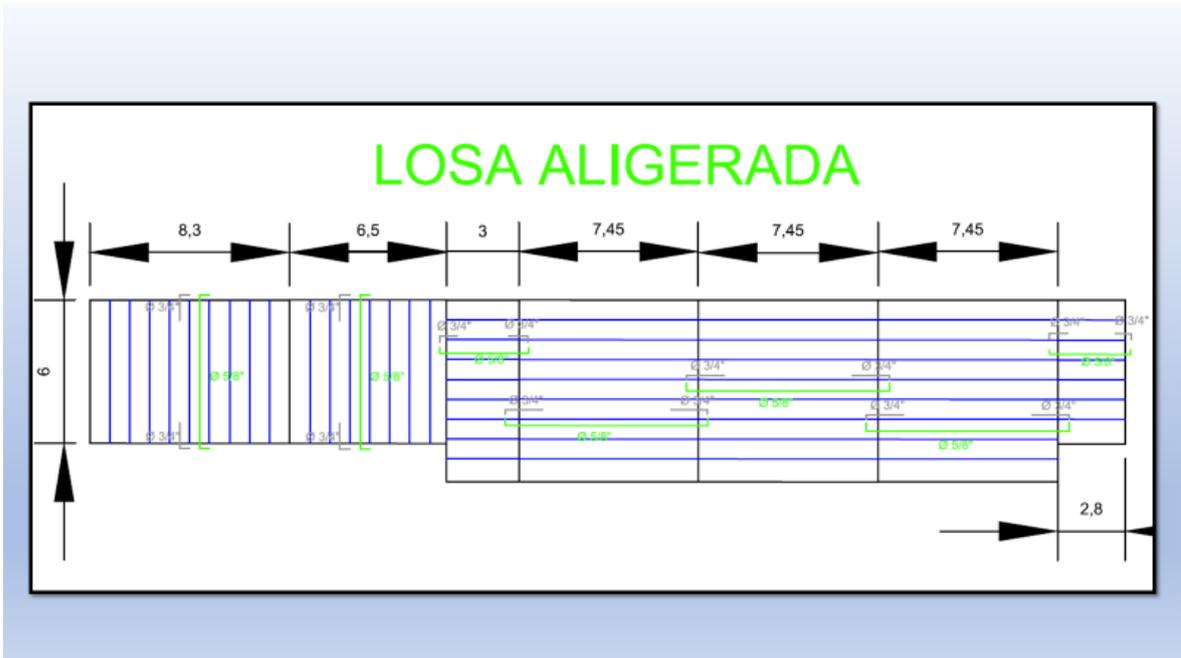
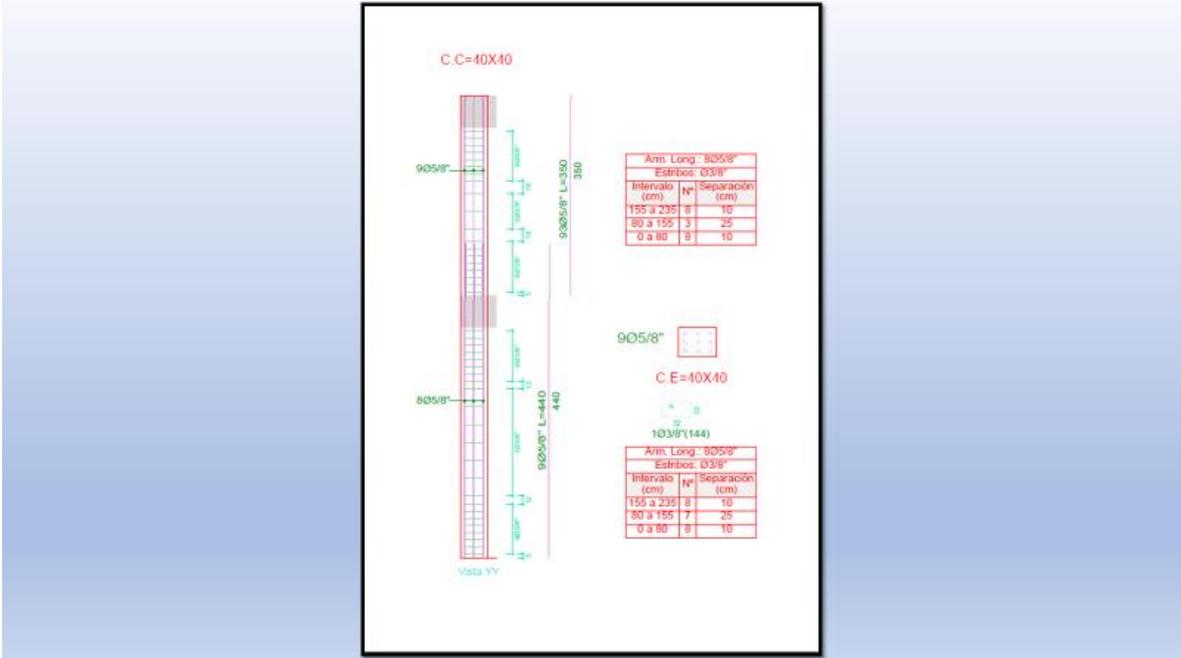
Figura 6. Requerimientos de acero columna Eje 2 - ETABS

Tabla 15: Especificaciones de columnas colegio Shuji Kitamura.

TIPO	COLUMNA	
	Acero (cm ²)	# barras
C.CENTRADA	16	9Ø 5/8"
C. ESQUINADA - EXCÉNTRICA	14	8Ø 5/8"

Fuente: Elaboración propia





V. DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presenta la comparación de resultados de la investigación con la de las fuentes consultadas, se explica la diferencias y semejanzas, así mismo hacer mención que las tesis y artículos científicos consultados guardan relación en el diseño de mezcla para poder hacer una comparación acertada y consistente:

Los resultados del presente estudio respecto a las características estructurales del diseño aportado del colegio Shuji Kitamura, revelaron que para un concreto de alto desempeño con incorporación de microsilíce al 5% respecto al peso del cemento, da una resistencia a la compresión de 736.9 kg/cm², se obtuvo también que la máxima resistencia a la compresión fue de 863.8 cuando la dosificación de microsilíce era de 10.8% respecto al peso del cemento, los que fueron semejantes a los resultados de Medina Daniel (2019) quien obtuvo un concreto de alto desempeño con incorporación de microsilíce al 5% con una resistencia a la compresión de 737 kg/cm² a los 28 días de curado, los resultados fueron semejantes porque en la elaboración del modelo matemático se precisó en que las consideraciones para la elaboración de mezcla fuesen similares, es decir, alrededor de 3% de superplastificantes, una relación agua-cemento inferior a 0.35 y microsilíce con una densidad alrededor de 0.65 kg/l. Medina Daniel (2019) utilizó 3% de superplastificantes respecto al peso del cemento y una relación agua cemento de 0.30.

Los resultados del presente estudio respecto a la dosificación de microsilíce óptima frente a la resistencia a la compresión obtenida, fueron diferentes a los de J.Y. Zheng (2018), quien encontró que para 1.15% de Microsilíce respecto al peso del cemento se obtuvo una resistencia a la compresión de 613 Kg/cm² a los 28 días de curado, debido a que en su trabajo de investigación se usaron microsilíce en diferentes presentaciones o tamaños, es decir, se usó microsilíce y nanosilíce, lo que se buscaba en este estudio era demostrar también la interacción del microsilíce y nanosilíce y la influencia que ejercían sobre el concreto, si bien ambos son del mismo material, el tamaño de las partículas influyen en la mezcla, al crear concretos más compactos y por ende, de diferente

asimilación frente a las cargas. Así mismo, se debe mencionar que la nano sílice contribuye en la reducción del contenido de aire del concreto en estado endurecido, debido a que es un material más fino, dando como resultado un concreto más macizo. Por otra parte, en su estudio se enfocó en analizar la influencia de la microsíllice en dosificaciones bajas apuntando a crear un concreto de alto desempeño más económico.

Los resultados fueron similares a los de Luis García (2018) debido a que en su estudio de ensayos de resistencia a la compresión, se obtuvo una resistencia de 787 kg/cm² con una incorporación de microsíllice al 6%, comparados con los del presente estudio, por interpolación se concluye que los resultados fueron similares, aumentando de tal manera la resistencia a la compresión. Luis García (2018) utilizó un concreto con superplastificantes al 1.2% y una relación agua-cemento en la mayoría de sus mezclas de alrededor de 0.30, por ende, la semejanza de resultados obtenidos a los de la presente investigación es apreciable. Es preciso mencionar que en dicho estudio la resistencia a la compresión obtenida se logró a los 28 días de curado, dato adicional que explica también la semejanza en los resultados. Luis García (2018) realizó un estudio también con el concreto de alto desempeño con una dosificación de Microsíllice al 4%, obteniendo una resistencia a la compresión de 692 Kg/cm²

Los resultados respecto a las características estructurales del diseño aportado con el concreto de alto desempeño fueron diferentes a los de Pablo Portugal quien obtuvo un concreto de alto desempeño con incorporación de microsíllice al 5% con una resistencia a la compresión de 780 kg/cm² a los 28 días de curado, los resultados fueron diferentes porque en la elaboración del modelo matemático se precisó en que las consideraciones para la elaboración de mezcla fuesen similares, es decir, alrededor de 3% de superplastificantes, una relación agua-cemento inferior a 0.35 y microsíllice con una densidad alrededor de 0.65 kg/l. Pablo Portugal utilizó 1% de superplastificantes respecto al peso del cemento y una relación agua cemento de 0.25, si bien Pablo Portugal se ajusta a las consideraciones técnicas establecidas, se observa que utilizado un porcentaje mínimo de superplastificantes y bajo contenido agua-cemento,

dichas características dotaron al concreto de una mayor compactación en su estado endurecido dando como consecuencia una mayor resistencia a la compresión.

Respecto al análisis estático del centro educativo Shuji Kitamura, los resultados del presente estudio revelaron que la fuerza cortante total que actúa sobre la base fue de 90.74 toneladas fuerza, los que fueron diferentes a los de Huayllani Pier (2019) quien encontró que el análisis estático para un centro educativo de concreto armado da como resultado una fuerza cortante basal de 350 toneladas fuerza en las direcciones X, Y. Los resultados fueron diferentes debido a que Huayllani Pier (2019) consideró un coeficiente de reducción igual a 6 para edificaciones de muros estructurales y la presente investigación uso un coeficiente de reducción igual a 8 para sistemas aporticados.

Respecto al análisis dinámico del centro educativo Shuji Kitamura, los resultados del presente estudio revelaron que la fuerza cortante máximas fueron las siguientes; cortante dinámica máxima en la dirección X igual a 79.91 toneladas fuerza, cortante dinámica máxima en la dirección Y igual a 77.15 toneladas fuerza, los que fueron diferentes a los de Huayllani Pier (2019) quien encontró que la cortante dinámica máxima en la dirección X fue igual a 242.2 toneladas fuerza, cortante dinámica máxima en la dirección Y fue igual a 241 toneladas fuerza. Los resultados fueron diferentes debido a que Huayllani Pier (2019) consideró un coeficiente de reducción igual a 6 para edificaciones de muros estructurales y la presente investigación uso un coeficiente de reducción igual a 8 para sistemas aporticados.

Respecto al diseño del sistema aporticado del colegio Shuji Kitamura con concreto de alto desempeño con incorporación de microsílíce, los resultados del presente estudio revelaron que tendrá las siguientes características: columnas centradas de 40 x 40 cm cuyo requerimiento de acero estará cubierto por 9 barras de acero de 5/8", para la columna esquinada – excéntrica sus

dimensiones será de 40 x 35 cm con un requerimiento de acero de 8 barras de 5/8", respecto a las vigas sus dimensiones será 40 x 25 cm y su longitud de desarrollo estará conformada por el tipo gancho con una longitud de anclaje de 19 cm y un dobléz de 19 cm, los que fueron diferentes a Huayllani Pier (2019) quien encontró que sus vigas serían de 30x60 cm con requerimiento de acero de 4 barras de acero de 1" distribuidas de 2 en 2 superior e inferior y una barra de 3/4" en la parte superior. Los resultados fueron diferentes debido a que la variación en las cargas muertas de dicho estudio y el presente estudio determinaron básicamente los requerimientos de acero, dicha variación en la carga muerta de la presente investigación y la de Huayllani Pier (2019), se aprecia también en la diferencia de las características de los elementos estructurales.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación fueron las siguientes:

1. Respecto a las características estructurales del diseño aporticado con el concreto de alto desempeño, se concluye que el material a utilizar es de 763.9 kg/cm² con una incorporación de microsílíce al 5%.
2. Respecto al análisis estático del diseño aporticado con el concreto de alto desempeño, se concluye que la fuerza cortante actuante en la base es 90.02 Toneladas Fuerza en las direcciones X, Y.
3. Respecto al análisis dinámico del diseño aporticado con el concreto de alto desempeño, se concluye que la fuerza cortante actuante en la dirección X es igual a 79.9 Toneladas Fuerza y en la dirección Y es de 77.16 Toneladas Fuerza.
4. Se concluye que el diseño aporticado para el colegio Shuji Kitamura con concreto de alto desempeño tendrá las siguientes características: columnas centradas de 40 x 40 cm cuyo requerimiento de acero estará cubierto por 9 barras de acero de 5/8", para la columna esquinada – excéntrica sus dimensiones será de 40 x 35 cm con un requerimiento de acero de 8 barras de 5/8", respecto a las vigas sus dimensiones será 40 x 25 cm y su longitud de desarrollo estará conformada por el tipo gancho con una longitud de anclaje de 19 cm y un dobléz de 19 cm.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes.

