



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos-Lima, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Arriola Moscoso, Andrea (ORCID: 0000-0001-6168-6147)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios porque tengo la certeza de que él guía mis pasos y mi progreso va de su mano. A mi familia por su apoyo continuo y por enseñarme siempre con el ejemplo la importancia de la educación

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y al universo por mantenerme firme durante este esfuerzo que comprende mi carrera. A mi familia porque sé que siempre podré contar con el apoyo de cada uno de ellos.

Agradezco también a mis maestros en general que me formaron durante todo este proceso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	6
III. Metodología.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra y muestreo	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos	20
IV. Resultados.....	21
4.1 Zona de estudio.....	21
4.2 Trabajos previos	22
4.3 Modelamientos base	25
4.4 Objetivo 1: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación.....	31
4.5 Objetivo 2: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación	42

4.6	Objetivo 3: Determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural	50
4.7	Contrastación de hipótesis	52
V.	Discusión	58
VI.	Conclusiones	62
VII.	Recomendaciones.....	64
	Referencias	65
	Anexos	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población total, Crecimiento intercensal, Anual Y Tasa De Crecimiento promedio anual, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 y 2017.	4
Tabla 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
Tabla 3. Confiabilidad	19
Tabla 4. Influencia de los niveles montados de acero en el ratio.....	52
Tabla 5. Influencia de los niveles montados de acero en la deriva de entrepiso.....	53
Tabla 6. Influencia de los niveles montados de acero en el período de vibración.....	54
Tabla 7. Influencia de los niveles montados de acero en el punzonamiento en la cimentación	55
Tabla 8. Influencia de los niveles montados de acero en la cortante en la cimentación.....	56
Tabla 9. Influencia de los niveles montados de acero en el comportamiento sísmico estructural.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño de un sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura.....	1
Figura 2. Estructura metálica principal	7
Figura 3. Nudos (nodos) de acero en el sistema Diagrid.....	10
Figura 4. Viviendas inconclusas en la zona de estudio.....	17
Figura 5. Ubicación de la zona de estudio.....	21
Figura 6. Georreferenciación de la zona de estudio	21
Figura 7. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje Y.....	22
Figura 8. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje X.....	22
Figura 9 Modelamiento de diseño en C°A° en ETABs sin y con extrusión de elementos.....	23
Figura 10. Detalle de acero corrugado en pórtico principal de concreto armado	23
Figura 11. Detalle de platea de cimentación	24
Figura 12. Detalle de viga de cimentación.....	24
Figura 13. Modelamiento de diseño en acero en ETABs con y sin extrusión de elementos.....	24
Figura 14. Detalle de acero estructural en pórtico principal de estructura de acero	25
Figura 15. Ratio del modelo patrón concreto armado	25
Figura 16. Deriva de entrepiso del modelo patrón concreto armado	26
Figura 17. Período de vibración del modelo patrón concreto armado	26
Figura 18. Punzonamiento en la cimentación modelo patrón concreto armado ..	27
Figura 19. Cortante en la cimentación en modelo patrón concreto armado	27
Figura 20. Ratio del modelo base estructura de acero.....	28
Figura 21. Deriva de entre piso del modelo base estructura de acero	29
Figura 22. Período de vibración del modelo base estructura de acero	29
Figura 23. Punzonamiento en la cimentación modelo base estructura de acero	30
Figura 24. Cortante en la cimentación modelo base estructura de acero.....	30
Figura 25. Valores de Ratio fuera de escala permisible.....	31
Figura 26. Valores de Ratio dentro de escala permisible	31
Figura 27. Ratio en 3 niveles de concreto y 0 de acero	32
Figura 28. Ratio en 3 niveles de concreto y 3 de acero	32

Figura 29. Ratio en 3 niveles de concreto y 6 de acero	33
Figura 30. Ratio en 3 niveles de concreto y 7 de acero	33
Figura 31. Ratio en 3 niveles de concreto y 8 de acero	34
Figura 32. Ratio en 3 niveles de concreto y 9 de acero	34
Figura 33. Ratio en la edificación con niveles de acero montado	35
Figura 34. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 0 de acero.....	35
Figura 35. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 3 de acero.....	36
Figura 36. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 6 de acero.....	36
Figura 37. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 7 de acero.....	37
Figura 38. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 8 de acero.....	37
Figura 39. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 9 de acero.....	38
Figura 40. Deriva de entrepiso en la edificación con niveles de acero montado	38
Figura 41. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 0 de acero	39
Figura 42. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 3 de acero	39
Figura 43. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 6 de acero	40
Figura 44. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 7 de acero	40
Figura 45. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 8 de acero	41
Figura 46. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 9 de acero.....	41
Figura 47. Período de vibración en la edificación con niveles de acero montado.....	42
Figura 48. Uno de los datos de esfuerzos aplicados a la cimentación	42
Figura 49. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 0 de acero.....	43
Figura 50. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 3 de acero.....	43
Figura 51. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 6 de acero.....	44

Figura 52. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 7 de acero.....	44
Figura 53. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 8 de acero.....	45
Figura 54. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 9 de acero.....	45
Figura 55. Punzonamiento en la cimentación en la edificación con niveles de acero montado.....	46
Figura 56. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 0 de acero.....	46
Figura 57. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 3 de acero.....	47
Figura 58. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 6 de acero.....	47
Figura 59. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 7 de acero.....	48
Figura 60. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 8 de acero.....	48
Figura 61. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 9 de acero.....	49
Figura 62. Cortante en la cimentación en la edificación con niveles de acero montado.....	49
Figura 63. Niveles montados de acero sin falla estructural.....	50
Figura 64. Niveles de concreto en diseño inicial.....	50
Figura 65. Cantidad de niveles montados.....	51
Figura 66. Área construida.....	51
Figura 67. Influencia de los niveles montados de acero en el ratio.....	52
Figura 68. Influencia de los niveles montados de acero en la deriva de entrepiso.....	53
Figura 69. Influencia de los niveles montados de acero en el período de vibración.....	54
Figura 70. Influencia de los niveles montados de acero en el punzonamiento en la cimentación.....	55
Figura 71. Influencia de los niveles montados de acero en la cortante en la cimentación.....	56

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la repercusión de los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021. Esta investigación se realizó con el método científico de diseño experimental, el tipo de investigación es aplicada o empírica, de nivel explicativo y el enfoque de la investigación es cuantitativa puesto que los indicadores son medibles con valores numéricos. La población fueron todas las edificaciones diseñadas en concreto armado con sistema dual que no fueron construidas en su totalidad, teniendo así una población infinita y por lo que el muestreo fue por conveniencia teniendo así la muestra una estructura a evaluar de concreto armado multifamiliar diseñada para 6 niveles.

En los resultados se pudo observar que tanto el ratio, periodo de vibración, deriva de entrepiso y el punzonamiento en la cimentación fallan al incrementar 8 niveles y la cortante en la cimentación falla al incrementar 9 niveles de acero, es así que se llegó a la conclusión que se pueden incrementar hasta 7 niveles de acero sin tener falla en la edificación en su totalidad, teniendo así el aprovechamiento de aires con 10 niveles frente a los 6 niveles del diseño inicial.

Palabras clave: Estructura de acero, diseño de acero, aprovechamiento de aires, estructura metálica.

ABSTRACT

The main objective of this research was to analyze the repercussion of the steel structure mounted levels on the structural seismic behavior of the building, Chorrillos-Lima, 2021. This research was carried out with the scientific method of experimental design, the type of research is applied or empirical, explanatory level and the focus of the research is quantitative since the indicators are measurable with numerical values. The population consisted of all the buildings designed in reinforced concrete with a contributed system that were not built in their entirety, thus having an infinite population and so the sampling was for convenience, thus the sample having a multifamily reinforced concrete structure to evaluate designed for 6 levels.

In the results it could be observed that both the ratio, vibration period, mezzanine drift and the punching shear in the foundation fail when increasing 8 levels and the shear in the foundation fails when increasing 9 levels of steel, this is how the conclusion that can be increased up to 7 levels of steel without having failure in the building as a whole, thus having the use of air with 10 levels compared to the 6 levels of the initial design.

Keywords: Steel structure, steel design, use of air, metal structure.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial es sabido que junto con el crecimiento poblacional se genera mayor demanda de espacios habitables y viviendas, motivo por el cual se buscan alternativas constructivas que sean viables ya sea en construcción expansiva territorial o de forma vertical como lo es el aprovechamiento de aires con estructuras más livianas como las estructuras de acero. En **Barcelona** se construyeron 120 módulos pre fabricados de acero sobre viviendas ya construidas, se llevó a cabo el proyecto en el año 2018 en 33 edificaciones construidas previamente en concreto armado a fin de enfrentar la falta de terreno para edificar nuevas viviendas. En **Colombia** se presentó como alternativa el uso de estructuras modulares de acero como viviendas sociales en altura¹. Dichas estructuras se plantearon para ser montable, desmontables y ensambladas entre ellas en planta como en elevación hasta 5 pisos; estas características ayudan a el ajuste de la estructura a área de construcción y otras necesidades de la población.



Figura 1. Diseño de un sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura
Fuente: Romero y Rojas, 2017

Del mismo modo en **Ecuador** se evaluaron los criterios para la construcción de estructuras mixtas a base cartón tetrapak y estructura metálica². Por lo expuesto en la investigación se planteó una vivienda sostenible en una zona pobre del país y se planteó el uso de material reciclado de cartón tetrapak para economizar la estructura y para el soporte estructural se planteó la estructura metálica. Por otra parte, en **Nicaragua** al notarse un incremento del uso de las estructuras metálicas con porcentaje de 5% a nivel nacional se propuso su aprovechamiento para

viviendas en zonas de bajos recursos³. Con esta propuesta se investigó la solución a la necesidad de una vivienda con mejores condiciones de vida para los pobladores de la zona, si bien en el país de Nicaragua ya se conocía del sistema estructural en acero, en la zona de investigación aún no se empleaba dicho sistema, por lo cual la investigación también generó un avance en el desarrollo de la construcción en el país y la inserción de las estructuras metálicas en la zona.

En Perú no diferimos en la necesidad de viviendas tras el incremento poblacional y la necesidad de aprovechamiento de áreas habitables, es por tal motivo que dentro del territorio nacional también se cuentan con diversas propuestas como en **Huaraz** se planteó la edificación de vivienda multifamiliar de tres niveles con ferrocemento⁴. La vivienda se encontraba conformada por columnas y vigas de concreto armado con muros y losas de ferrocemento que consiste en mallas metálicas revestidas en concreto. Tras el fenómeno del niño en **San Martín** se aprovechó el recurso de las estructuras de acero para implementar de manera modularas estructuras metálicas en colegios y así proseguir con la educación. Las estructuras mencionadas beneficiaron a 23 colegios de la región, sirviendo como aulas, salas de docentes, tópicos y enfermerías⁵. Otra muestra de la significancia que van tomando el sistema constructivo en el país se dio en **Lima** en el año 2019 para el mantenimiento estructural en acero del coliseo Miguel Grau para los juegos panamericanos⁶.

En Perú existen varias viviendas que fueron diseñadas estructuralmente para varios niveles y que se fueron construyendo poco a poco con el paso de los años. Es común ver viviendas de bajos niveles construidos, pero con proyección a continuar con su ejecución en un futuro. Dichas viviendas de concreto armado cuentan con elementos estructurales como vigas, columnas y cimentaciones que fueron diseñadas para resistir el peso de los niveles diseñados, pero si la culminación del proyecto se realiza con estructura de acero se pueden aprovechar de mejor manera los aires.

Por otra parte, el sistema constructivo en acero es muy usado desde siglos pasados alrededor del mundo, convirtiéndose en indicador de desarrollo en la ingeniería y el ámbito de la construcción; sin embargo, es poco aprovechado en nuestro país. Dicho sistema constructivo es liviano y menos rígidas, lo que las hace de mayor resistencia a fuerzas sísmicas por sus uniones empernadas y su peso muerto. A

las estructuras en acero les generan mayores daños las fuerzas de viento que la fuerza sísmica, es por ello que el punto más crítico es el anclaje que se tenga de la misma. Al plantear la alternativa para su uso en construcción de niveles superiores, el tema del anclaje al terreno natural es menos crítico. Si el sistema constructivo en acero no es muy usado en el país, es principalmente por la falta de conocimiento y confianza del mismo tanto por parte de constructores, fabricantes, mano de obra calificada y propietarios de las viviendas. El miedo a lo desconocido o al poco uso de edificaciones en acero dentro del país hace que existan varios déficits para la inserción del mismo. Para que se incremente con el uso del acero en el ámbito de la construcción es necesario su inserción progresiva para lograr la confianza de la sociedad con su uso, generar un acercamiento de la sociedad con las estructuras acero.

En vista de dicha problemática presentada se propuso el uso de las estructuras de acero como alternativa constructiva de niveles superiores de las edificaciones inconclusas; edificaciones que fueron diseñadas para cierta cantidad de niveles pero que no se terminaron de construir o se avanza en períodos muy prolongados según las posibilidades de los propietarios. Dichos aires pueden ser aprovechados de mejor manera y hacer que la edificación existente rinde de mejor manera. Además de da un paso en la inserción y familiarización de las estructuras metálicas en la sociedad. Ya que la justificación social es la importancia del estudio para la solución de demandas de la sociedad⁷. Es por ello que se presentó como justificación social que todos los dueños de los aires de edificaciones inconclusas de concreto armado podrán dar un mejor aprovechamiento de ellos, recalando que junto con el incremento poblacional latente la demanda de vivienda es una de las primeras necesidades sociales.

El índice poblacional en Perú va en incremento con el paso de los años lo que conlleva a mayor demanda de viviendas. Como se puede observar en la tabla 1, el último incremento poblacional registrado tras el último censo realizado en el año 2017 es de 3,016,621 por lo que genera el incremento en la necesidad de lugares para vivienda⁸.

Tabla 1. Población total, Crecimiento intercensal, Anual Y Tasa De Crecimiento promedio anual, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 y 2017.

Año	Total	Incremento Intercensal	Incremento Anual	Tasa de Crecimiento Promedio Anual
1961	10,420,357	3,701,207	336,473	2.8
1972	14,121,564	3,640,667	404,519	2.6
1981	17,762,231	4,877,212	406,434	2.0
1993	22,639,443	4,579,821	381,652	1.5
2005	27,219,264	1,001,500	500,750	1.6
2007	28,220,764	3,016,621	301,662	1.0
2017	31,237,385			

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 y 2017.

Formulación del problema

Por todo lo mencionado y para llevar a cabo la investigación se planteó como **problema general** ¿De qué manera repercuten los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021? Lo cual conllevó a los **problemas específicos** ¿Cuánto influyen los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021? y ¿Cuánto influyen los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021? Para un claro panorama de la investigación.

Justificación de la investigación

La **justificación práctica** ayuda a resolver un problema o propone estrategias para resolverlo⁹. La investigación presentada se dio por ser una propuesta con alta gama de aplicación práctica en cada edificación inconclusa en Lima, poner en uso en nuestro contexto social el sistema constructivo que se viene utilizando a nivel mundial de manera convencional y de gran demanda; que para su inserción se plantea la combinación del demandado concreto armado con la implementación de acero estructural, lo que significa un comportamiento sísmico estructural diferente a lo diseñado inicialmente en un sistema netamente de concreto armado para su mayor aprovechamiento de aires evaluando su comportamiento sísmico estructural tanto en la respuesta sísmica como los esfuerzos principales.

Lo expuesto conlleva a la **justificación teórica** que se da cuando se cuestiona una teoría existente¹⁰. Que se encuentra presente en el paso de la inserción del sistema constructivo en acero en nuestro medio de forma paulatina con el uso de niveles

construidos en acero para la familiarización de la sociedad científica del sistema estructural en acero y así dejar hincapié en futuras investigaciones que se puedan hacer frente al uso y aplicación del acero estructural en el país para contribuir al avance en la ingeniería.

Además, es preciso mencionar la **justificación ambiental** se orienta a regular la acción del hombre para corregir las causas y efectos de la contaminación ambiental¹¹. Ya que la contaminación ambiental ha tomado mayor realce en los últimos años a nivel mundial y la construcción en acero es eco-amigable puesto que prácticamente prescinde de agua para su ensamblaje, no se requiere de agregados gruesos o finos y por ende no se requiere de explotación de canteras. La estructura es reutilizable, al ser empernada puede ser desmontada y montada nuevamente. El acero es el material reciclable por excelencia, es decir, no se consideran desperdicios o desechos sólidos ya que son los elementos estructurales que pueden ser prescindibles se pueden generar nuevos elementos cual materia bruta. Por otra parte, se **justifica económicamente** ya que La construcción en acero es más económica que la construcción en concreto armado debido a su rápido proceso de ejecución.

Objetivos

Teniendo así en la investigación como **objetivo principal** analizar la repercusión de los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021; por ello se plantearon como **objetivos específicos** determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021. Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021.

Hipótesis

Para la investigación presentada fue pertinente generar la **hipótesis general** indicando que los niveles montados de estructura de acero repercuten directamente en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021. Por ende, las **hipótesis específicas** señalaron que los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021. Los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en los esfuerzos principales de la edificación, Chorrillos-Lima, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes Internacionales

A nivel mundial las estructuras de acero llaman la atención por los beneficios que ofrecen, esto incita a la continuidad en la investigación de dichas estructuras ajustándolas a la necesidad de cada realidad social. En **Brasil** los autores De Freitas y De Nardin (2018) tuvieron como objetivo contribuir con el conocimiento del sistema estructural en estudio¹². En resumen, se realizó la investigación de pisos mixtos sustituyendo al sistema estructural de concreto armado las vigas principales y secundarias por vigas tipo I asimétricas y las losas aligeradas por losas macizas con mallas metálicas. Fue un estudio de tipo experimental en la cual la población fueron los perfiles usados en losas y vigas de edificaciones de pequeños pisos, la muestra se encuentra delimitada por los tipos de perfil irregular no comercializados en Brasil; los instrumentos empleados fueron softwares de modelamiento conjunto con la ficha de recolección de datos de los elementos en evaluación. Los principales resultados fueron que el recubrimiento parcial del acero con hormigón le aporta mayor rigidez a la estructura y le brinda mayor protección ante el fuego y se concluyó que de nada sirve el avance en los perfiles prefabricados si aún se generan pérdidas de tiempo y residuos con los procesos constructivos tradicionales de ensamblaje, es por ello que la prefabricación de losas y vigas genera un mayor ahorro de tiempo en ejecución.

En **Ecuador** por Zambrano (2017) tuvo como objetivo Analizar los costos de viviendas de construcción tradicional versus Estructuras de Acero mediante la comparación de precios unitarios para su construcción en la ciudad de Machala¹³. Fue una investigación de tipo documental, debido a la recopilación de información que está basada en conocimientos ciertos y fundamentados en materiales bibliográficos como libros, revistas científicas, que serán utilizadas en la comparación de rubros de un presupuesto de diferentes sistemas constructivos de viviendas obteniendo los factores para una determinación de resultados, en la cual la población, muestra y muestreo total de habitantes solo como muestra Global referente; el instrumento utilizado fue la ficha de recolección de datos, entre los

resultados principales obtenidos se muestra se puede observar tenemos la principal ventaja que es un menor tiempo de ejecución y en conclusión en este análisis comparativo se determinó que la construcción de viviendas de acero tiene mejores ventajas.

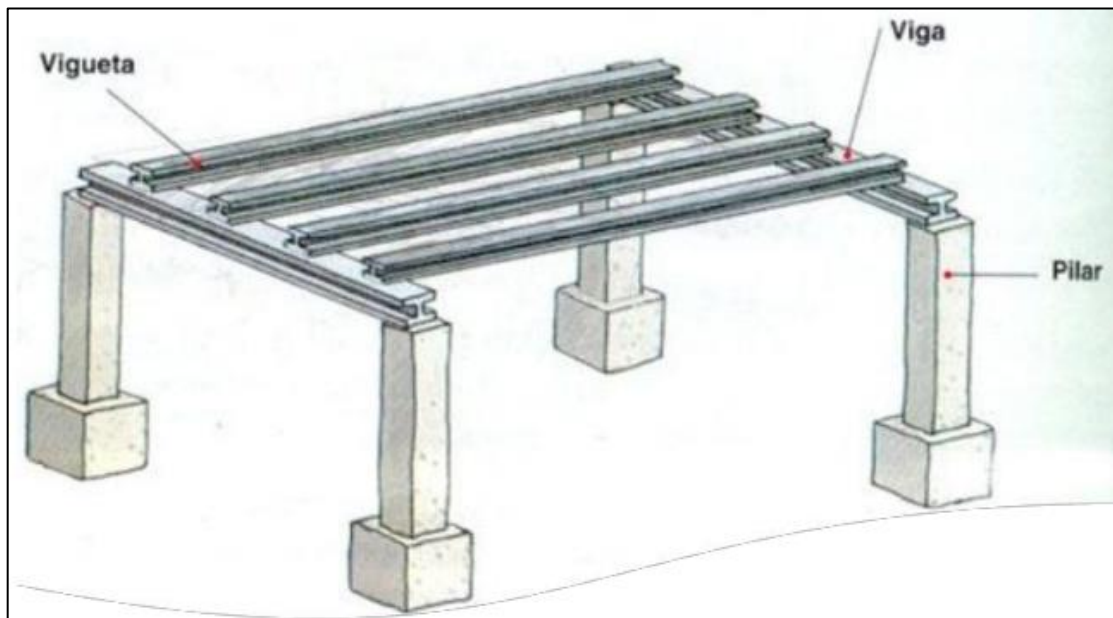


Figura 2. Estructura metálica principal
Fuente: Zambrano, 2017

De forma teórica experimental se desarrolló en **Venezuela** por los autores López, Uguel y Herrera (2019) tuvieron como objetivo de verificar que el diseño de la junta de la probeta cumpliera con los requisitos normativos para el diseño de placas base, en base a aplastamiento del concreto y espesor de la placa¹⁴. En resumen, Para llevar a cabo el análisis lineal y no lineal de la experimentación se generaron probetas de viga columna a escala con braseado monolítico de concreto y se instaló una placa de acero en la unión para poder anclar a ella la columna de acero con un análisis de fuerzas cilíndricas actuantes durante un periodo de 5.000s y obteniendo de esta manera un comportamiento histórico a punto de agrietamiento de concreto llegando al resultado que la falla principal se dio por agrietamiento en el concreto. Fue un estudio de tipo experimental en la cual la población fue uniones de vigas y columnas, la muestra se encuentra delimitada por vigas y columnas conectadas con columnas de acero; los instrumentos empleados fueron probetas a escala. Los principales resultados fueron que la propiedad sin fricción se asignó como

propiedad mecánica para simular la interacción entre las superficies de contacto, simulando la realidad del ensayo en el que los pernos son lisos en la mayor parte de su longitud, cuando tienen una rosca en la parte superior e inferior del mismo. Las condiciones de los bordes se definieron de acuerdo con el diseño, con un soporte con pasadores en la base y rodillos en los extremos de las vigas. Se concluyó El diseño de la placa base y los pernos de anclaje propuesto por el manual AISC, para el rango elástico y descontado para juntas de pilares de acero y pedestales, funcionó para el diseño de esta unión de pilares de hormigón-pilar de acero, ya que los esfuerzos en la unión de pilares y pernos elementos, no se superaron los últimos esfuerzos del material, por lo que no hubo aplastamiento en el hormigón, ni deformaciones permanentes en los pernos por fuerzas de tracción. Los desplazamientos que se producen en la junta afectaron solo al hormigón, llegando al módulo de rotura hasta agrietarlo.

Antecedentes Nacionales

Así mismo, a nivel nacional la inserción del acero estructural va tomando realce con el paso del desarrollo en la construcción; en **Huaraz** por los autores Perez, Kaireh y Díaz (2018) tuvieron en resumen, se plantea el uso de ferrocemento que consiste en vigas y columnas de acero estructural y el uso de muros y losas de losas de concreto y mallas metálicas. La investigación tuvo como objetivo obtener distintos modelos estructurales aplicando técnicas digitales, para un edificio de 3 plantas multifamiliar sometido a diferentes sistemas de cargas incluyendo la carga sísmica. Fue un estudio de tipo experimental, la población fueron las edificaciones mixtas de acero estructural y concreto armado, tomando como muestra a los muros y losas de ferrocemento; los instrumentos empleados fueron softwares de modelamiento. Los resultados fueron El proyecto consiste en un edificio de tres pisos. Se construirá con paneles nervados, las paredes portantes, la losa de entrepiso y la cubierta. Estas losetas prefabricadas de ferrocemento tienen 30 mm de espesor. Los cerramientos y la viga zapata son de hormigón armado, la altura de cada nivel sobre zapata es de 2,55 m. Este trabajo aborda el análisis de la edificación para los sistemas de cargas correspondientes y el diseño sólo de los elementos de pared.

El análisis se hará para dos variantes una con conexión entre paneles y la otra variante sin conexión entre paneles¹⁵.