1. Se recomienda elaborar el concreto de alto desempeño con una incorporación de Microsílice del 5 al 10% respecto al peso del cemento para incrementar la resistencia a la compresión de los elementos estructurales.
2. Se recomienda elaborar el espectro de aceleraciones manualmente para entender de manera correcta el análisis respecto a los diferentes periodos asignados.
3. Se recomienda seguir las recomendaciones de la Norma E 0.60 para analizar la estructura con las cargas correctamente ordenadas y evitar errores en el cálculo.
4. Se recomienda verificar la irregularidad de la estructura para obtener un coeficiente de reducción correcto y evitar futuros fallos en la estructura.

REFERENCIAS

1. AGÜERO, R. [et al] Experimental study of concrete mixtures to produce UHPRC using sustainable brazilians materials. [on-line]. Aug 2019, vol. 12 n° 4. [Consultation date: October 5, 2019].

Disponibile en: <https://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952019000400004>

ISSN: 1983-4195

OVIEDO, H y CAMPOS, A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea]. 2005, XXXIV (4), 572-580[fecha de Consulta 14 de Mayo de 2020]. ISSN: 0034-7450. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>

2. AKASAKI, J. [et al] Evaluación del concepto de madurez en el hormigón con adición de cenizas de cascarilla de arroz. [en línea]. Dic 2016, vol. 31 n° 3. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019].

Disponibile en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732016000300003>

ISSN: 0718-5073

3. ALTEMAN, D. [et al] Evaluation of coal fly ash in cementitious matrices. [on-line]. Dec 2017, vol. 10 n° 6. [Consultation date: October 30, 2019]

Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952017000600009>

ISSN: 1983-4195

4. American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. Standards for educational and psychological testing. 2014. Washington, DC: American Educational Research Association.

5. ARRIETA, Ronald y MEDINA, Daniel. Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019.

Disponibile en: en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14552/ARRIETA_ZAPATA RONALD OPTIMIZACION DISEÑO MEZCLAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. AZAR, Gabriela y SILAR, Mario. Metodología de investigación y técnicas para la elaboración de tesis. 2.ª ed. Madrid: Editorial Hispana Libros, 2006, 254 pp.

ISBN: 84-934374-1-7

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación - Serie integral por competencias [en línea]. 2.^a ed. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2014 [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

ISBN: 978-607-744-003-1

7. BAEZA, F. [et al] Valorización de cenizas de lodo de depuradora como componente de hormigones prefabricados. [en línea]. Abr 2015, vol. 5 n° 1. [Fecha de consulta: 24 de octubre del 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-6835201500010005&lang=es

ISSN: 2007-6835

8. BENAVIDES, Ricardo. Concreto de Alto Desempeño. Tesis (Posgrado en Ingeniería Civil) Bogotá. Escuela colombiana de Ingeniería, 2014.

Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/189/1/Benavides%20Chamorro%2C%20Ricardo%20Javier%20-%202015.pdf>

9. BRAZ, Gustavo. [et al] Mechanical properties and microstructure of high performance concrete containing stabilized nano-silica. [on-line]. Jun 2017, vol. 22 n° 2. [Consultation date: October 30, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620170002.0156>

ISSN: 1517-7076

10. BUTTIGNOL, T. [et al] Ultra High-Performance Fiber-Reinforced Concrete (UHPRFC): a review of material properties and design procedures. [on-line]. Aug 2017, vol. 10 n° 4. [Consultation date: October 5, 2019].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952017000400011>

ISSN: 1983-4195

11. CAMARA W. Standards for Educational and Psychological Testing. [Public briefing]. 2014 Historical Notes.

Disponible:

http://www.aera.net/Portals/38/docs/Outreach/Standards_Hill_Briefing_Slides_FINAL.pdf?timestamp=1410876719244

12. CAMARGO, Nelson e HIGUERA, Carlos. Concreto hidráulico modificado con sílice obtenida de la cascarilla de arroz. [en línea]. Jun 2017, vol. 27 n° 1. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2019].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.18359/rcin.1907>

ISSN: 0124-8170

13. CÁRDENAS, Jhon. [et al] Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento portland – ceniza volante – escoria de alto horno). [en línea]. Dic 2016, vol. 36 n° 2. [Fecha de consulta: 23 de octubre de 2019].

Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522016000200009&lang=es

ISSN: 0255-6952

14. CANUL, Jennifer. Uso de aditivos químicos para mejorar la durabilidad de concretos de alto desempeño con humo de sílice. Tesis (Grado de Maestría en ciencias con orientación en materiales de construcción). Toluca. Universidad Autónoma de Nuevo León, 2017.

Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/14376/1/1080245237.pdf>

15. COCCIA, Mario. Competition between Basic and Applied Research in the Organizational Behaviour of Public Research Labs [on-line]. July 2018, vol. 5, n° 2. [Consultation date: October 29, 2019].

Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3219140

ISSN: 2149-2379

16. CRUZ, Shirley. Concreto de alto desempeño con reemplazo parcial del cemento por microsílíce utilizando aditivo superplastificante en la región de puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1468>

17. DE ANDRADE, Clarice. [et al] Composite for building from industrial waste. [on-line] Jun 2016, vol. 21 n° 2. [Consultation date: October 22, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620160002.0031>

ISSN: 1517-7076

18. DE JESÚS, María. [et al] Effect of the incorporation of aggregates with high sulfide content on the mechanical and microstructural properties of concrete with slag cement. [on-line]. Aug 2017, vol. 22 n° 3. [Consultation date: October 4, 2019].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620170003.0185>

ISSN: 1517-7076

19. DE LA CRUZ, Fernando. Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño para $f'c$ 550kg/cm², utilizando cenizas de carbón y aditivos superplastificante y retardante de fragua. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Civil). Arequipa. Universidad Católica de Santa María, 2015.

Disponible en:
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/2140/45.0142.IC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

20. DEL CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. Investigación. Fundamentos y metodología [en línea]. 2.^a ed. México: Pearson Educación, 2011 [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2019].

Disponible en:
<https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>

ISBN: 978-607-442-705-9

21. FUENTES, María [et al] Molienda mecánica por alta energía de minerales mexicanos para producir concreto de alto desempeño (CAD). [en línea]. Dic 2014, vol. 29, nº 3. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019].

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000300003&lang=es

ISSN: 0718-5073

22. GARCÍA, Luis. Concreto de alto desempeño utilizando hormigón con adición de microsílíce y superplastificante en la ciudad de Huancayo. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Civil). Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018.

Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4908/Garcia%20Kriete.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

23. MINEDU. Guía de diseño de espacios educativos. Ministerio de educación Gobierno del Perú. 2015.

24. GONZÁLES, Eduardo. [et al] Assessment of the influence of the effective wáter-cement ratio on the workability and strenght of a comercial concrete used for the

construction of concrete caissons. [on-line]. Aug 2018, vol. 17 n° 2. [Consultation date: October 30, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.2.231>

ISSN: 0718-915X

25. GRAUPMANN, Olaf. [et al] Analysis of the compressive strenght of concrete with addition of ash from landfill. [on-line]. Jun 2019, vol. 24 n° 2. [Consultation date: October 29, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620190002.0663>

ISSN: 1517-7076

26. HENRIQUE, Marcelo [et al] Portland cement composites with carbón nanotubes (CNT) addition: Properties in freshly state and compressive strenght. [on-line]. Mar 2015, vol. 20 n° 1. [Consultation date: October 28, 2019]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150001.0014>

ISSN: 1517-7076

27. HENRIQUE, Matheus. [et al] Evaluation of mechanical properties of sealing mortar with partial replacement of portland cement by Stone crusher waste. [on-line]. Sep 2019, vol. 22 n° 1. [Consultation date: October 17, 2019]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-55373-mr-2018-0868>

ISSN: 1980-5373

28. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 5.ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2014. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2019].

Disponible en:

https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

ISBN: 978-607-15-0291-9

29. HUAPAYA, R. (2017). Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal. (Tesis de Título). Recuperada de

<http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1305/TESIS%20-%20HUAPAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

30. HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, Germán. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. [en línea]. Jun 2018, vol. 20, n°2. [Fecha de consulta: 5 de octubre de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>

ISSN: 23132957

31. IRASSAR, E.F. [et al] Hidratación y propiedades de cemento ternarios con filler calcáreo y escoria. [en línea] Ago 2015, vol. 5 n° 2. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000200084&lang=es

ISSN: 2007-6835

32. ISLAM, Aminul. Mix Design of High-performance Concrete. [on-line]. Nov 2011, vol. 14 n° 4. [Consultation date: September 18, 2019].

Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392011000400001&lang=es

33. IZQUIERDO, I. [et al] Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. [en línea]. Dic 2018, vol. 33 n° 3. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300229>

ISSN: 0718-5073

34. LETELIER, Viviana. [et al] Utilización de metodologías para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural fabricado con áridos reciclados. [en línea]. Jun 2019, vol. 10 n° 19. [Fecha de consulta: 31 de octubre del 2019]

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652014000100010&lang=es

ISSN: 1794-9165

35. LIZARAZO, Juan y LÓPEZ, Lucio. Effect of silica fume addition on the chloride-related transport properties of high-performance concrete. [on-line]. Feb 2012, vol. 79, n° 171. [Consultation date: September 24, 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532012000100013&lang=es

ISSN: 0012-7353

36. LLORENS, A. [et al] Sensores para la Determinación de la Durabilidad de Construcciones de Hormigón Armado. [en línea]. Abr 2019, vol. 34 n° 1. [Fecha de consulta: 1 de octubre de 2019].

Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100081&lang=es#aff1

37. LOPES, S.H. [et al] Elección del tipo de cemento capaz de proteger al concreto de la corrosión de las armaduras sobre la acción de iones cloruros a través del análisis jerárquico. [en línea] Dic 2015, vol. 5 n° 3. [Fecha de consulta: 22 de octubre del 2019]

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352015000300174&lang=es

ISSN: 2007-6835

38. MENDEZ, M. [et al] Effects of nano-silica on mechanical performance and microstructure of ultra-high performance concrete. [on-line]. Jul 2017, vol. 63 n° 367. [Consultation date: October 4, 2019].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633672037>

ISSN: 1678-4553

39. MITTRI, S.H.M. [et al] Assessment of the pozzolanic activity of ornamental stone waste after heat treatment and its effect on the mechanical properties of concretes. [on-line]. Dec 2018, vol. 11 n° 6. [Consultation date: October 30, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952018000600004>

ISSN: 1983-4195

40. MOHAMAD, Gihad. [et al] A combination method for evaluation of the concrete strength. [on-line]. Mar 2015, vol 20 n° 1. [Consultation date: October 23, 2019]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620150001.0011>

ISSN: 1517-7076

41. MORENO, Eric. [et al] Tensile strength of concrete with high absorption limestone aggregate. [on-line]. Dec 2016, vol. 8 n° 1. [Consultation date: October 26, 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112016000200035&lang=es

ISSN: 2007-3011

42. NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación - Diseño y ejecución [en línea]. 2.^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
ISBN: 978-958-8675-94-7
43. NIÑO, W. (2013). Caracterización mecánica y de durabilidad de concretos de alto desempeño. (Tesis de Maestría). Recuperada de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15569/NinoSandovalWernerAdolfo2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
44. OLIVEIRA, Carolina [et al] Impact of particle packing concept on dosage of high performance concrete. [on-line]. Mar 2018, vol. 23 n° 1. [Consultation date: October 3, 2019].
Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000100417&lang=es
ISSN: 1517-7076
45. PAULO, Ricardo. [et al] Influence of the use of fly ash on the adiabatic heat evolution and compressive strenght of concretes. [on-line]. Jun 2019, vol. 24 n° 2. [Consultation date: October 29, 2019].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620190002.0674>
ISSN: 1517-7076
46. PERLES, Pedro. Tema de estructuras especiales. Editorial NOBUKO. 2016. 2° edición.
ISBN: 9789587625486
47. PORTUGAL, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. [en línea]. Jun 2007, vol. 1, n° 1. [Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2019].
Disponible en: http://www.mediafire.com/download/uwlo1qn8m7s4zhs/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_DE_ALTO_DESEMPEN%CC%83O.pdf

48. PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica [en línea]. Agosto – septiembre 2015, vol. 31, nº 1. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019].