En **Lima** por el autor Ramírez (2017) tuvo como objetivo reducir la vulnerabilidad de las edificaciones educativas peruanas. Fue un estudio de tipo experimental, la población de estudio fueron las edificaciones escolares del país, la muestra fueron las edificaciones escolares construidas antes de 1997; los instrumentos utilizados fueron softwares de modelamiento y sus principales resultados fueron que se logró reproducir la falla tipo corte de los edificios escolares 780 - Pre, en el módulo según lo previsto por el análisis teórico, el módulo después del ensayo no perdió su estabilidad global. Con el sistema de reforzamiento con marcos y diagonales de acero y la liberación de juntas se evitó la formación de columna corta en el módulo y lo cual dio inicio a la falla por flexo-compresión. El sistema de reforzamiento permitió mejorar considerablemente el desempeño del módulo, reduciendo los daños en cada fase de ensayo de simulación dinámica. Llegando a la conclusión de que se logró reproducir la falla tipo corte de los edificios escolares 780 - Pre, en el módulo según lo previsto por el análisis teórico¹⁶.

Como también en la ciudad de **Tacna** por el autor Nuñez (2018) tuvo como objetivo de investigación Analizar comparativamente el comportamiento sismo resistente en edificios de 06 niveles, entre el sistema Dual y Diagrid de concreto armado con los parámetros, categoría C de nuestra norma, en la zona sísmica 4 y con el perfil de suelo tipo S2. Fue un estudio tipo teórica, básica o pura en la que la población y muestra de estudio se indica que la investigación se estudió tiene un prototipo aplicable a edificaciones de 6 niveles que puede ser para centros comerciales, hoteles, edificios de departamentos y en general toda edificación cuya funcionalidad exija una arquitectura abierta o de modulación dinámica de los espacios, los instrumentos empleados fueron softwares: para los esquemas AutoCAD, para el modelamiento cálculo y obtención de resultados ETABS y para elaborar cuadros resumen Excel. Los principales resultados fueron que el sistema Diagrid presenta menores períodos de vibración y menores desplazamiento en el modelamiento estructural lo que presenta menores daños ante sismos moderados. Se concluye

que el sistema Diagrid es un sistema competitivo frente a otros aisladores sísmicos que se puedan emplear¹⁷.



Figura 3. Nudos (nodos) de acero en el sistema Diagrid
Fuente: Terri Meyer Boake, 2014

En otros idiomas

En **Canadá** por la autora Jacobsen (2017) tuvo como objetivo determinar si el diseño basado en el desplazamiento es un método satisfactorio para diseñar marcos de momento de cremallera semirrígidos para resistir el colapso durante los terremotos¹⁸. En resumen, los marcos de momento son semirrígidos debido a sus conexiones viga columna con clip o atornilladas que permiten un fácil montaje y modificaciones geométricas según las necesidades del usuario. Fue un estudio de tipo experimental en la cual la población fueron todos los pórticos de racks de varios niveles y comportamientos, la muestra fueron once pruebas físicas de una sola etapa en frío, los instrumentos empleados fueron laboratorios para pruebas físicas de desplazamiento y relación viga columna con las condiciones de Vancouver y Montreal. Los principales resultados fueron que los bastidores son notablemente flexibles y susceptibles al colapso a pesar de cumplir con los rangos de deformación como de estipulaciones de resistencia lateral sísmica por ello se concluyó que la amortiguación viscosa rayleigh dependiente de la masa proporcionó una representación imperfecta de la amortiguación en los racks.

También se realizaron investigaciones en **Estados Unidos - Luisiana** del autor Shang (2017) tuvo como objetivo desarrollar un método de aplicación de HPSC que pueda mejorar el deslizamiento coeficiente y estabilidad de las conexiones críticas de deslizamiento atornilladas de acero, así como elementos finitos modelos que

puedan predecir de forma preliminar el comportamiento de HPSC durante el deslizamiento¹⁹. En resumen, las conexiones de deslizamiento crítico se han utilizado en estructuras de acero durante mucho tiempo donde las uniones atornilladas están sujetas a cargas cilíndricas y fatiga con orificios ranurados o sobredimensionados. Fue un estudio experimental en el cual la población fueron todas las placas laminadas de ensamblaje, la muestra fue la lámina laminada o fresada o cortada en sierra por los bordes; los instrumentos empleados fueron equipos MTS NI para potenciómetros con bomba manual. Los principales resultados fueron que las HPSC pueden brindar una mejora drástica en el coeficiente de desplazamiento y brindar un comportamiento más estable y predecible que las superficies de metal desnudo; y se concluyó que las HPSC de carburo mejora el desempeño del deslizamiento en un 118% en referencia un metal desnudo.

Por otro lado, en **Estados Unidos – California** por la autora Gwynne (2018) tuvo como objetivo investigar y desarrollar métodos de análisis para estimar demandas en los elementos espalda fuerte²⁰. En resumen, a menos que exista un mecanismo para redistribuir las demandas inelásticas a otras historias, las demandas tienden a concentrarse en la historia donde se indicó la respuesta inelástica indicada de comportamiento del mecanismo de la historia. Fue un estudio experimental en el cual la población fueron marcos reforzados, la muestra fue un marco reforzado con armadura elástica para la redistribución de las demandas; los instrumentos empleados fueron equipos de laboratorio para ensayos a arriostamiento. Los principales resultados fueron que los parámetros de fuerza rigidez y deformación plástica fueron optimizados para maximizar el lateral elástico y minimizar deformaciones plásticas y se concluyó que se generaron derivas más uniformes con demandas máximas reducidas y flexibilidad de diseño mejorada con los sistemas convencionales.

Artículos

De forma similar se denota el valor que se le presta a las estructuras de acero en Europa al observar cómo en **Portugal**, en la tan reconocida casa de la arquitectura

o la Real Vinícola fue restaurada con elementos estructurales de acero²¹. Siendo la Real Vinícola una edificación tan reconocida y de importante relevancia al ser la Casa de la arquitectura decidieron apostar por el acero estructural para su restauración, sustituyendo en ella vigas, losas y escaleras en el ámbito estructural y otros detalles arquitectónicos como ventanas. En Europa, uno de los talleres más antiguos de Gon-Gar de **España** fue remodelado con estructura de acero tomando como base la estructura de concreto en abandono²². Gon-Gar puso en disposición de arquitectos uno de los locales de mayor antigüedad que se encontraba en desuso a fin de remodelarlo y que sea un instrumento de desarrollo en la construcción en el país, el proyecto realizado fue tomar como base principal la estructura inicial y ampliarla con estructura de acero de forma que se aprovechará aproximadamente el doble de área construida en comparación a la estructura inicial, obteniendo así 938 m² de área total.

Como **bases teóricas** se tubo lo siguiente: **La estructura de acero** es un conjunto de partes o piezas de acero relacionadas entre sí para formar un todo, dichas piezas deben ser adecuadamente diseñadas para poder soportar las fuerzas de la edificación. Las edificaciones en acero tienen varias ventajas, entre ellas el presupuesto y el tiempo de ejecución por ser piezas prefabricadas²³. Para la ingeniería una estructura es el conjunto de elementos que conforman la construcción, dichos elementos estructurales son los encargados de resistir y transmitir los esfuerzos actuantes en dicha construcción²⁴. Es por ello que las estructuras es el conjunto de piezas o partes unidas entre sí para formar un todo y en la presente investigación se considerará como variable independiente a la estructura de acero. El acero es el material más versátil de entre todos los materiales de construcción al ser resistente, de fácil fabricación, liviano, uniforme, elástico, durable, dúctil, tenaz, fácil ensamblaje, reutilizable y eco-amigable, porque además el acero es el material reciclable por excelencia.

El armado a partir de piezas prefabricadas se denomina montaje. En el ámbito de la construcción cuando se hace referencia a montaje es para el ensamblaje de la estructura pre fabricada, y esta puede ser cuantificada por módulos, niveles u otra

unidad arquitectónica planteada. Para la presente investigación la estructura montada de acero será medida por niveles, ya que según la cantidad de niveles se realizarán los modelamientos para obtener los resultados previos al análisis estadístico. La cantidad de niveles construidos refiere a los pisos montados de acero en la edificación inconclusa sin que se presenten fallas estructurales tanto en la super estructura en su totalidad como en la subestructura, incluido con los 3 primeros niveles considerados de concreto armado. El área construida hace mención a la suma de las áreas techas y aprovechadas de cada nivel que cumple satisfactoriamente con el modelamiento estructural.

El **comportamiento sísmico estructural** de una edificación construida en cualquier sistema tiene diversas cargas actuantes en la misma, es decir, tiene reacciones en sus elementos de diferente manera ante diversas fuerzas que pueden actuar en la estructura; fuerzas como viento, sismo, nieve, lluvia, cargas vivas o cargas muertas. En cuanto a las estructuras de acero es preciso mencionar su comportamiento estructural está directamente relacionado con las cargas normales de servicio para evaluar los estados límites de servicio²⁵. El comportamiento de la estructura dependiendo del sistema estructural de diseño se encuentra debidamente normado y parametrado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Tanto para los esfuerzos principales como para la respuesta sísmica estructural. Para el análisis del comportamiento sísmico estructural se hace uso de softwares que brindan resultados con los puntos a evaluar.

En cuanto a la respuesta sísmica, esta es la respuesta que da la estructura en cada uno de sus elementos ante un evento sísmico. Dependiendo de los niveles de acero incrementados las derivas de entre piso variará, los períodos de vibración al igual que el ratio que es la relación entre los esfuerzos actuantes y los esfuerzos resistentes, ambos valores fueron los de los resultados recopilados para el análisis estadístico. Los esfuerzos principales que varían tras la manipulación de la variable independiente fueron el punzonamiento y la cortante en la cimentación.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación aplicada es también denominada práctica o empírica, esta investigación hace uso de conocimientos adquiridos vinculados básicamente en resultados y avances de la investigación poniéndolas en práctica para la solución de problemas actuales²⁶. Por lo cual la presente investigación fue de tipo aplicada, ya que se planteó el uso del sistema constructivo en acero como pisos superiores en viviendas de concreto armado inconclusas para buscar solución a la falta de áreas de residencia por el incremento poblacional anual.

Diseño de investigación:

La investigación experimental es un proceso que observa los efectos que se producen en la variable dependiente tras someter a la variable independiente a determinados estímulos o tratamientos para observar los efectos que producen en la variable dependiente²⁷. Para la investigación presentada se evaluaron los efectos en el comportamiento sísmico estructural tras los modelamientos de diferentes niveles de estructura de acero y así poder interpretar de manera estadística las repercusiones que generan.

Uno de los tipos de diseños de investigación es el diseño cuasi-experimental. El diseño cuasi-experimental se aplican a situaciones reales en los que no se pueden formar grupos aleatoriamente por lo que se trabaja con grupos ya formados con los que es posible manejar la variable experimental²⁸. El proyecto presentado no tuvo el grupo de análisis determinado de forma aleatoria ya que se plantea una situación real en la sociedad que es la de las edificaciones en concreto armado inconclusas. Es por ello que se realizó el diseño estructural planteado en el distrito de Chorrillos, ya que al ser un panorama que se puede encontrar en distintos distritos, se eligió Chorrillos por ser uno de los distritos con suelo más crítico y por ser uno de los distritos con mayor sismicidad en Lima. Con este grupo delimitado de características para el análisis se pudo continuar con la manipulación de la variable. Es por ello que este proyecto de investigación fue experimental de tipo cuasi-experimental; no podría ser pre-experimental puesto que se llegó a dar solución al problema planteado evaluando su causa efecto.

Nivel

El nivel de la investigación presentada fue explicativa. Para ser de nivel explicativo debe ser una investigación experimental de dos o más variables en la que se pretende explicar la relación causa – efecto entre las mismas²⁹. El proyecto presente fue experimental, con dos variables y se buscó explicar su relación causa-efecto al cuantificar la repercusión de los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la estructura en su totalidad, siendo así la estructura de acero variable independiente o causa y el comportamiento sísmico estructural la variable dependiente o efecto.

Enfoque

El enfoque cuantitativo tiene la necesidad de indagar de manera controlada y experimental sintetizando dichos resultados netamente de manera numérica, dando así una explicación explícita de la relación entre variables. Además, establece con exactitud patrones de comportamiento³⁰. Es por todo lo mencionado que el enfoque cuantitativo es específico, estrecho, medible y observable mediante análisis estadísticos comparándola con predicciones e interpretaciones pasadas³¹. Los datos obtenidos tras los modelamientos en softwares fueron colocados en la ficha de recopilación de datos, estos fueron procesados de forma estadística por el programa SPSS, de esta manera se pudo medir y observar la repercusión de los niveles de estructuras de acero en el comportamiento sísmico estructural de manera numérica, se pudo observar y corroborar las hipótesis planteadas, es decir se realizó la contratación de hipótesis. Además, los problemas planteados son de respuesta numérico, por lo que la solución requerida fue cuantificable y medible, por todas estas características de la investigación se afirma que se trató de un enfoque cuantitativo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Para el presente proyecto de investigación la variable independiente fue la estructura de acero, la estructura es un conjunto de piezas o partes que se unen para formar un todo o un sistema; en la ingeniería dichas piezas son capaces de transmitir cargas verticales u horizontales. De modo que al hacer referencia a estructura de acero nos referimos a piezas de acero diseñadas adecuadamente para soportar fuerzas de la edificación³².