Disponible en:

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/20167/20092>

ISSN: 1012-158

49. QUINTERO, Luz. [et al] Efecto del contenido de agua sobre la resistencia y la velocidad de pulso ultrasónico del concreto. [en línea]. Dic 2014, vol. 18 nº 42. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000400009&lang=es

ISSN: 0123-921X

50. ROBAYO, Rafael. [et al] Obtención de un concreto autocompactante empleando adiciones de escoria de carbón finamente molida. [en línea] Jun 2016, vol. 34 nº 1. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-346612016000100002&lang=es

ISSN: 2145-9371

50. ROBERTS, Kate, DOWELL, Antony and NIE, Jing-Bao. Attempting rigour and replicability in thematic analysis of qualitative research data; a case study of codebook development [on-line]. December 2019, vol. 19, nº 1. [Consultation date: October 25, 2019].

Disponible: https://www.researchgate.net/publication/332059787_Attempting_rigour_and_replicability_in_thematic_analysis_of_qualitative_research_data_A_case_study_of_codebook_development

ISSN: 1471-2288

51. ROLDÁN, Walter y SOTO, Julio. Technical evaluation of block masonry with pozzolanic additions. [on-line]. Dec 2018, vol. 1 nº 24. [Consultation date: October 30, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-28132018000200013>

ISSN: 0718-2813

52. SANCHEZ, Carol. Estudio experimental del empleo de diatomita en la producción de concreto de alto desempeño. Tesis. (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2012.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/273578>

53. SALAS, A. [et al] Developing high-performance concrete incorporating highly-reactive rice husk ash. [on-line]. Aug 2013, vol. 33, n° 2. [Consultation date: October 5, 2019].

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000200009&lang=es

ISSN: 0120-5609

54. SILVA, Fabiana [et al]. The use of tire rubber in the production of high-performance concrete. [on-line]. Jan 2019, vol. 65. [Consultation date: October 01, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-6913201965S12598>

ISSN: 1678-4553

55. SILVA, M. G. [et al] Influence of service life, strength and cement type on life cycle environmental performance of concrete. [on-line]. Dec 2013, vol. 6 n° 6. [Consultation date: October 31, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952013000600002>

ISSN: 1983-4195

56. SOTO, Indara y RAMALHO, Marcio. Use of residual powder obtained from organic waste to partially replace cement in concrete. [on-line] Feb 2016, vol. 83 n° 195. [Consultation date: October 22, 2019]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v83n195.44725>

ISSN: 0012-7353

57. TERESA, Angela y DOS SANTOS, Ricardo. The effect of ceramic waste powder as active addition for concrete. [on-line]. Mar 2014, vol. 14 n° 1. [Consultation date: October 31, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212014000100010>

ISSN: 1678-8621

58. TIECHER, Francieli [et al] Evaluation of granulated foundry slag in self-compacting concrete. [on-line]. Mar 2019, vol. 19 n° 1. [Consultation date: October 30, 2019].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000100294>

ISSN: 1678-8621

59. UYSAL, Mucteba. [et al] Optimization of durability properties of concrete containing fly ash using Taguchi's approach and Anova analysis. [on-line] Dec 2018, vol. 17 n° 3. [Consultation date: October 30, 2019]

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.3.364>

ISSN: 0718-915X

Anexo 1: Declaratoria de autenticidad del (de los) autor(es)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL (DE LOS) AUTOR(ES)

Yo (Nosotros),,
alumnos de la Facultad / Escuela de Posgrado y
Escuela Profesional / Programa Académico de la Universidad
César Vallejo (filial o sede) declaro (declaramos) bajo juramento que
todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis
titulado “.....” son:

1. De mi (nuestra) autoría
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

Lugar y fecha,

.....
Apellidos y nombres del autor

DNI:

.....
Apellidos y nombres del autor

DNI:

Anexo 2: Declaratoria de autenticidad del asesor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo,,
docente de la Facultad / Escuela de Posgrado y
Escuela Profesional / Programa Académico de la Universidad
César Vallejo (filial o sede), revisor (a) del trabajo de investigación
/ tesis titulado(a):
“
.....” del (de los)
estudiante(s),
constato que la investigación tiene un índice de similitud de% verificable
en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin
filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias
detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que
corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los
documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto
en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

.....
Apellidos y nombres del (de la) docente
DNI:

Anexo 3: Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 16: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	
<p><u>INDEPENDIENTE</u> Uso del Concreto de alto desempeño</p>	<p>El concreto de alto desempeño es un compuesto con estándares elevados de calidad según las exigencias que se presenten en una construcción en particular, para asegurar la efectividad al nivel estructural y en durabilidad. Así mismo la eficiencia del concreto CAD se da porque se utilizan los materiales de manera controlada para obtener un concreto con propiedades óptimas de trabajabilidad. (Dr. Portugal, 2007, p. 16).</p>	<p>El concreto de alto desempeño será elaborado en función de su particular diseño de mezclas, así mismo, esto se evidenciará en sus dimensiones relacionadas a sus propiedades mecánicas, haciendo énfasis en la resistencia a compresión y flexión, y de durabilidad por su capacidad de resistencia a la penetración de cloruros.</p>	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	
			Diseño de Mezcla	Dosificación de Microsílice	kg (% respecto al cemento)	
<p><u>DEPENDIENTE</u> Sistema aporticado en Centros educativos</p>	<p>Los sistemas estructurales de pórticos en centros educativos son edificaciones esenciales diseñadas para soportar una acción sísmica, la mayor parte de la fuerza cortante es asimilada por las columnas, en caso de tener muros estructurales, deberán soportar una fracción de la acción sísmica, así mismo estas edificaciones deberán servir de refugio después de un desastre. (Artículo 15-16 Norma E.030, 2018).</p>	<p>El denominado sistema aporticado o de retícula, se comporta estructuralmente como la unión de elementos resistentes que forman pórticos, dirigen las múltiples cargas hacia el suelo, para su diseño es esencial analizar los esfuerzos de corte. (Perles, 2016, p. 14).</p>	Análisis Estático	Fuerza cortante basal	Ton.f (NORMA E.030)	
				Carga Muerta	Ton/m ² (NORMA E.020)	
				Carga viva	Ton/m ² (NORMA E.020)	
			Análisis Dinámico	Fuerza cortante dinámica	Ton.f (NORMA E.030)	
				Características de la estructura	Dimensiones de los elementos estructurales	m
					Número de columnas	Adimensional
Número de vigas	Adimensional					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos

Ficha de registro de datos

Microsílice Dosificación (%)	Resistencia Compresión kg/cm2-28 días
0.3	385.45
0.5	429.30
0.64	489.47
0.7	543.51
0.83	474.17
0.85	567.98
0.98	521.08
1.15	630.19
3	651.00
3.7	666.00
4	671.30
4	684.76
4	692.73
4	695.01
5	737.00
5	780.20
6	787.14
6	793.80
6	792.94
8	808.69
10	827.40
12	817.04
15	801.50
16	796.33

Fuente: Medina Daniel, Pablo Portugal, Luis García, J.Y. Zheng

Anexo 5: Procedimiento análisis de varianza ANOVA

a. Ingreso de datos recolectados al Mathcad

$ms :=$	$fc :=$
0.3	385.45
0.5	429.30
0.64	459.47
0.7	463.51
0.83	474.17
0.85	501.98
0.98	521.08
1.15	630.19
3	651
3.7	666
4	671.3
4	684.76
4	692.73
4	695.01
5	737
5	780.2
6	787.14
6	791.9
6	792.94
8	808.69
10	827.4
12	817.04
15	801.5
16	796.32

b. Asignación de variables a los datos recolectados

x: ms

y: fc

$$Y1(x1) := 426.747 + 80.634x1 - 3.719x1^2$$

c. Cálculo mediante programa Mathcad

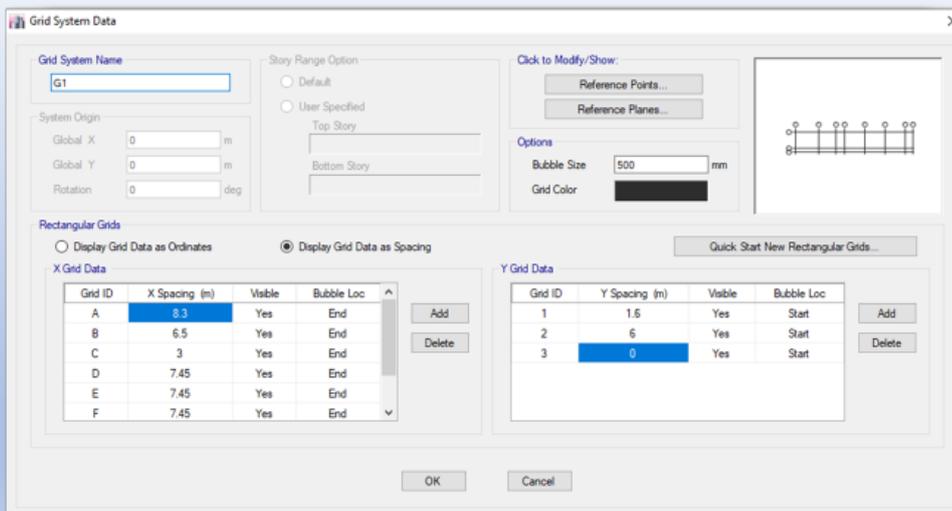
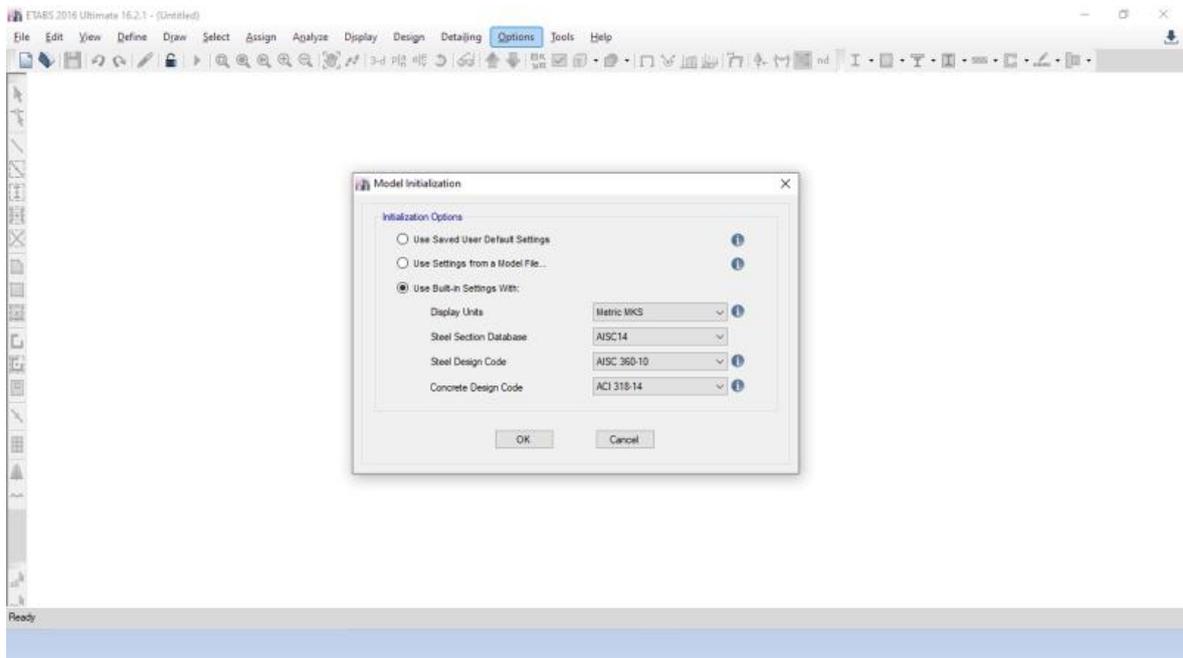
Tabla : Cálculos análisis de Varianza

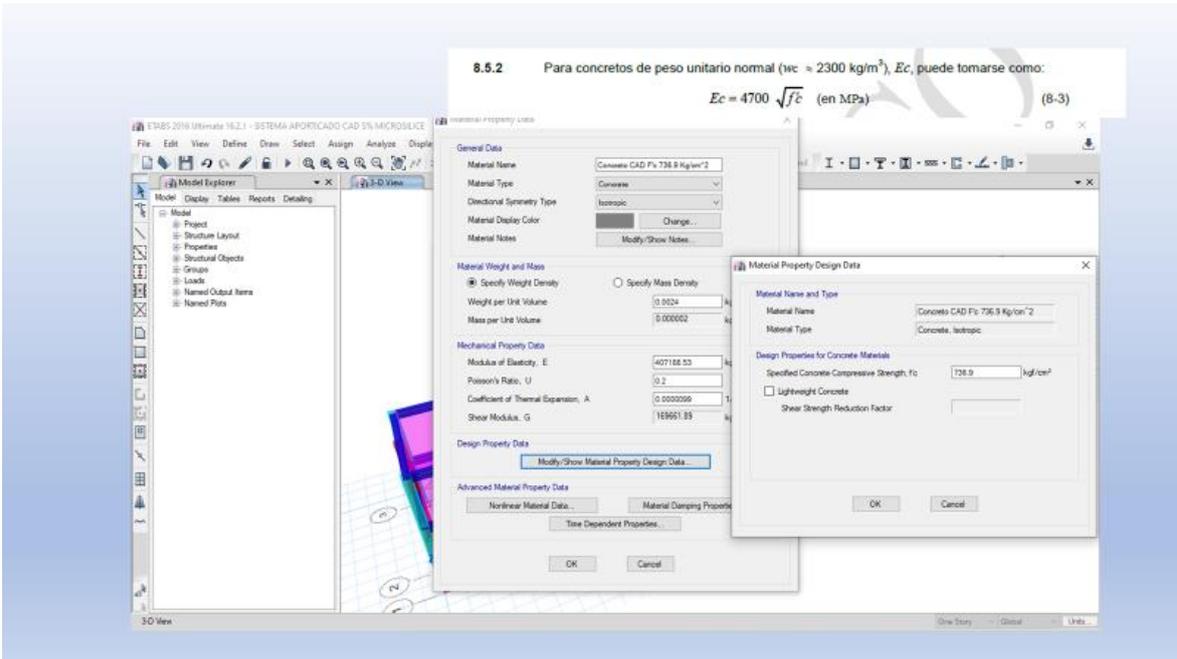
Fuente	Cálculo	Resultado
Error Total	$SST := \sum_{i=0}^{23} (y_i - \text{mean}(y))^2$	SST= 4.752 x 10 ⁵
Error Modelo	$SSreg := \sum_{i=0}^{23} \left[\left[426.747 + 80.634x_1 - 3.719(x_1)^2 \right] - \text{mean}(y) \right]^2$	SSreg= 4.472 x 10 ⁵
Error de experimento	SSe := SST – SSreg	SSe= 2.809 x 10 ⁴

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la correlación y consistencia de los datos recolectados, en el capítulo 4 **Resultados** de la presente investigación.

Anexo 6: Procedimiento Diseño estructural del Sistema Aporticado del Colegio Shuji Kitamura con concreto de alto desempeño con incorporación de Microsílice





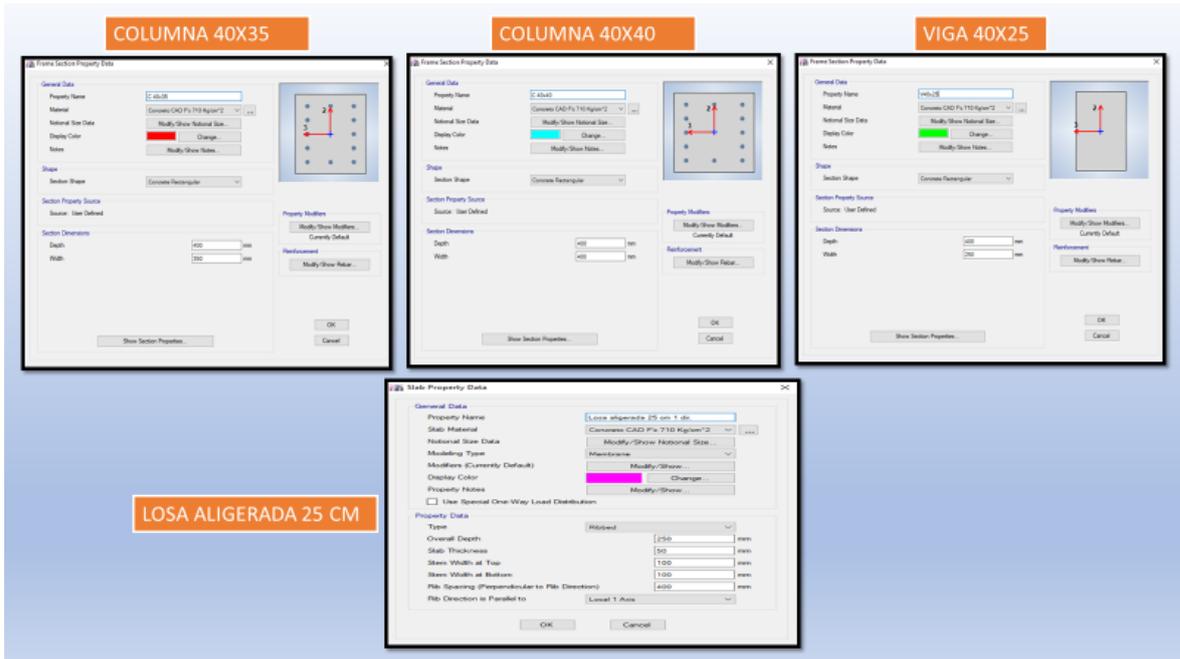
PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA ALIGERADA Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

LOSA ALIGERADA	VIGAS	COLUMNAS												
$H = \frac{L_n}{25}$ H: espesor de losa L _n : Luz L _n = 6 m H= 24 cm H → 25 cm	L: Luz libre 4.15 m b: base h: peralte h: 1/10 - 1/12(L) → <table style="display: inline-table; border: 1px solid black;"><tr><td style="padding: 2px 5px;">41.5</td><td style="padding: 2px 5px;">34.6</td></tr></table> h: 40 cm b ≥ 0.25h, b ≥ 25 cm *b _{min} = 25cm → b: 25 cm	41.5	34.6	<table style="width: 100%; border: 1px solid black;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Lado columna menor ≥ 25cm</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Lado columna menor ≥ 30 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">relación lado menor y mayor ≥ 0.25</td> <td style="background-color: yellow; padding: 5px;">* Area Min: 1000 cm² zonas sísmicas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A.col</td> <td style="padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.centrada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*40 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.esquinada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*35 cm</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Lado columna menor ≥ 25cm	Lado columna menor ≥ 30 cm	relación lado menor y mayor ≥ 0.25	* Area Min: 1000 cm ² zonas sísmicas	A.col	<table style="width: 100%; border: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.centrada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*40 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.esquinada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*35 cm</td> </tr> </table>	C.centrada	40*40 cm	C.esquinada	40*35 cm
41.5	34.6													
Lado columna menor ≥ 25cm	Lado columna menor ≥ 30 cm													
relación lado menor y mayor ≥ 0.25	* Area Min: 1000 cm ² zonas sísmicas													
A.col	<table style="width: 100%; border: 1px solid black;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.centrada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*40 cm</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">C.esquinada</td> <td style="padding: 2px 5px;">40*35 cm</td> </tr> </table>	C.centrada	40*40 cm	C.esquinada	40*35 cm									
C.centrada	40*40 cm													
C.esquinada	40*35 cm													

* E-060 Art.21.5 requisitos para vigas de Sistemas de Pórticos.

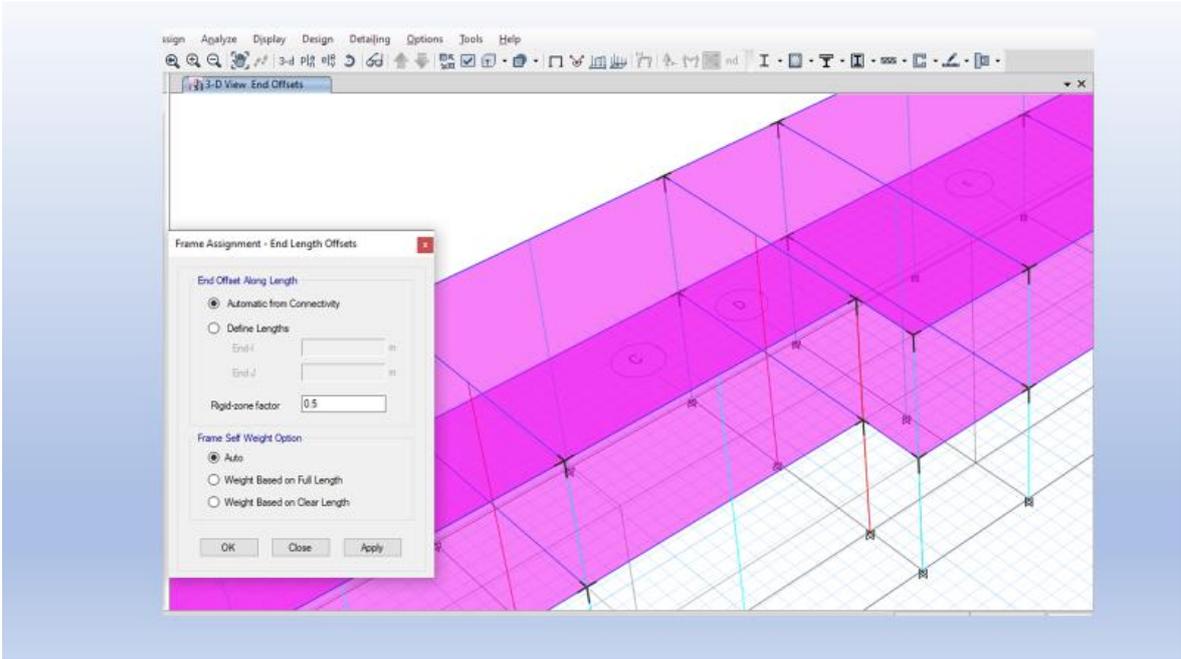
* E-060 Art. 21.6 requisitos para vigas de Sistemas de Pórticos

ACI 318-2014



ASIGNAMOS RESTRICCIONES DEL TIPO EMPOTRAMIENTO A LA BASE





DEFINIMOS CARGA MUERTA Y CARGA VIVA

E.020 Cap.z 3

CARGA MUERTA

Acabados	100.0 kgf/m ²
Ladrillos	83.3 kgf/m ²
C.M.	183.3
Total	185 kg/m²

CARGA VIVA

CENTRO EDUCATIVOS E.020

Aulas	250 kg/m ²
baños	250 kg/m ²

CONSIDERACIONES DEL LADRILLO:

Área tributaria	0.12 m ²
Peso ladrillo	10 kg
Peso ladrillo/m ²	83.3 kgf/m ²

DATOS:

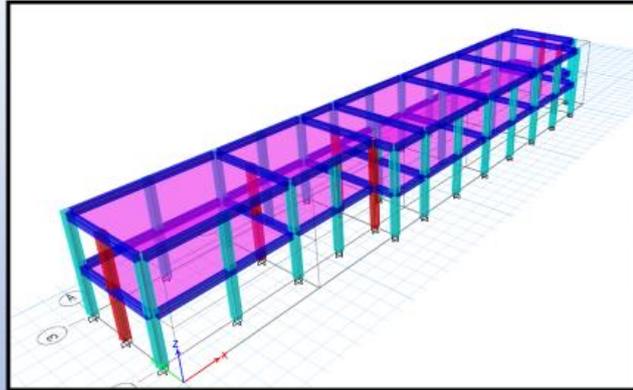
Espesor losa	0.25 m
Ladrillo espesor	0.2 m

Art 6
TABLA 1
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asamblea
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)

PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO

Este procedimiento es necesario para más adelante poder verificar los valores del ANÁLISIS DINÁMICO según la norma E.030.



OBJETIVO: HALLAR LA FUERZA CORTANTE EN LA BASE

28.2. Fuerza Cortante en la Base

28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

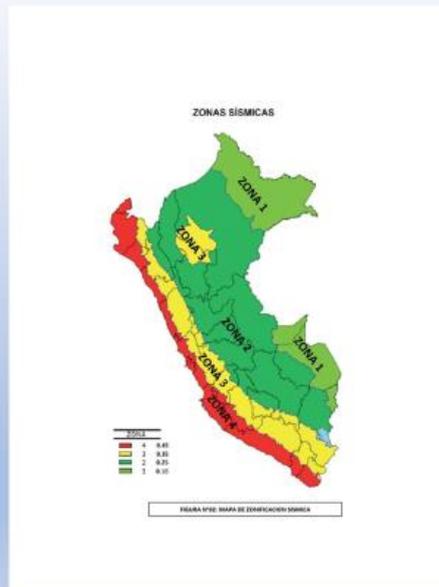
$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Definimos el valor "Z"

Artículo 10.2 E030

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

$$Z = 0.45$$



Definimos el valor "U" (Factor de Uso)

Artículo 15 E.030

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
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
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

U = 1.5

Definimos el valor "S"

ESTUDIO DE PRE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL , p. 27. SHUJI KITAMURA

Gran parte del territorio del Distrito se ha desarrollado a lo largo del cauce del río Rimac; por lo tanto, está conformado mayormente por **suelos gravosos**. Rodean a los afloramientos rocosos, depósitos de origen aluvional y otras planicies rellenadas por depósitos aluvio-fluviales, sin embargo gran parte del distrito se aleja del cauce, teniendo un suelo arcilloso, limoso **considerado un suelo duro apropiado para la construcción.**

Artículo 12.1.4 E.030

b) Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos
A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u , mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Artículo 13.- Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_1 y T_2 dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

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

S₁ = 1

Definimos el valor "R"

Artículo 18.2 E.030
"Coeficiente básico de Reducción"

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
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 Dual	8
De muros estructurales	7
Muros de ductilidad limitada	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

$I_p =$	1
$I_a =$	1
$R_0 =$	8

Artículo 22.- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$R = 8$$

CORREMOS ANÁLISIS PARA CONOCER LOS PERIODOS DE LA EDIFICACION "T" Y POSTERIORMENTE EL COEFICIENTE DE AMPLIFICACIÓN "C"

Case	Mode	Period sec	UX	UY
Modal 1	1	0.213	3.781E-05	0.832
Modal 2	2	0.195	0.8768	0.0002

$$T = \frac{H_n}{C_t}$$

$$\frac{H_n = 6}{C_t = 35} \text{ m}$$

$$T = 0.171428571 \text{ seg}$$

PERIODOS					
case	Period (T)	UX	%X	UY	%Y
modo 1	0.213	0.0000378	0.00%	0.832	83.20%
modo 2	0.195	0.87	87.00%	0.0002	0.02%

28.4. Periodo Fundamental de Vibración

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

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

$C_t = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_t = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- 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.