La estructura de acero fue dimensionada a través de niveles sobrepuestos gradualmente sobre una estructura de concreto armado construida a un 50% de su diseño inicial y en cada escenario se evaluó el comportamiento sísmico estructural que dichos niveles generan en la estructura en su totalidad. La estructura de acero es la variable que se manipuló.

Además, se generó un análisis a los indicadores de la variable independiente considerando el área construida total en acero y la cantidad de niveles montados; comparado con la edificación de concreto armado del diseño inicial y la edificación inconclusa; con eso se tendría una investigación completa tanto por el análisis estructural como por el de gestión de proyectos. (Ver anexo 01)

Variable dependiente

Se trabajó con el comportamiento sísmico estructural como variable dependiente. El comportamiento de una estructura es la reacción de la misma ante las cargas que actúan en ella; cargas como las de viento, lluvia o granizo, nieve, cargas muertas, cargas vivas, fuerzas sísmicas³³. Es por ello que ante estas cargas se generan esfuerzos principales y respuesta sísmica en la estructura.

Para poder evaluar el comportamiento sísmico estructural se dimensiona por respuesta sísmica que tuvieron como indicadores al ratio, la deriva entre pisos y períodos de vibración; como segunda dimensión evaluada se consideraron los esfuerzos principales que tienen como indicadores a la cortante en la cimentación y el punzonamiento en la misma, teniendo así una investigación estructural. (Ver anexo 02)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es infinita cuando el grupo global a evaluar cuenta con más de 100000 ejemplares con las mismas características de selección para su estudio³⁴. Las características del grupo a evaluar en el proyecto presentado fueron todas las edificaciones diseñadas en concreto armado con sistema dual que no fueron construidas en su totalidad, esta es una realidad a nivel nacional por lo que no se puede contabilizar de forma precisa la cantidad de ejemplares que presentan estas características de selección, lo que conlleva a una población infinita.



Figura 4. Viviendas inconclusas en la zona de estudio
Fuente: Elaboración Propia

Muestra

La muestra fue escogida de forma no probabilística; dados los diversos casos posibles para la ejecución del proyecto se tomó por conveniencia una estructura a evaluar de concreto armado multifamiliar diseñada para 6 niveles, se consideró su diseño en el distrito de Chorrillos por ser uno de los distritos con mayor sismicidad en Lima y con el suelo más inestable de la ciudad como se muestra en el anexo 07, que son documentos emitidos por la Municipalidad distrital de Chorrillos, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS), Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID) y universidad nacional de ingeniería (UNI). Dentro del distrito de Chorrillos se consideró una zona de estudio que cuente con zonificación residencial para que la solución a la problemática de vivienda multifamiliar sea viable, por lo que se presentó el anexo 08.

El diseño en concreto armado se generó en sistema resistente a fuerzas laterales tipo dual. Dicho sistema se encuentra basado en una combinación de muros estructurales y pórticos que resisten en la base al menos el 25% de la cortante basal³⁵. Generando de este modo la muestra diseñada para seis niveles y planteada como construida hasta los 3 primeros niveles, para así considerarla como vivienda inconclusa al 50%.

Muestreo

Cuando se trabajan con grupos ya formados, por lo general en situaciones reales existentes se pueden formar grupos de evaluación aleatoriamente y esto no impide la manipulación de variables³⁶. Al momento de determinar la muestra se siguieron criterios de la técnica de aleatoriedad simple.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos

Una de las técnicas de recolección de datos fue la recopilación documental teniendo como instrumento la ficha de recolección de datos teniendo como fuente de la misma el reglamento nacional de edificaciones (RNE) tanto para el diseño en concreto armado como para el diseño en acero, tomando para cada ficha las normativas necesarias para cada sistema estructural.

La segunda técnica utilizada fue la recopilación de datos haciendo uso como instrumento a la ficha de registro de datos (ver anexo 05), esta ficha sirvió de registro de los resultados obtenidos por el software ETABs para poder realizar un análisis estadístico de los mismos y poder llegar a la interpretación de resultados de forma cuantitativa experimental, el software contó con la licencia. ETABs es un paquete integrado para el diseño de edificios y análisis estructural, para el respaldo se los resultados se obtuvo la licencia correspondiente como se presenta en el anexo 09 emitida por Computers and structures, Inc.

Tabla 2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Técnica	Instrumento	Fuente
Recopilación documental	Ficha de recolección de datos	Reglamento Nacional de edificaciones
Recopilación de resultados	Ficha de registro de resultados	Reglamento Nacional de edificaciones Resultados obtenidos de software

Fuente: Elaboración propia.

Validez

La validación se realizó a través de juicio de expertos, donde se evaluó el contenido, criterio y constructo de los instrumentos empleados en la presente investigación; así como la objetividad, coherencia, suficiencia, claridad, relevancia y consistencia

de los instrumentos. Evaluando la exactitud de cada indicador planteado para el propósito de la investigación.

Confiabilidad

Cada uno de los instrumentos requeridos fueron debidamente validos tomando como medida el índice Kappa, a través de este se evalúa la concordancia entre expertos teniendo como únicos a dos aspectos distintos para el estudio de fiabilidad³⁷. El resultado del índice Kappa fue 0.8124, este valor se interpreta que existe una concordancia muy buena, es decir, los instrumentos son válidos y aptos para su uso.

Tabla 3. Confiabilidad

Valor de K	Fuerza de la concordancia
<0.20	Pobre
0.21-0.40	Débil
0.41-0.60	Moderada
0.61-0.80	Buena
0.81-1.00	Muy buena

Fuente: López y Pita, 1999.

3.5. Procedimientos

El primer paso fue realizar fichas de recolección de datos teniendo como fuente al reglamento nacional de edificaciones para el diseño en concreto armado de la vivienda multifamiliar con proyección a 6 niveles en sistema de resistencia a fuerzas laterales tipo dual, posteriormente se realizó el diseño en acero estructural del mismo diseño arquitectónico con proyección a 6 niveles con pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados debido a la necesidad de control torsional de la edificación; cada diseño se realizó con su respectiva ficha de recolección de datos para tener sustento de los diseños estructurales. Cada ficha de recolección de datos fue validada por expertos.

El siguiente paso a tomar fue el modelamiento estructural de la vivienda de concreto armado en el software de análisis estructural según lo diseñado previamente pero sólo fue modelado hasta el tercer nivel, es decir construido al 50% y se modelaron tres pisos superiores con el diseño de acero, se generó la simulación sísmica y se

registraron los datos obtenidos en la ficha de recolección de resultados. Posteriormente se repitió el modelamiento, pero con 6 pisos de acero lo que llevaría a un incremento del 50% de pisos en total construidos según lo basado al diseño inicial y los resultados fueron recopilados del mismo modo. Luego se repitió el modelamiento, pero con 9 pisos de acero para poder alcanzar el 100% de incremento en niveles construidos. Los datos recolectados fueron analizados estadísticamente por el programa SPSS para su correcto análisis y la contrastación de hipótesis de la investigación.

Una vez determinada la cantidad de niveles admisibles en el comportamiento sísmico estructural de la edificación se evaluó también el área construida aprovechada con dichos niveles montados.

3.6. Método de análisis de datos

El primer modelamiento estructural corresponde a una edificación de concreto armado de sistema dual de tres niveles, los siguientes modelamientos correspondieron a la misma estructura de concreto armado adicionando un nivel de acero por cada nuevo modelamiento hasta incorporar 9 pisos en sistema constructivo de acero estructural. De cada modelamiento se obtuvo diferentes valores de respuesta sísmica como ratio, deriva de entre piso y períodos de vibración; y valores de los esfuerzos principales en la estructura como cortante y punzonamiento en la cimentación. Dichos valores de cada modelamiento fueron registrados para proceder con un análisis estadístico. La representación de la distribución probabilística del comportamiento de efectos resultantes tras la manipulación experimental de una variable se denomina análisis estadístico³⁸. El resultado del análisis estadístico fue la fuente para la interpretación de resultados y la contrastación de hipótesis.

3.7. Aspectos éticos

La investigación presentada fue elaborada en su totalidad con propósitos benéficos en busca de la aplicación del avance de la ciencia y su aplicación como aporte a la sociedad. La totalidad de la investigación cuenta con autonomía de información, de la misma manera se respetó la propiedad intelectual de todos los datos requeridos. Cada uno fue debidamente citado y referenciado; tanto en datos nacionales como internacionales, lo que garantiza la ética de la investigación. (Ver anexo 03)

IV. RESULTADOS

4.1 Zona de estudio

Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, al suroeste de la provincia de Lima y noreste del distrito de Chorrillos. A una altitud aproximada de 71.8 m.s.n.m. (Ver anexo 08).

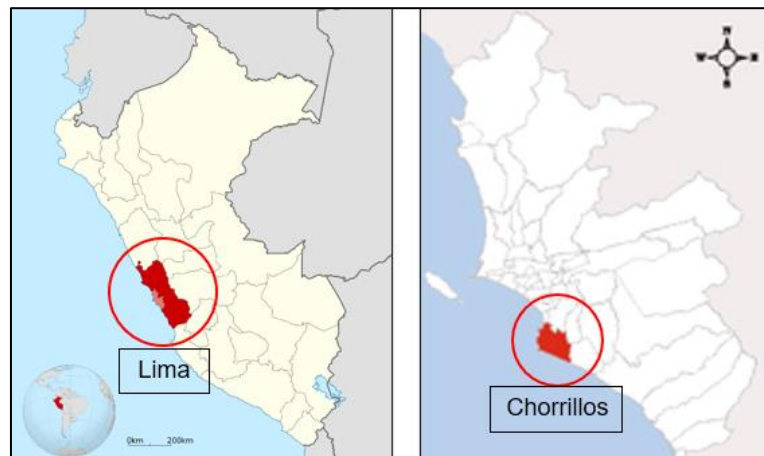


Figura 5. Ubicación de la zona de estudio
Fuente: Google Earth

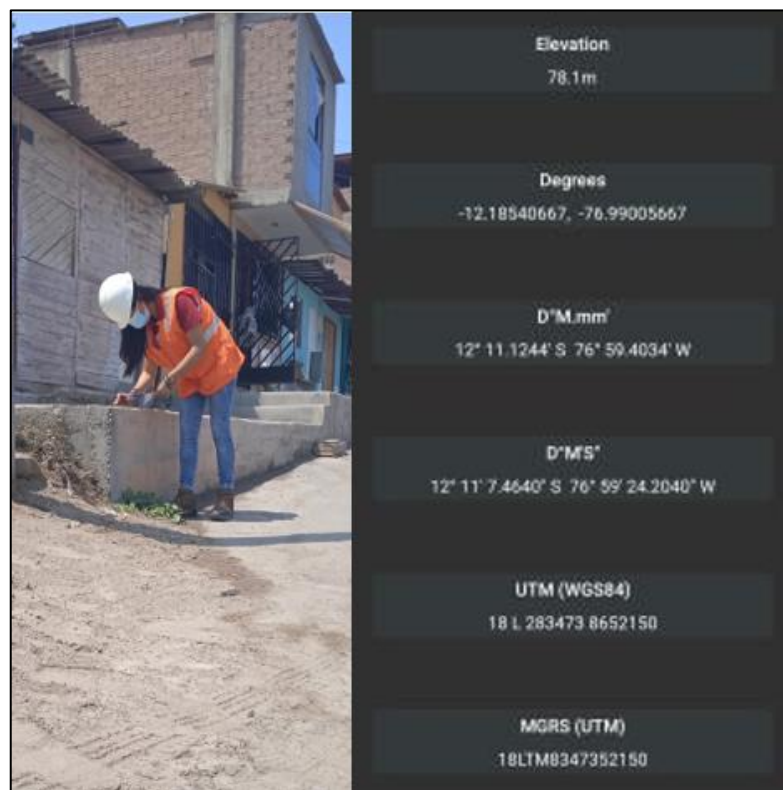


Figura 6. Georreferenciación de la zona de estudio
Fuente: Elaboración Propia

4.2 Trabajos previos

Consideraciones generales de diseño

Tanto para el diseño en concreto armado como en acero estructural se consideró la normativa peruana RNE y normativas extranjeras consideradas y aceptadas por el reglamento peruano como ACSI, ASTM y AWS. Al culminar los diseños en concreto armado y acero estructural se generaron los planos estructurales presentados en el anexo 10. Los planos presentados fueron firmados y sellados para ser validados por juicio de expertos. Así mismo, se generó una codificación en planta que se utilizó durante todos los procesos de experimentación en los esfuerzos principales; la codificación como se muestra en la Figura 7 y Figura 8 presenta 11 puntos de control por corte y 8 franjas de control por cortante en la cimentación, 5 franjas en el eje X y 3 franjas en el eje Y.