HALLAMOS EL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA "C"

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)
De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p$ $C = 2.5$

$T_p < T < T_L$ $C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$

$T > T_L$ $C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

Tabla N.º 4
PERIODOS T_p , T_L y T_s

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

T_x = 0.195 seg

T_y = 0.213 seg

T_p(s) = 0.4

T_L(s) = 2.5

➔ **C_x ; C_y = 2.5**

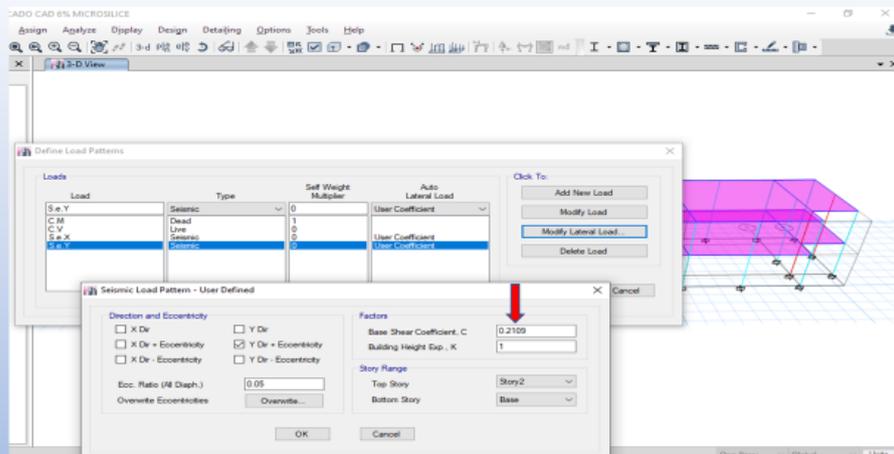
Z=	0.45
U=	1.5
S1=	1
R=	8

$$\frac{ZUCS}{R} = 0.2109$$

28.3.2. Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

➔ **C_x ; C_y = 2.5**



Z=	0.45
U=	1.5
S1=	1
R=	8

→ Cx ; Cy = 2.5

$$\frac{ZUCS}{R} = 0.2109$$

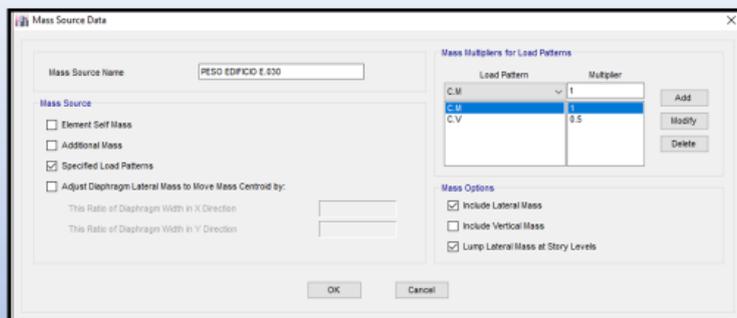
28.2. Fuerza Cortante en la Base
 28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

DETERMINACIÓN DEL PESO DEL EDIFICIO SEGÚN NORMA E.030

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)
 El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.



Bottom Story	C	K	Weight Used tonf
Base	0.2109	1	426.8205
Base	0.2109	1	426.8205

P = 426.82 Tonf.

DETERMINACIÓN DE LA CORTANTE EN LA BASE

Z=	0.45
U=	1.5
S1=	1
R=	8

→ Cx ; Cy = 2.5

28.2. Fuerza Cortante en la Base

28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Vx ; Vy = 90.02 tonf

P = 426.82 Tonf.

$\frac{ZUCS}{R} =$	0.2109
--------------------	--------

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf
S.e.X	-90.0164	0
S.e.Y	0	-90.0164

De acuerdo al art. 20 - E.030

VERIFICACIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA: REGULAR Ó IRREGULAR (Ia, Ip)

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de irregularidad ip
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75

Es regular cuando:

$$1.3 \Delta_{Prom} > \Delta_{Max}$$

Es irregular cuando:

$$\Delta_{Max} > 1.3 \Delta_{Prom}$$

Al no presentar dicha irregularidad, se asume valores I = 1. Según art. 19.2 E.030

VERIFICACIÓN IRREGULARIDAD

Dirección "X"

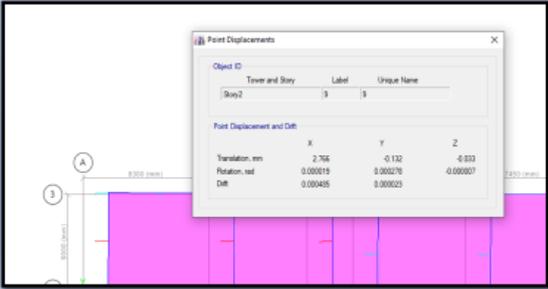
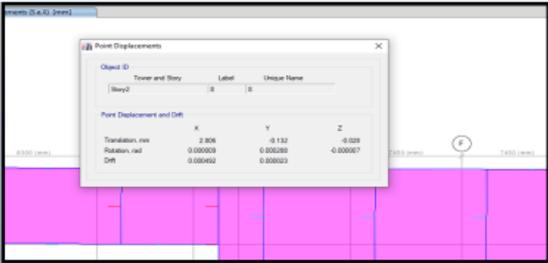
X1=	2.806
X2=	2.766

Xmax: 2.806

Xprom. 2.786

1.3Xprom = 3.6218

➔ Estructura Reg.



VERIFICACIÓN IRREGULARIDAD

Dirección "Y"

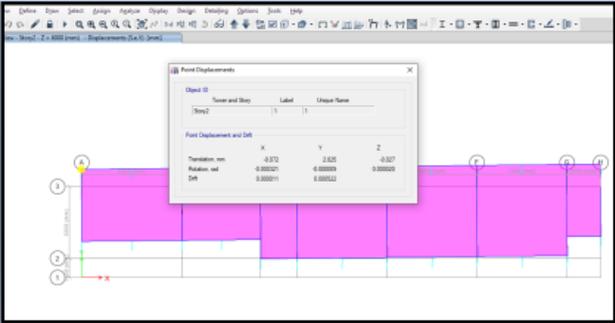
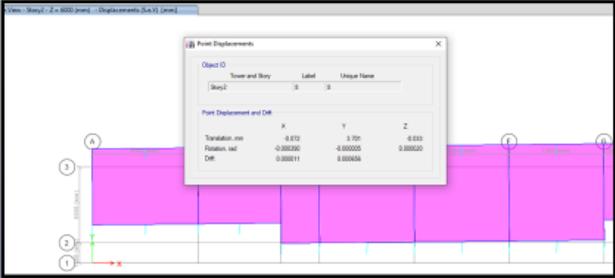
Y1=	3.701
Y2=	2.825

Ymax: 3.701

Yprom. 3.263

1.3Yprom = 4.2419

➔ Estructura Reg.



PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO

En el Análisis dinámico se analiza un rango de diferentes periodos fundamentales (T) para poder observar los efectos sobre la estructura, la variación del valor T, alterará el valor del "C" produciendo infinitos valores, los mismos que tendrán que representarse a través de una función, en este caso, Función espectral. Y la fórmula para poder analizarla es:

Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral
Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

29.2. Aceleración Espectral

29.2.1. Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

OBJETIVO: HALLAR LA FUERZA CORTANTE DINÁMICA EN LA BASE

ANÁLISIS ESPECTRAL : DE FORMA MANUAL EN EXCEL

T	C	X	Y
		Sa=(ZUCS/R)*g	Sa=(ZUCS/R)*g
0.0000	2.5000	2.0693	2.0693
0.0500	2.5000	2.0693	2.0693
0.0600	2.5000	2.0693	2.0693
0.0700	2.5000	2.0693	2.0693
0.0800	2.5000	2.0693	2.0693
0.0900	2.5000	2.0693	2.0693
0.1000	2.5000	2.0693	2.0693
0.2000	2.5000	2.0693	2.0693
0.3000	2.5000	2.0693	2.0693
0.4000	2.5000	2.0693	2.0693
0.5000	2.0000	1.6554	1.6554
0.6000	1.6667	1.3795	1.3795
0.7000	1.4286	1.1825	1.1825
0.8000	1.2500	1.0346	1.0346
0.9000	1.1111	0.9197	0.9197
1.0000	1.0000	0.8277	0.8277
2.0000	0.5000	0.4139	0.4139
3.0000	0.2778	0.2299	0.2299
4.0000	0.1563	0.1293	0.1293
5.0000	0.1000	0.0828	0.0828
6.0000	0.0694	0.0575	0.0575
7.0000	0.0510	0.0422	0.0422
8.0000	0.0391	0.0323	0.0323
9.0000	0.0309	0.0255	0.0255
10.0000	0.0250	0.0207	0.0207

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

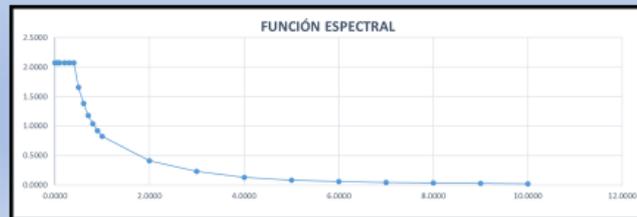
Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

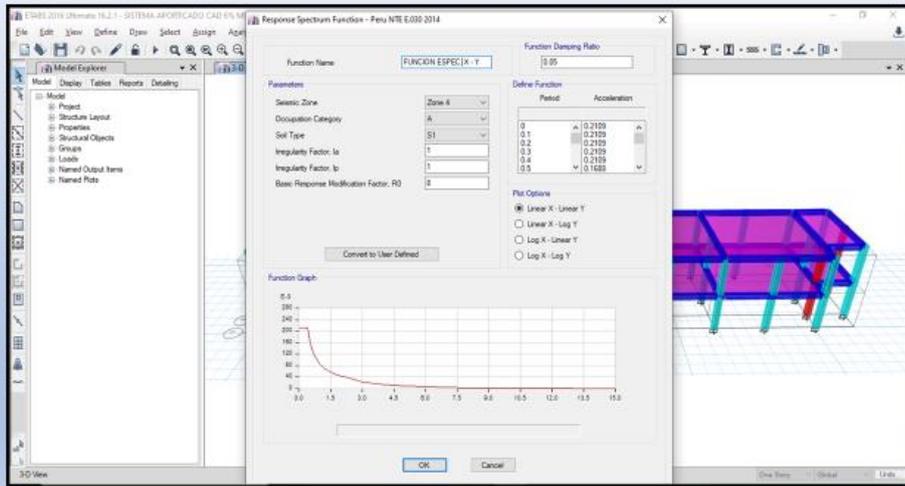
$$T < T_p \quad C = 2,5$$

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

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

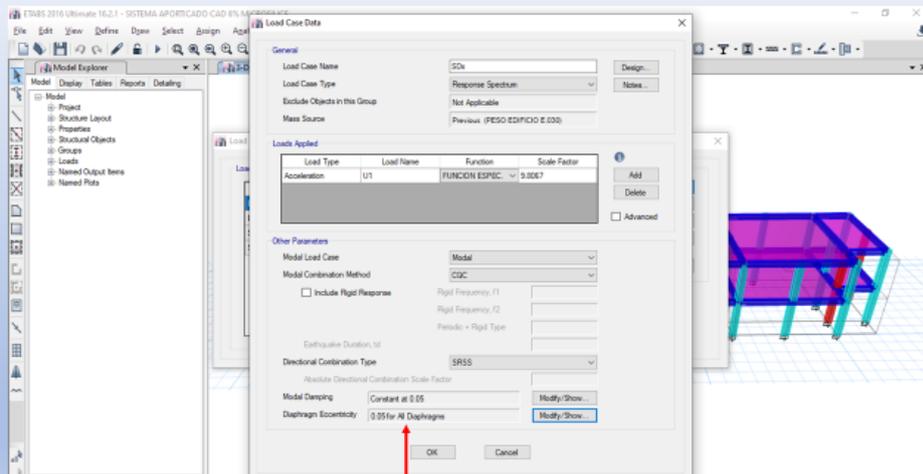


VERIFICANDO CON ETABS



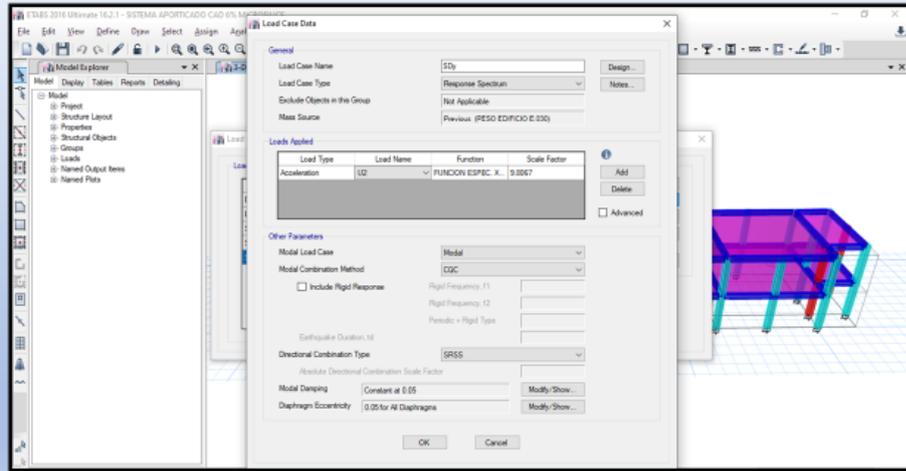
ASIGNAMOS LA FUNCIÓN ESPECTRAL AL ANÁLISIS CASO: MODAL ESPECTRAL