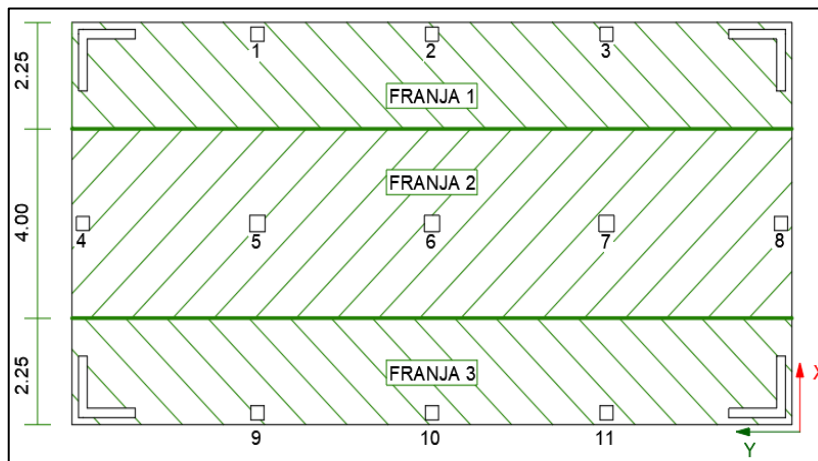


Figura 7. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje Y.
Fuente: Elaboración Propia

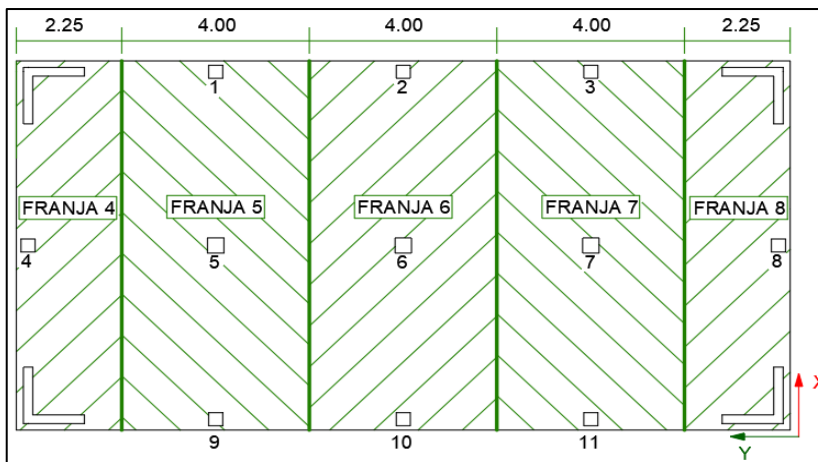


Figura 8. Codificación para control por punzonamiento y corte en el eje X.
Fuente: Elaboración Propia

Diseño en concreto armado

Para el diseño de la edificación en concreto armado se consideró una vivienda multifamiliar de seis niveles. Primero se realizó el predimensionamiento de las columnas céntricas y excéntricas, las placas en X e Y, las vigas principales y secundarias y la losa aligerada. En dicho predimensionamiento se consideró análisis estático a flexión, torsión y compresión dependiendo del elemento estructural. Una vez obtenidos los detalles del predimensionamiento se modeló la estructura en ETABs para un análisis integral y más preciso tanto estático como dinámico; las secciones finales de los elementos estructurales no difieren mucho de los predimensionados. El diseño en concreto armado final se presentó en sistema dual ya que fue necesario el diseño de placas tanto en X como en Y. La cimentación fue diseñada con las cargas de la edificación en concreto armado acorde al planteamiento del problema. Al diseñar zapatas aisladas existía superposición entre varias de ellas por lo que se diseñó finalmente una platea de cimentación.

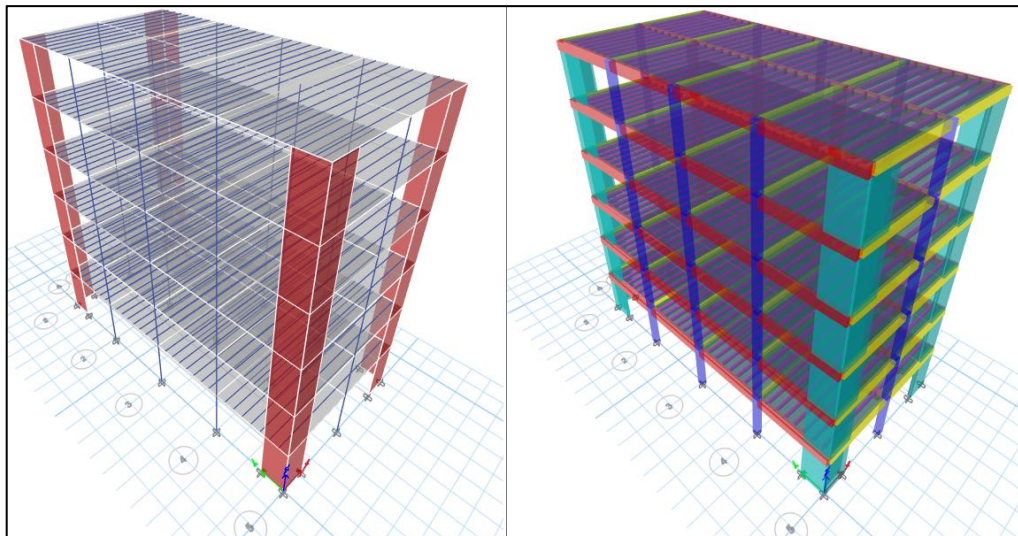


Figura 9 Modelamiento de diseño en C°A° en ETABs sin y con extrusión de elementos
Fuente: Elaboración propia

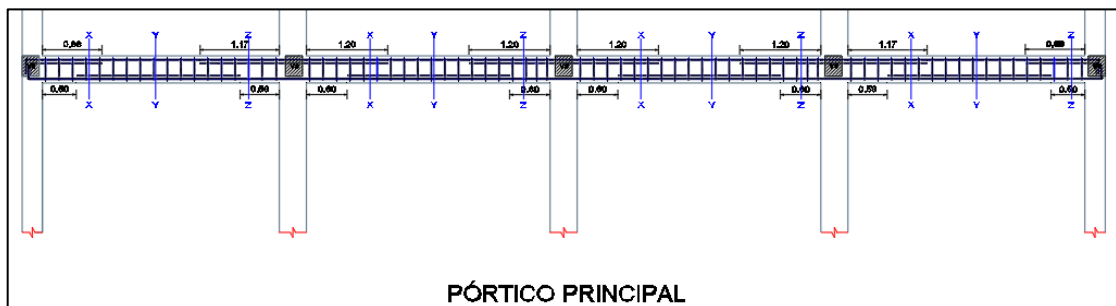


Figura 10. Detalle de acero corrugado en pórtico principal de concreto armado
Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Detalle de platea de cimentación
Fuente: Elaboración propia

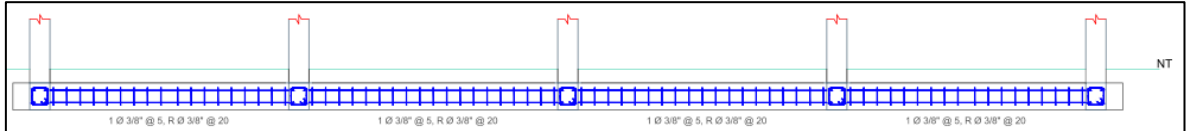


Figura 12. Detalle de viga de cimentación
Fuente: Elaboración propia

Diseño en acero estructural

La estructura de acero estructural fue diseñada para seis niveles de vivienda multifamiliar, la misma que se predimensionó por análisis estático de las columnas céntricas y excéntricas, las vigas principales y secundarias, las viguetas, los arriostres y la losa colaborante, evaluando compresión, tracción, flexo-compresión y torción dependiendo del elemento estructural. Obtenidas las secciones y características de cada elemento se modeló la estructura en el software ETABs para un dimensionamiento de mayor precisión con análisis estático y dinámico. Finalmente, el resultado de la estructura en acero fue de pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados.

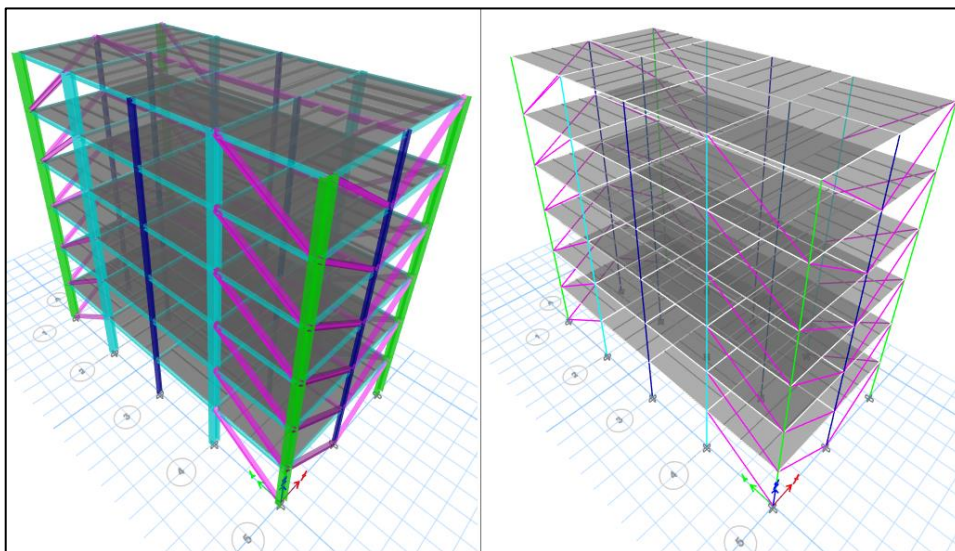


Figura 13. Modelamiento de diseño en acero en ETABs con y sin extrusión de elementos
Fuente: Elaboración propia

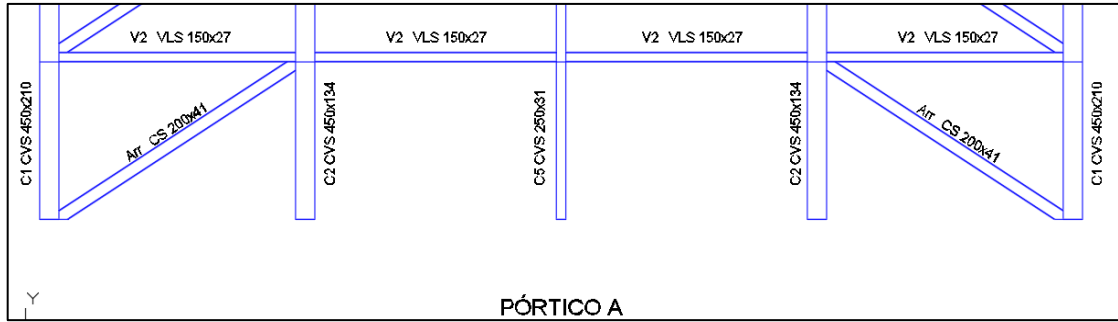


Figura 14. Detalle de acero estructural en pórtico principal de estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

4.3 Modelamientos base

Modelamiento en concreto armado

El modelamiento en el diseño patrón de concreto armado también se evaluó de acuerdo a los indicadores establecidos ya que de esta manera se pudo revisar que la edificación propuesta realmente se encuentre bien diseñada y pueda ser usada en la experimentación sucesiva haciendo uso de su diseño estructural; además nos brindó un panorama inicial con el que se presenta la edificación patrón. Los resultados obtenidos del software del primer modelamiento se encuentran en el anexo 11. La primera dimensión es la respuesta sísmica que se mide a través de los valores de ratio, derivas de entre piso y períodos de vibración como se muestra en la Figura 15, Figura 16 y Figura 17 respectivamente.

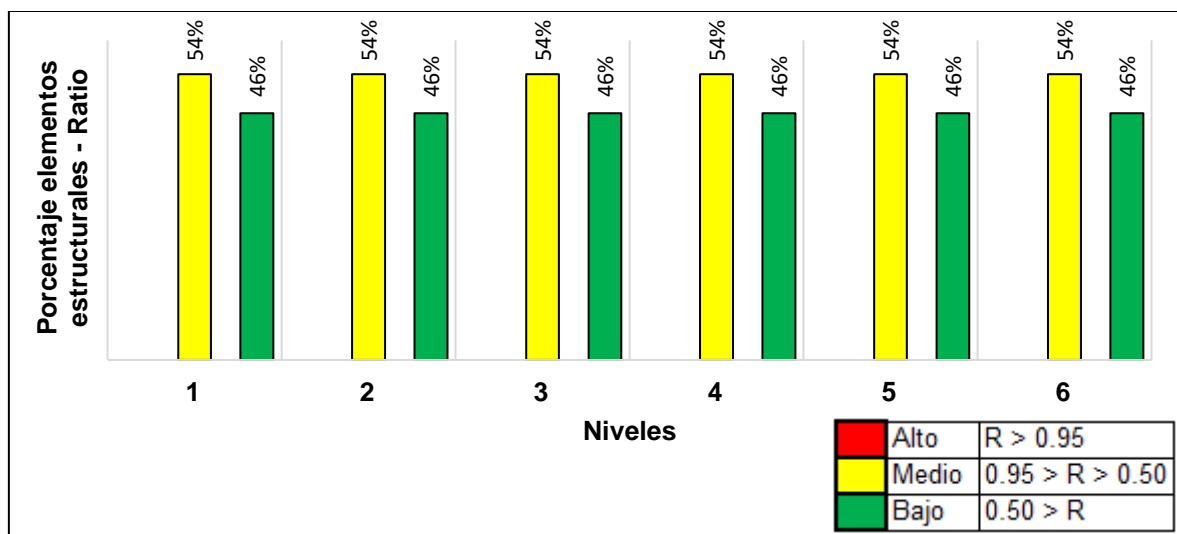


Figura 15. Ratio del modelo patrón concreto armado
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al ratio se pudo destacar que el 54% de los elementos estructurales se encontraron en un nivel medio y un 46% en nivel bajo. Se destacó también que ningún elemento registró un valor de ratio alto, puesto que esto indicaría falla en la estructura.

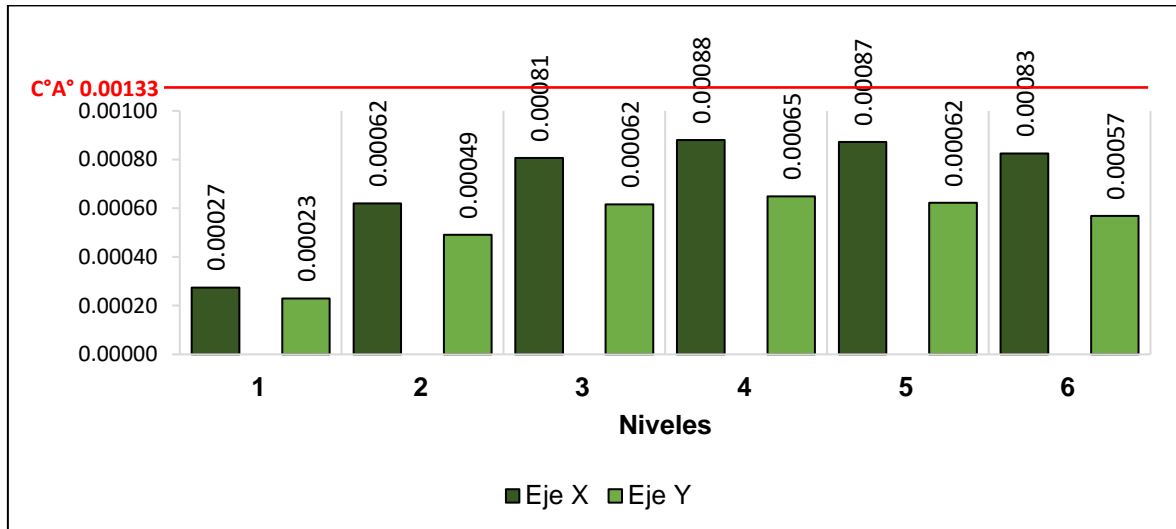


Figura 16. Deriva de entrepiso del modelo patrón concreto armado
Fuente: Elaboración propia

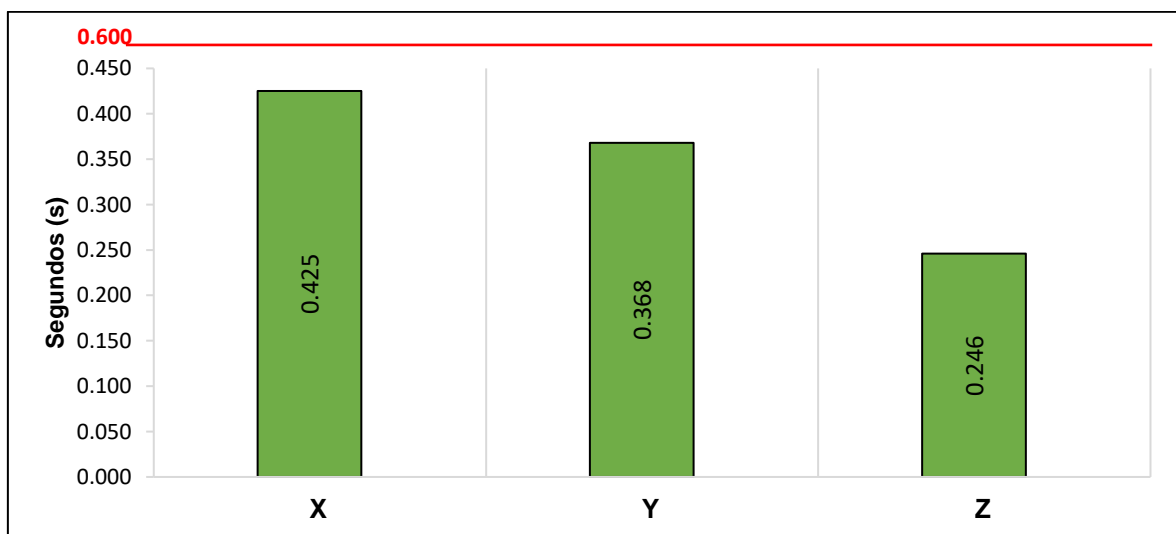


Figura 17. Período de vibración del modelo patrón concreto armado
Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo se pudo observar que las derivas de entre piso y los períodos fundamentales de vibración no excedieron lo establecido por el reglamento nacional; teniendo como máximo valor de deriva 0.00088 en el quinto nivel en el eje X siendo 0.001333 el máximo permitido para concreto armado con R=7 como es el diseño presentado y el máximo valor de periodo fundamental de vibración 0.425 en la dirección X siendo 0.6 el máximo valor considerado. Para analizar los

esfuerzos principales en la estructura patrón se consideró el análisis de punzonamiento y cortante en la cimentación obteniendo los resultados que se presentan en la Figura 18 y Figura 19 respectivamente.

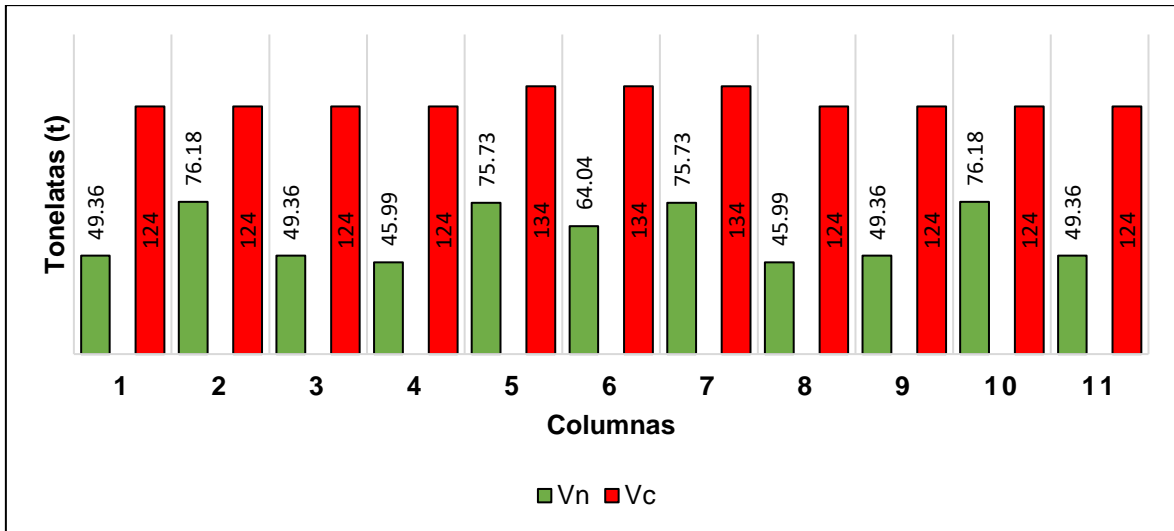


Figura 18. Punzonamiento en la cimentación modelo patrón concreto armado
Fuente: Elaboración propia

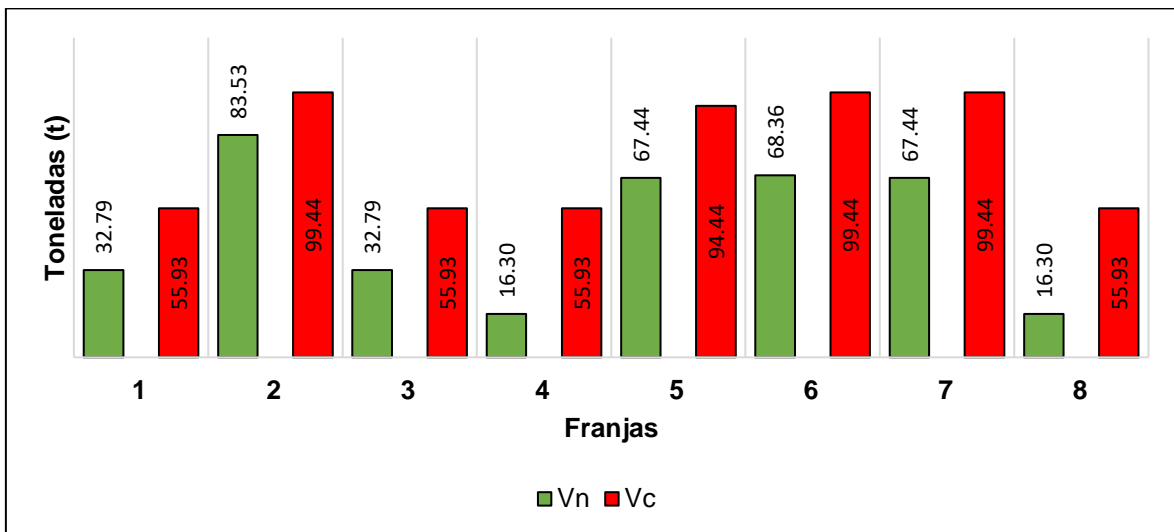


Figura 19. Cortante en la cimentación en modelo patrón concreto armado
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al punzonamiento se pudo destacar que fueron las columnas 5, 6 y 7 las que generaron mayor fuerza actuante, estas columnas fueron precisamente las columnas céntricas con 131.57 t de fuerza actuante y 269.47 t de fuerza resistente al punzonamiento. Por parte de las fuerzas cortantes fueron las franjas centrales en ambas direcciones las que contaron con los valores más altos teniendo en el eje Y la franja 2 con 83.53 t de fuerza actuante y 99.44 t de fuerza resistente por corte; del mismo modo se destacaron en el eje X las franjas 5, 6 y 7 con 68.36 t de fuerza

actuante y 99.44 t de fuerzas resistentes al corte. Fue preciso denotar que ninguna de las fuerzas actuantes fue superior a las fuerzas resistentes ni en corte ni en punzonamiento, es decir, no hubo falla en la cimentación con la estructura de concreto patrón actuando en la platea. Todos los resultados del primero modelamiento nos indicaron que no existió falla en la estructura, motivo por el cual se pudo usar los datos y dimensiones de la estructura de concreto armado para la experimentación.