Dirección X

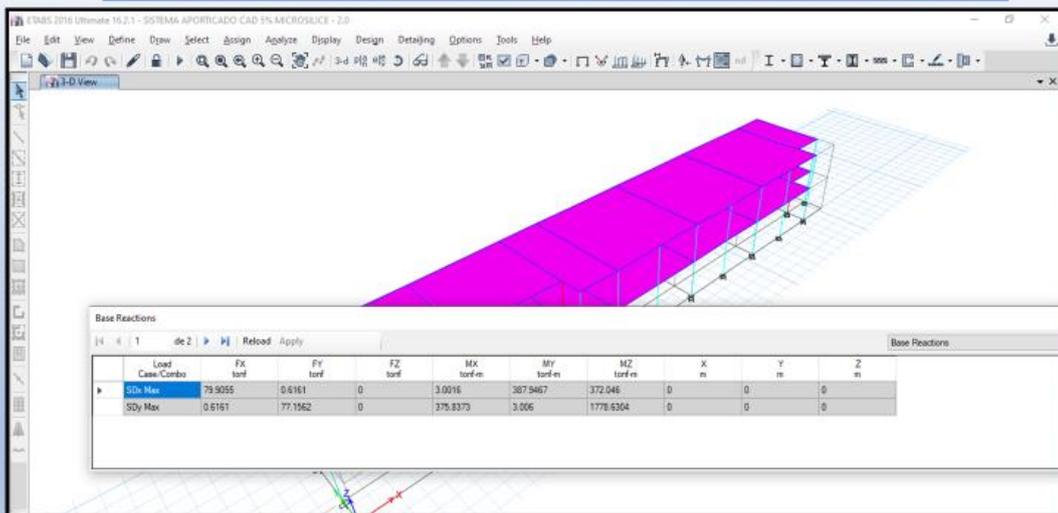


De acuerdo al art. 29.5 - E.030

Dirección Y



DETERMINAMOS LAS CORTANTES DINÁMICAS PARA AMBAS DIRECCIONES



Vdin.X = 79.91 tonf

Vdin.Y = 77.16 tonf

CORTANTE DINÁMICA MÍNIMA

Dirección "X"

$$V.din \geq 80\%V.est$$

V.din	79.91
V.est	90.02
80%V.est	72.016



Sí cumple

29.4. Fuerza Cortante Mínima

29.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.
29.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf
▶	SDx Max	79.9055	0.6161
	SDy Max	0.6161	77.1562

Dirección "Y"

$$V.din \geq 80\%V.est$$

V.din	77.16
V.est	90.02
80%V.est	72.016



Sí cumple

	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf
▶	SDx Max	79.9055	0.6161
	SDy Max	0.6161	77.1562

REQUISITOS DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES MÁXIMOS

CAPÍTULO V REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

Artículo 31.- Determinación de Desplazamientos Laterales

31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0,85 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

31.2. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 28.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 29.4.

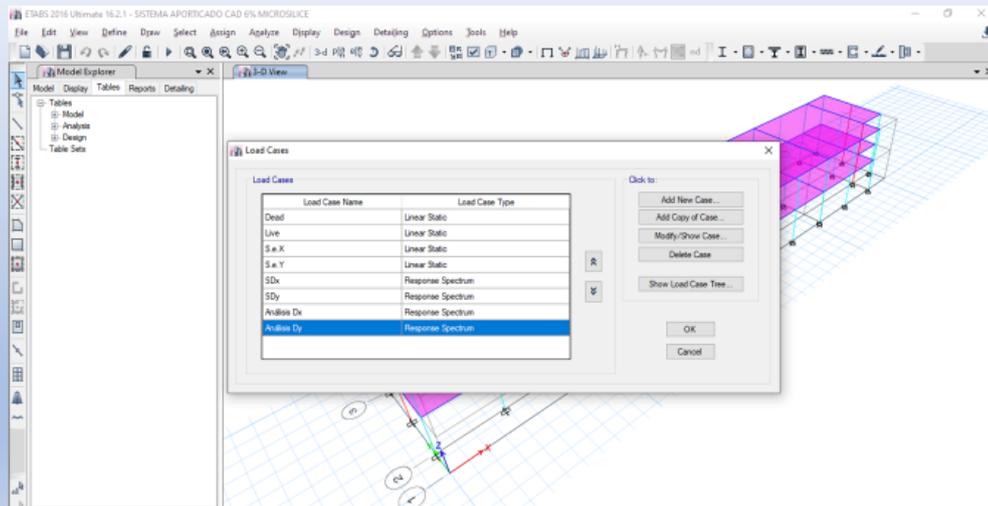
Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

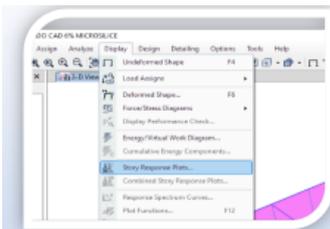
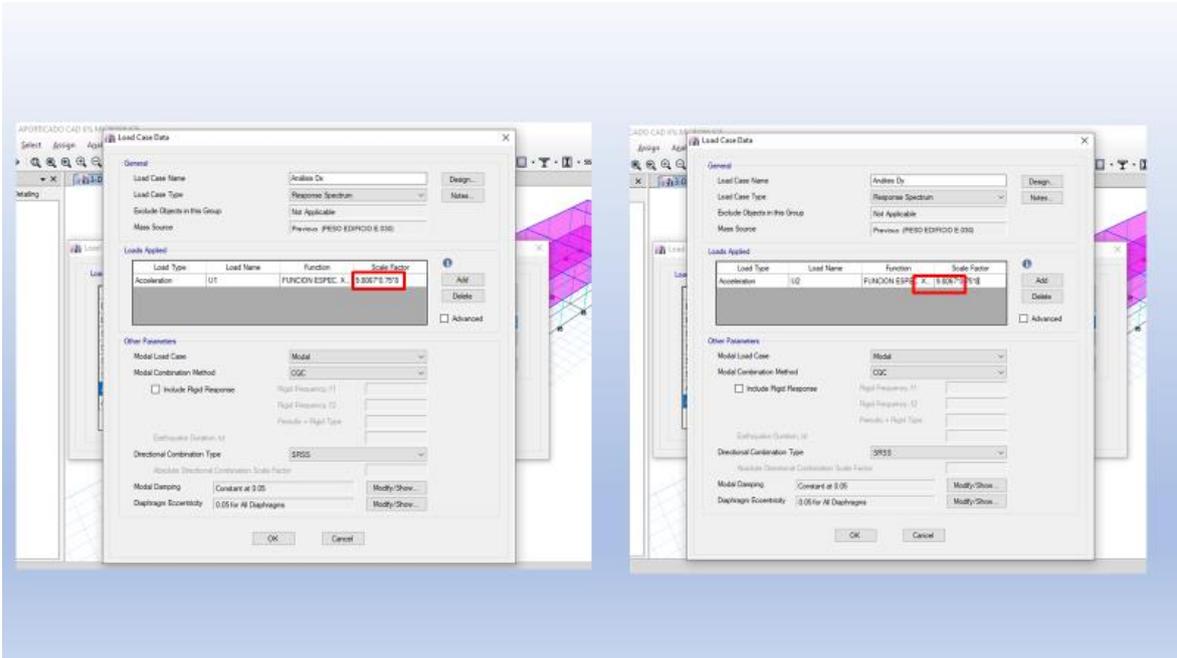
El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Material Predominante	(Δ_r/h_r)
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

$$\Delta_{met} = 0,75 R \Delta_{elast} \text{ -----REGULAR}$$

CREAMOS UNA COPIA DE LAS CARGAS DINÁMICAS ASIGNADA PARA VERIFICAR LOS REQUISITOS DE LOS DESPLAZAMIENTOS

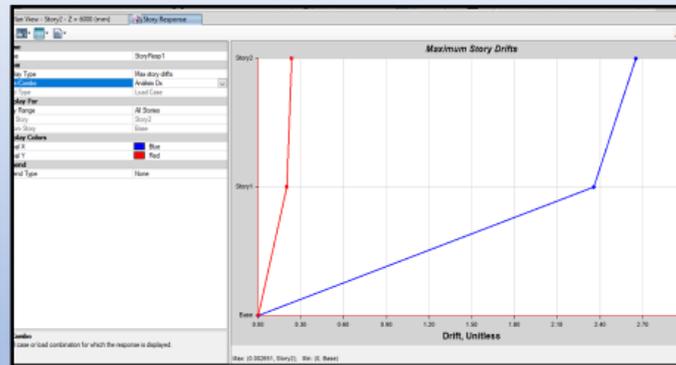




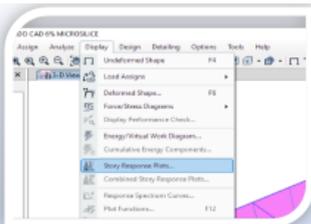
Dirección X

Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles
 El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorción) que se indica en la Tabla N° 11.

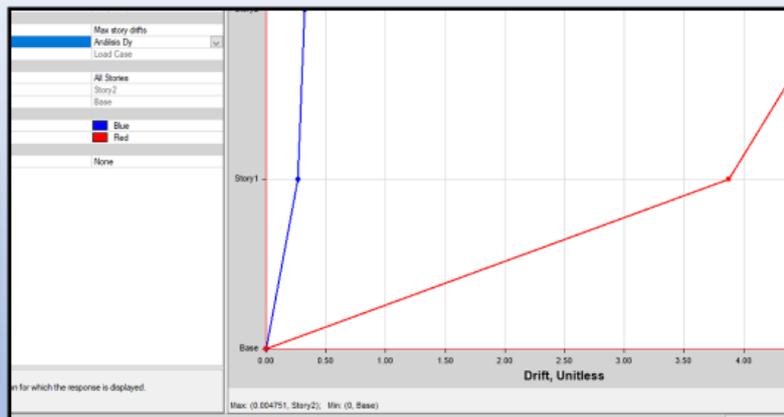
Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_i)
Concreto Armado	0,007
Azule	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005



$$\frac{\Delta_{Max}}{H} = 0.002651 \quad \checkmark$$



Dirección Y



Artículo 32- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles
 El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_r / h_r)
Concreto Armado	0,007
Azero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

$$\frac{\Delta_{Max}}{H} = 0.004751 \quad \checkmark$$

DISEÑO DEL SISTEMA APORTICADO UTILIZANDO CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO

ASIGNACIÓN DE CARGAS SEGÚN E-060

PARTE 1 - REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA

9.2 RESISTENCIA REQUERIDA

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

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

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

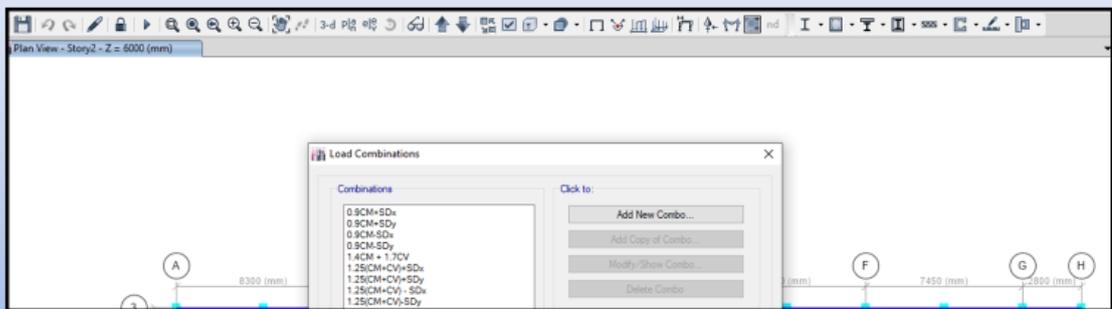
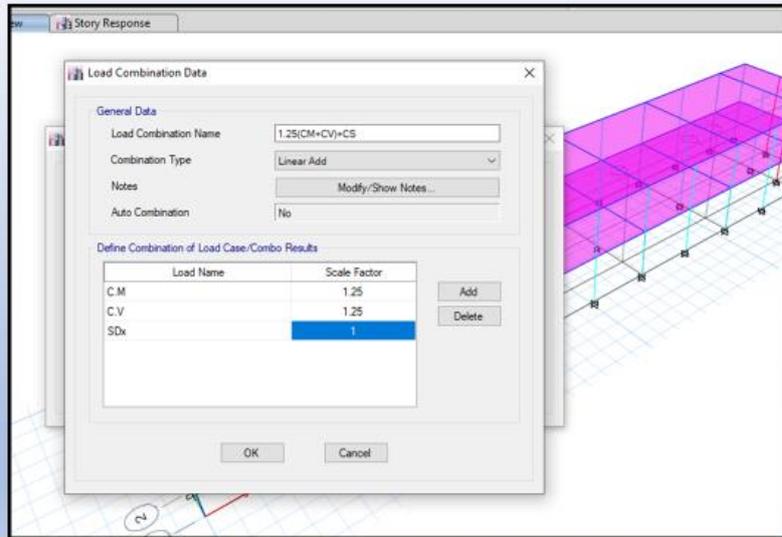
$$U = 1,25 (CM + CV \pm CVI) \quad (9-2)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CVI \quad (9-3)$$