Modelamiento en estructura de acero

Para la estructura de acero base se siguieron las mismas dimensiones de supervisión y chequeo bajo los mismos criterios de análisis estructural; comenzando con la respuesta sísmica y evaluando sus indicadores de ratio, deriva de entrepiso y períodos de vibración como se presentaron en la Figura 20, Figura 21 y Figura 22 respectivo a cada indicador. (ver anexo 11)

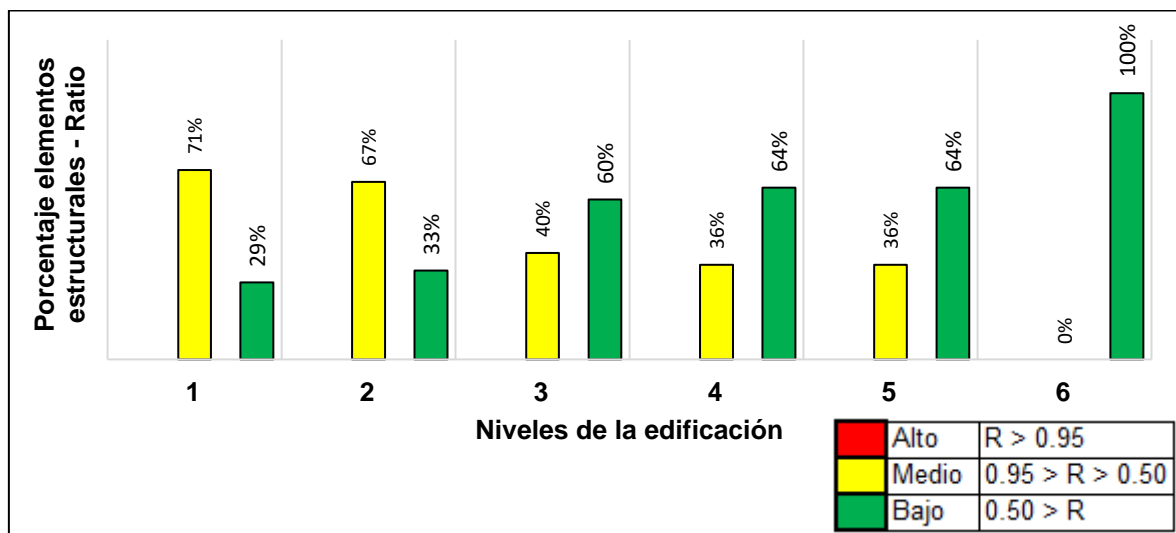


Figura 20. Ratio del modelo base estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

En cuanto al valor de ratio se pudo observar que en los primeros niveles el 71% a 67% de los elementos evaluados se encontraron en un nivel medio siendo los mayores porcentajes de nivel medio en toda la edificación; en los niveles superiores se encontraron los mayores porcentajes de elementos con nivel bajo entre 82% y 64%; esto es debido a que los niveles más altos tienen menores cargas que soportar. También fue importante denotar que ningún elemento de la estructura se encontró en nivel alto, de ser así se indicaría que existe falla en dicho elemento.

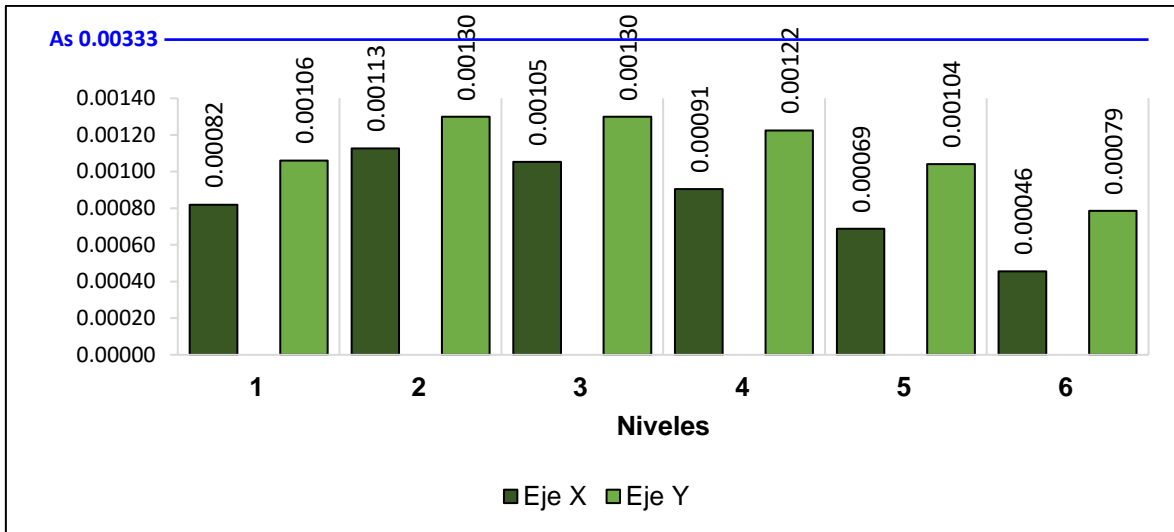


Figura 21. Deriva de entre piso del modelo base estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

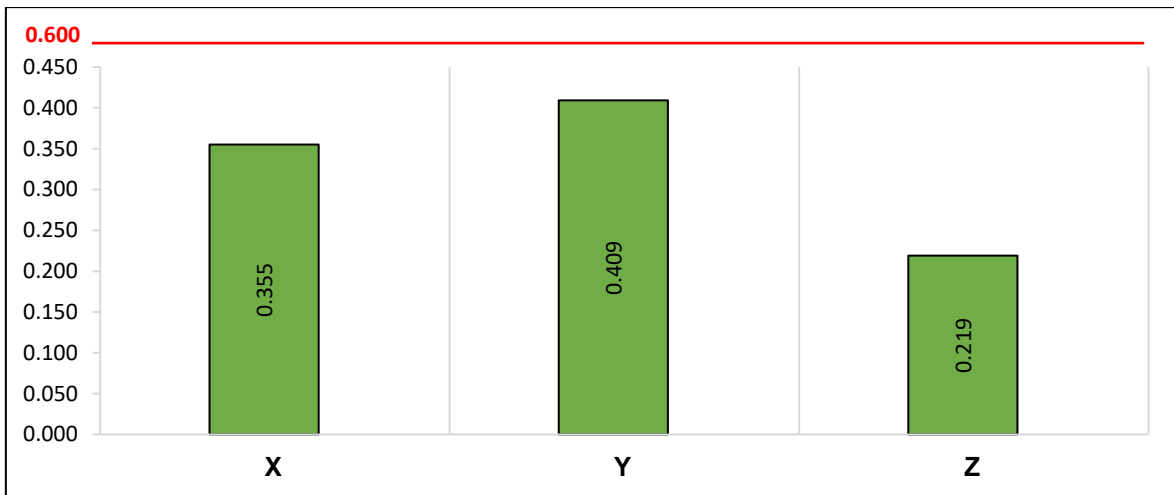


Figura 22. Período de vibración del modelo base estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

Los valores de derivas de entrepiso y períodos fundamentales de vibración se encontraron dentro de lo establecido por el reglamento nacional, presentando como máximo valor de deriva de entrepiso 0.001299 en el eje Y cuando lo máximo permitido es de 0.00333 para edificaciones en acero estructural con $R=4$ como es el caso presentado. Por otra parte, el máximo valor de período de vibración se da en el eje Y con 0.409 siendo el mayor valor permitido de 0.6. Para evaluar los esfuerzos principales se consideró la misma edificación en acero con la platea de cimentación diseñada en concreto armado para que se tenga concordancia con el planteamiento del problema y los resultados obtenidos a evaluar por punzonamiento y corte se muestran en la Figura 23 y Figura 24.

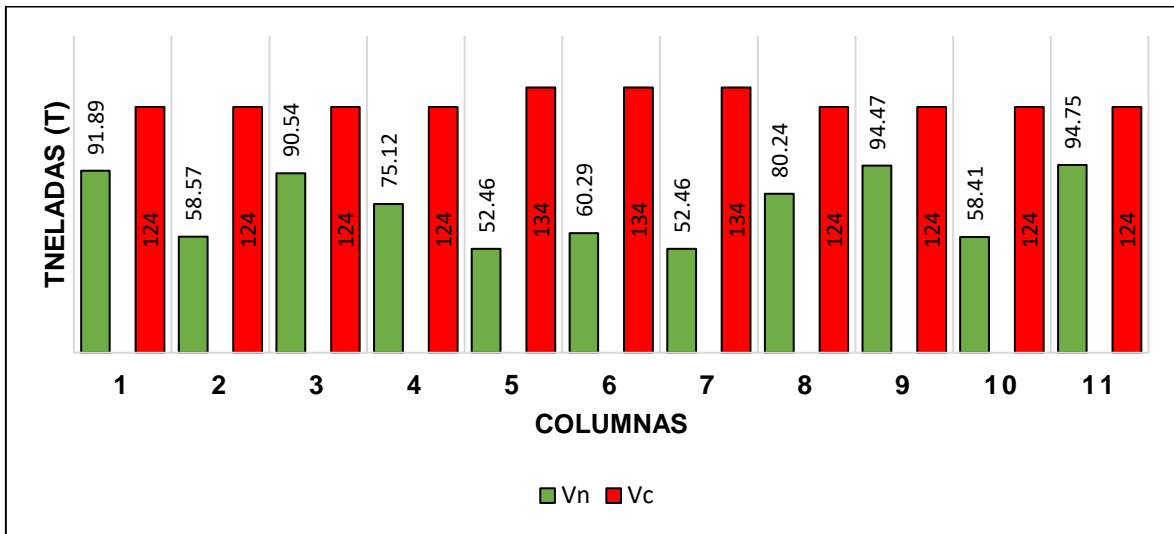


Figura 23. Punzonamiento en la cimentación modelo base estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

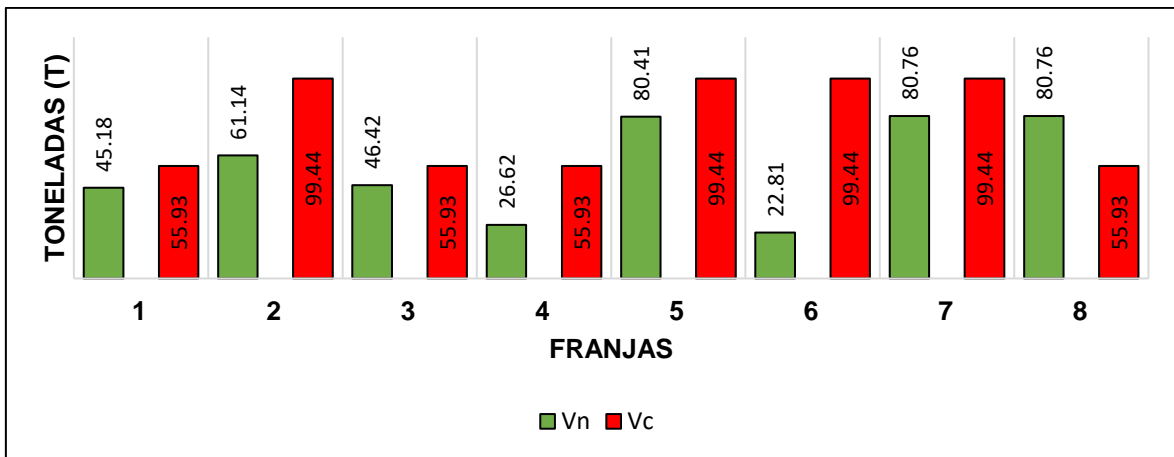


Figura 24. Cortante en la cimentación modelo base estructura de acero
Fuente: Elaboración propia

En los resultados de punzonamiento y cortante en la cimentación no se registraron fallas como era lo esperado puesto que la edificación en acero es más liviana que la de concreto armado; siendo así el mayor valor de fuerza actuante por punzonamiento de 115.56 t y fuerza resistente de 134.00 t en la columna 6. En cuanto a las fuerzas de cortante se registraron los mayores valores en el eje Y en la franja central 2 con 61.14 t de fuerza actuante y 99.44 t de fuerza admisible y en el eje X en las franjas 5 y 7 con 80.76 t de fuerza actuante y 99.44 t de fuerza resistente a cortante. Ninguno de los indicadores evaluados superó lo establecido por el reglamento nacional, por lo tanto, el diseño en acero modelado se pudo usar como modelo base para la experimentación.