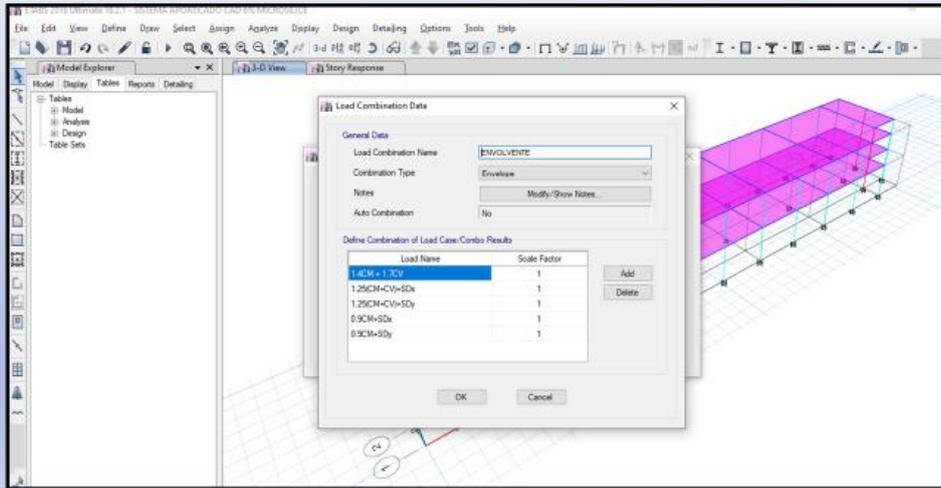
9.2.3 Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

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

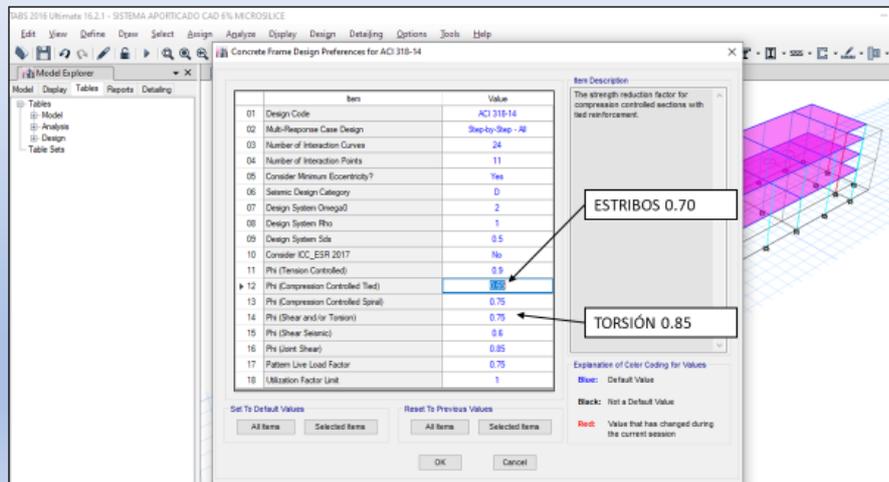
$$U = 0,9 CM \pm CS \quad (9-5)$$



LOS SISMOS ACTUAN COMO UNA ENVOLVENTE DE CARGAS, ES DECIR UNA COMBINACIÓN

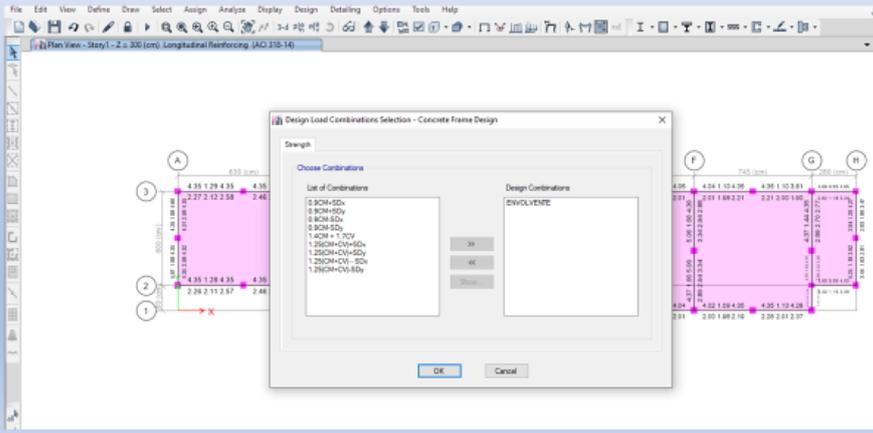
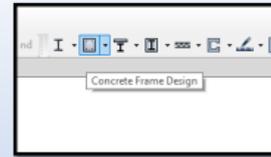


ADAPTACIÓN DEL A.C.I A LA NORMA PERUANA E-060 Art. 9.3.2

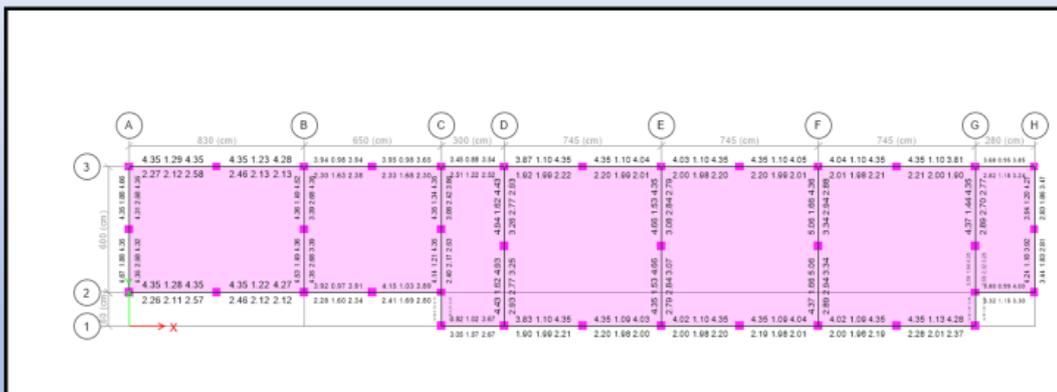


Seleccionamos el tipo de combinación de cargas para diseñar las vigas, en este caso la "Envolvente". Acto seguido, Corremos análisis.

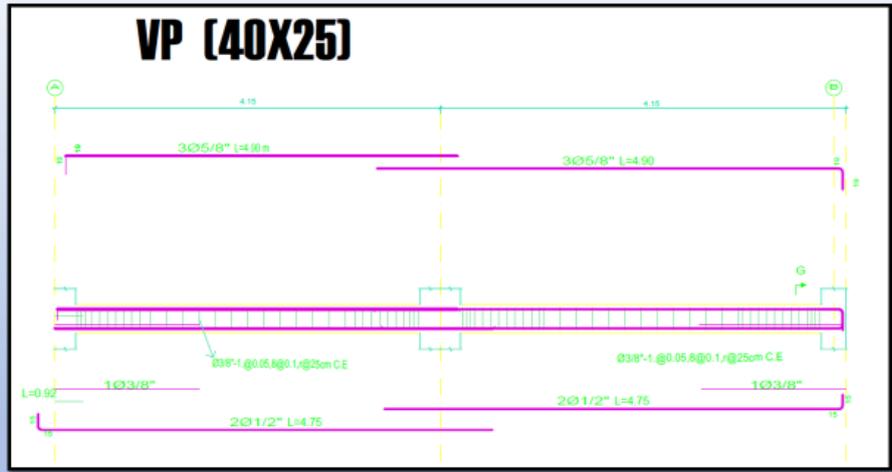
DISEÑO DE VIGAS

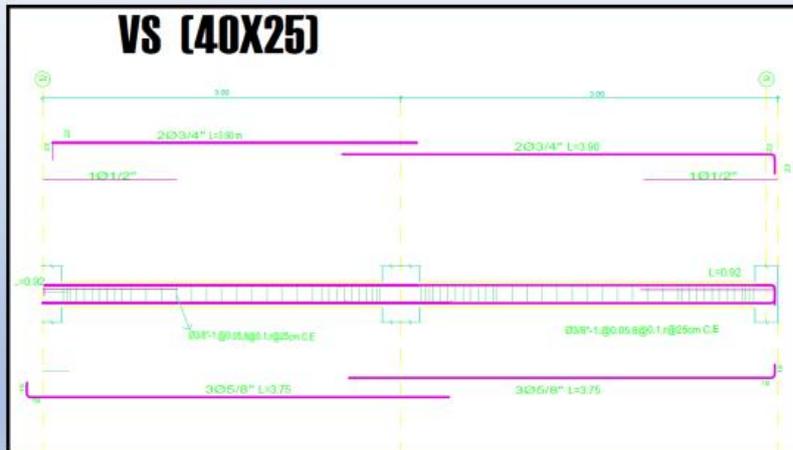


Requerimiento de acero Vigas



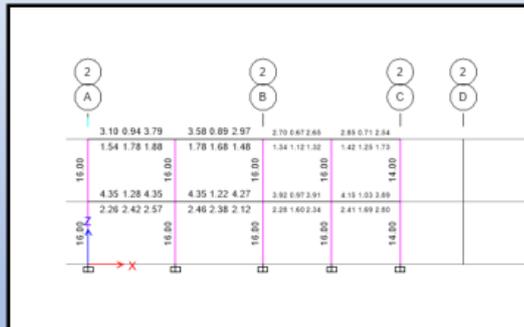
EJES	VIGAS (40x25)		
	Acero (cm ²)	# barras	L _o
VP. Eje 1,2,3	Sup. 4.35	3Ø 5/8"	Ø 5/8" Gancho L _e 19cm DobleZ 19cm Ø 1/2" Gancho L _e 15cm DobleZ 15cm
	Inf. 3.30	2Ø 1/2" Y 1Ø 5/8"	
VS. Eje A-H	Sup. 5.06	2Ø 3/4" 1Ø 1/2"	
	Inf. 4.35	3Ø 5/8"	



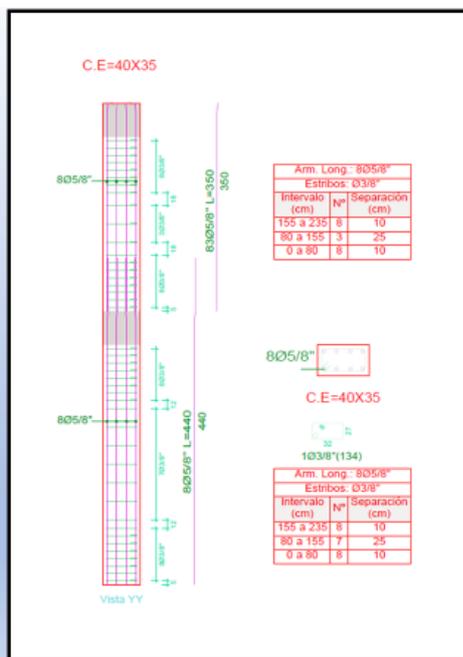


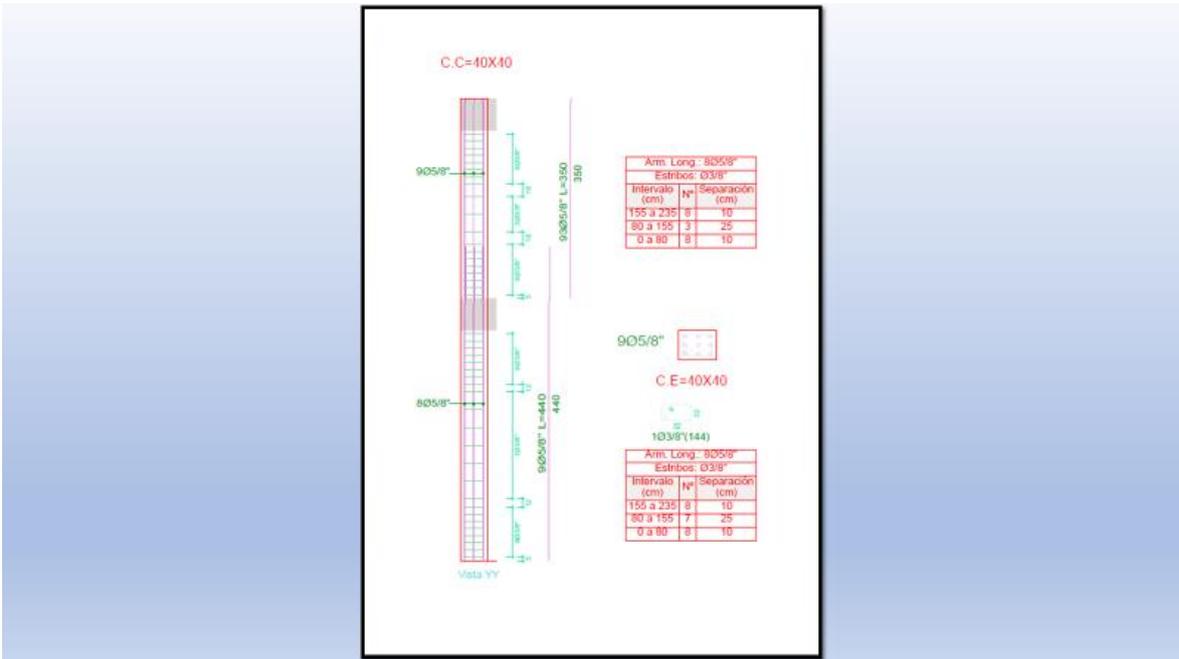
Seleccionamos el tipo de combinación de cargas para diseñar las columnas, en este caso la "Envolvente". Acto seguido, Corremos análisis.

DISEÑO DE COLUMNAS

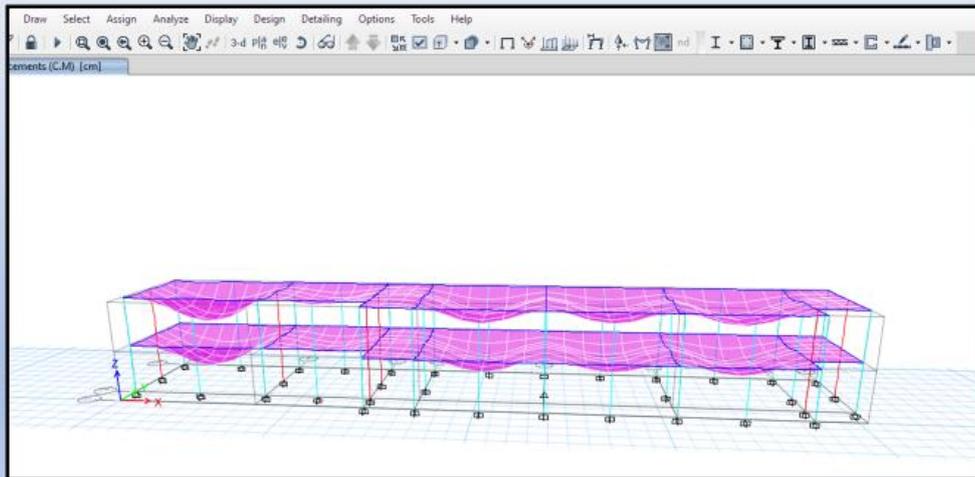


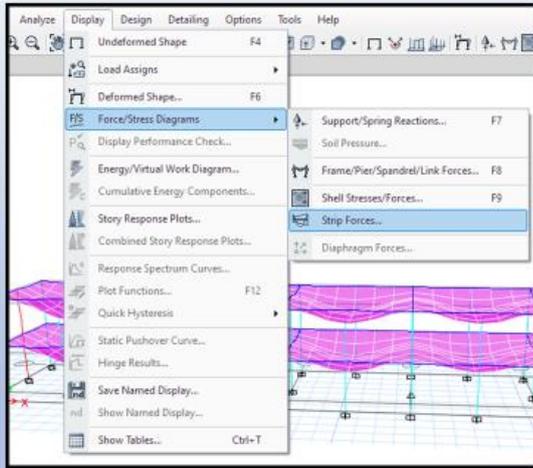
TIPO	COLUMNA	
	Acero (cm ²)	# barras
C.CENTRADA	16	9Ø 5/8"
C. ESQUINADA - EXCÉNTRICA	14	8Ø 5/8"

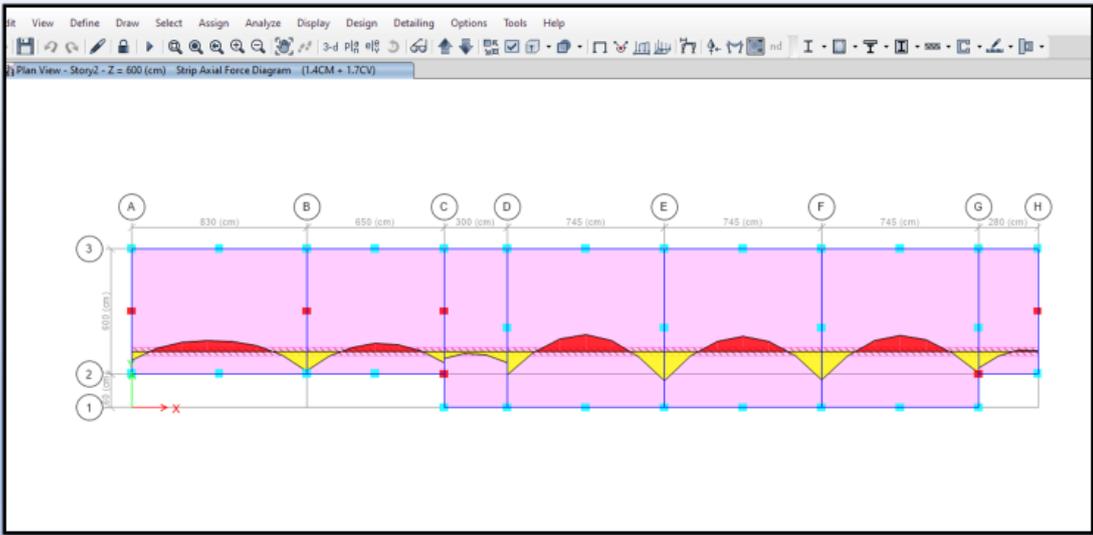




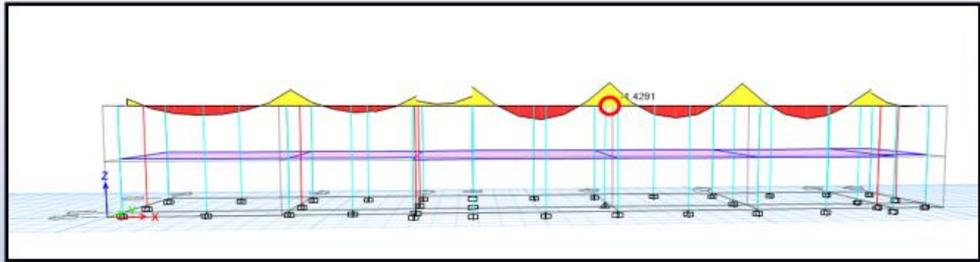
DISEÑO DE LOSA ALIGERADA



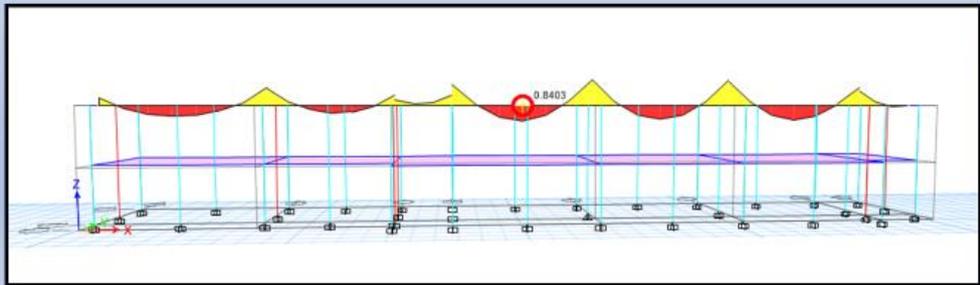




ACERO SUPERIOR



ACERO INFERIOR



ACERO SUPERIOR

Según Norma E.060

1.0 Datos del material
 $f'c = 736.9 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

3.0 Datos de geometría
 $b = 10 \text{ cm}$
 $h = 20 \text{ cm}$
 $d = 17.00 \text{ cm}$

3.0 Momento Actuante
 $M_u = W_u \cdot L^2 / (\text{coef}) = 1.42 \text{ ton-m}$

4.0 Diseño
 $A_s = 2.32 \text{ cm}^2$
 $\rho = 0.01362$
 $a = 1.553 \text{ cm}$
 $M_n = 1.578 \text{ ton-m}$
 $\phi M_n = M_r = 1.42 \text{ ton-m}$

5.0 Verificación
 $\beta_1 = 0.65$
 $\rho_b = 0.05702202$
 $\rho_{max} = 0.04276652$ **Cumple**

$$A_s = \left(\frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{f'y} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2 \cdot M_u \cdot 10^5}}{0.9 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2} \right)$$

$$M_n = A_s \cdot f'y \cdot \frac{((d - a) + 2)}{10^5}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad a = \frac{A_s \cdot f'y}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f'y} \right) \cdot \left(\frac{6000}{6000 + f'y} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

E060 – Cap.10.2.7.3
 Si $f'c > 560 \text{ kg/cm}^2$, $\beta_1 = 0.65$

Ø 3/4 "

ACERO INFERIOR

Según Norma E.060

1.0 Datos del material
 $f'c = 736.9 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

3.0 Datos de geometría
 $b = 10 \text{ cm}$
 $h = 20 \text{ cm}$
 $d = 17.00 \text{ cm}$

3.0 Momento Actuante
 $M_u = W_u \cdot L^2 / (\text{coef}) = 0.84 \text{ ton-m}$

4.0 Diseño
 $A_s = 1.34 \text{ cm}^2$
 $\rho = 0.00790$
 $a = 0.900 \text{ cm}$
 $M_n = 0.933 \text{ ton-m}$
 $\phi M_n = M_r = 0.84 \text{ ton-m}$

5.0 Verificación
 $\beta_1 = 0.65$
 $\rho_b = 0.05702202$
 $\rho_{max} = 0.04276652$ **Cumple**

$$A_s = \left(\frac{0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d}{f'y} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sqrt{2 \cdot M_u \cdot 10^5}}{0.9 \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot d^2} \right)$$

$$M_n = A_s \cdot f'y \cdot \frac{((d - a) + 2)}{10^5}$$

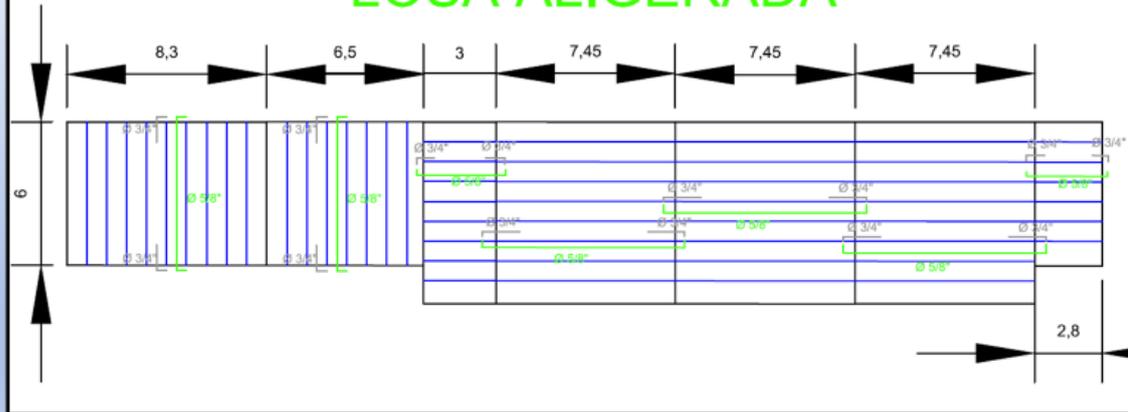
$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad a = \frac{A_s \cdot f'y}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$\rho_b = \left(\frac{0.85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f'y} \right) \cdot \left(\frac{6000}{6000 + f'y} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

Ø 5/8 "

LOSA ALIGERADA





Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), KEVIN ANTONY NELSON MOSTORINO GUTIERREZ estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "CONCRETO DE ALTO DESEMPEÑO CON INCORPORACIÓN DE MICROSÍLICE PARA SISTEMA APORTICADO, COLEGIO SHUJI KITAMURA, SANTA ANITA", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
KEVIN ANTONY NELSON MOSTORINO GUTIERREZ DNI: 48381504 ORCID 0000-0003-2753-3512	Firmado digitalmente por: KMOSTORINOG el 28 Jul 2020 10:28:32

Código documento Trilce: 42443