4.4 Objetivo 1: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación

Los siguientes resultados presentados refieren a la dimensión 1 (respuesta sísmica) en cada modelamiento que se realizó con un rango de 0 a 9 niveles de acero incrementados. Inicialmente se modeló la estructura de concreto armado más 3, 6 y 9 niveles montados. También se realizó el modelamiento a 7 y 8 niveles montados con el fin de encontrar el valor óptimo y el punto de falla de niveles montados, ya que se encontró que con 6 niveles montados no se encontraron fallas estructurales en la edificación y con 9 niveles montados sí. En cada modelamiento se midieron los indicadores correspondientes que son ratio, deriva de entre piso y periodo de vibración. Finalmente se presentó por cada indicador un resultado general en el que se pudo observar en panorama general la influencia de cada nivel de acero montado. (ver anexo 11)

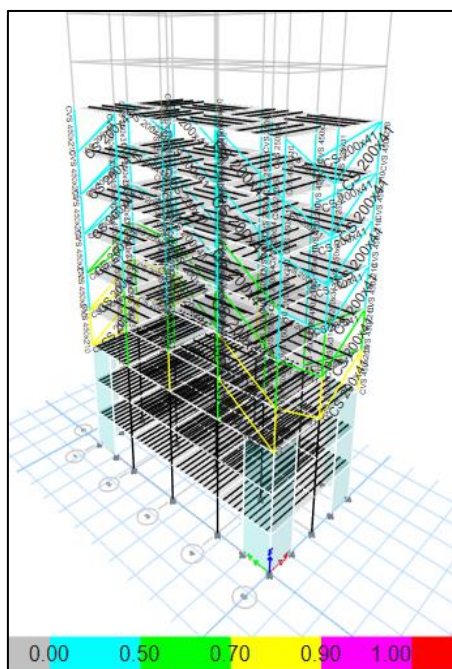


Figura 26. Valores de Ratio dentro de escala permisible
Fuente: Elaboración propia

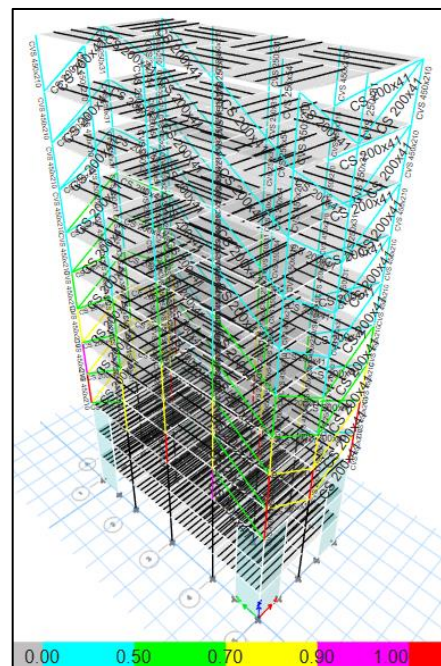


Figura 25. Valores de Ratio fuera de escala permisible
Fuente: Elaboración propia

Ratio

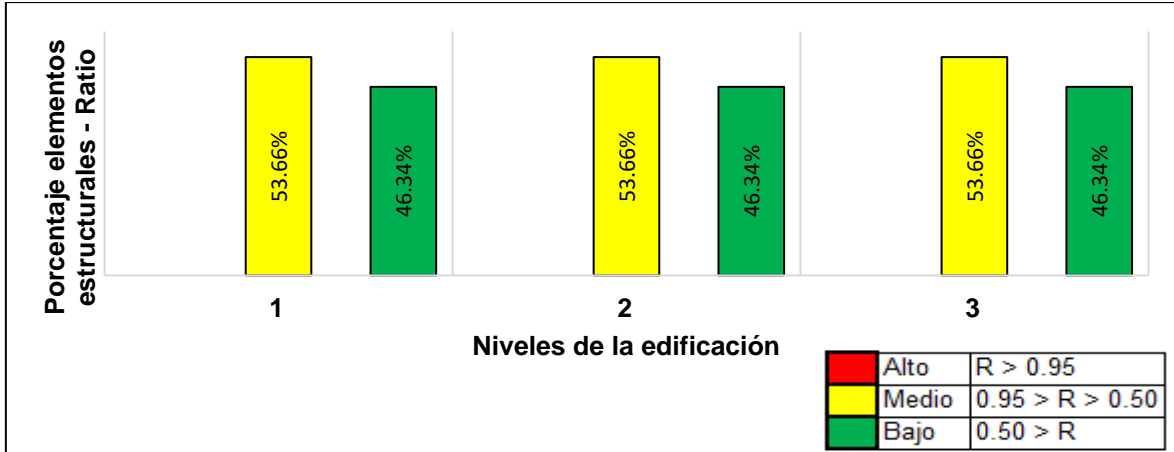


Figura 27. Ratio en 3 niveles de concreto y 0 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 se presenta el mismo porcentaje de rango medio en todos los niveles de la edificación con 53.66% al igual que el rango bajo con 46.34% se interpreta que cada elemento por piso se encuentra en el mismo rango en diferentes niveles. No se presenta ningún elemento en rango alto, es decir, no existe falla por ratio en ningún elemento estructural de la edificación. (ver anexo 11)

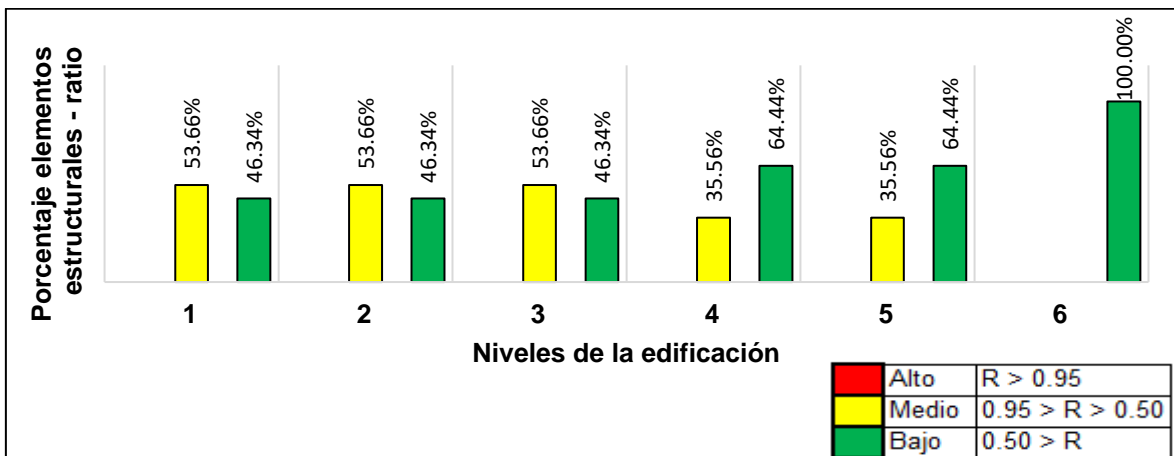


Figura 28. Ratio en 3 niveles de concreto y 3 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 28 se presenta en los 3 primeros niveles los porcentajes de los rangos medio y bajo son iguales, lo que indica que los niveles montados de acero no han generado variación de regularidad de distribución de cargas en los esfuerzos de elementos en concreto armado. Por otra parte, en el nivel 6 el 100% de elementos se encuentran en rango bajo indica que esta edificación puede admitir más niveles montados. En ningún nivel se tienen elementos con ratio en rango alto, es decir, no hay falla por ratio en la edificación. (ver anexo 11)

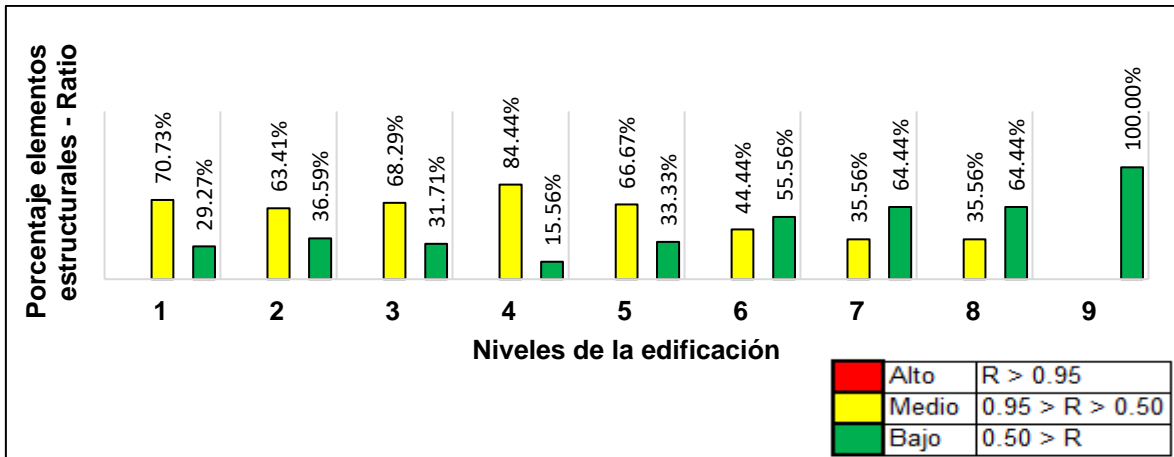


Figura 29. Ratio en 3 niveles de concreto y 6 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 29 se muestra que los porcentajes en los 3 primeros niveles de concreto son variables y en el primer nivel el 70.73% de elementos se encuentran en rango medio. En cuanto a los niveles de acero el mayor porcentaje de elementos en rango medio se encuentra en el cuarto nivel con 84.44% y en el último nivel de concreto el 68.29% se encuentra en rango medio. Ningún elemento de la edificación se encuentra en rango alto, es decir, no hay falla por ratio en la edificación.

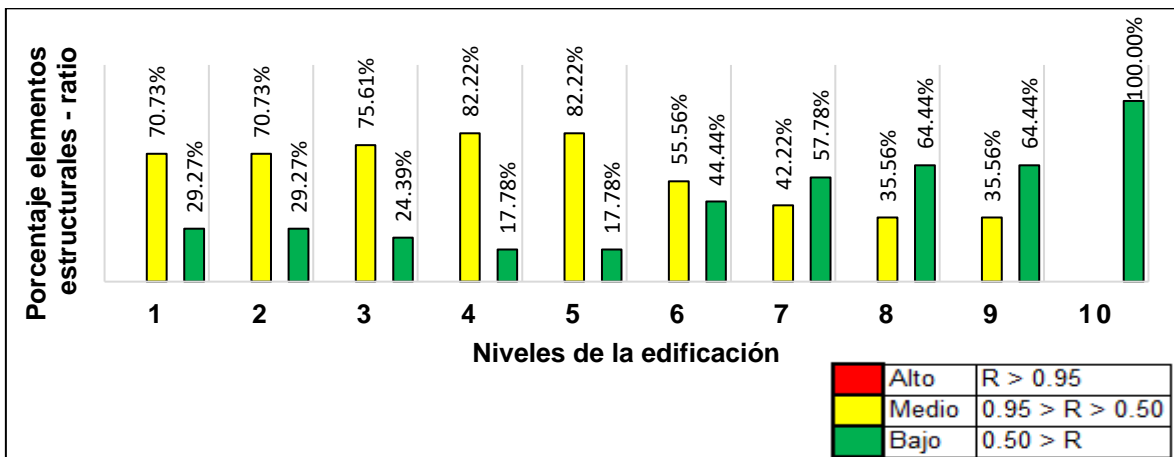


Figura 30. Ratio en 3 niveles de concreto y 7 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30 con 7 niveles montados de acero sobre 3 niveles de concreto armado se presenta el mayor valor en el rango medio en el cuarto y quinto nivel con 82.22% siendo ambos los dos primeros niveles de acero teniendo en segundo lugar a los elementos de concreto con 75.61% en el tercer nivel de concreto armado. Ningún elemento de la edificación presenta un valor de ratio superior al rango medio, por lo que, no hay falla por ratio en la edificación. (ver anexo 11)

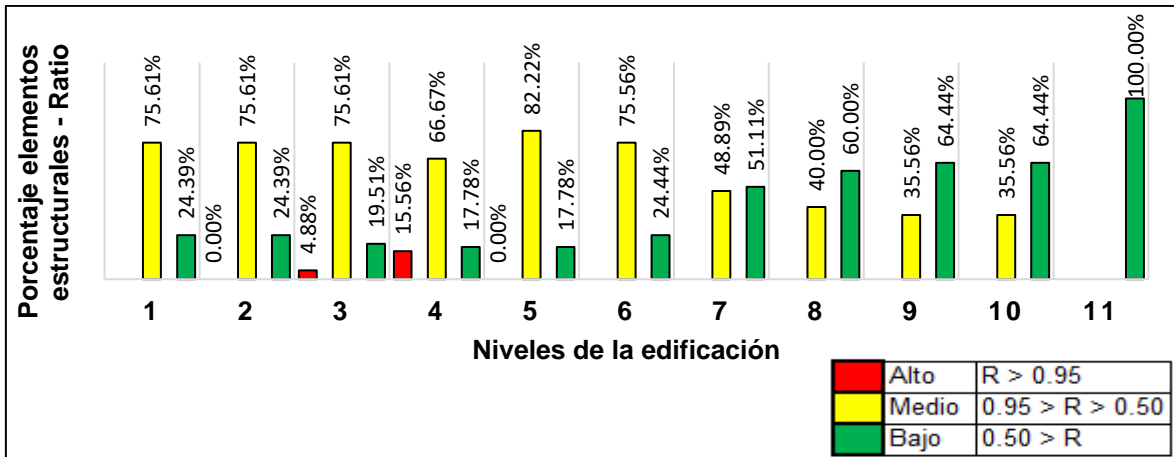


Figura 31. Ratio en 3 niveles de concreto y 8 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 31 Lo más resaltante es que se presenta falla en la edificación por ratio al tener elementos en el rango alto, en tercer piso de concreto armado el 4.88% de los elementos estructurales fallaron y en el cuarto piso en acero el 15.56%. En los dos primeros niveles de concreto se cuenta con menos del 25% de elementos en rango bajo de ratio. La falla de ratio en los elementos estructurales se dio en el último nivel de concreto armado y el primero de acero. (ver anexo 11)

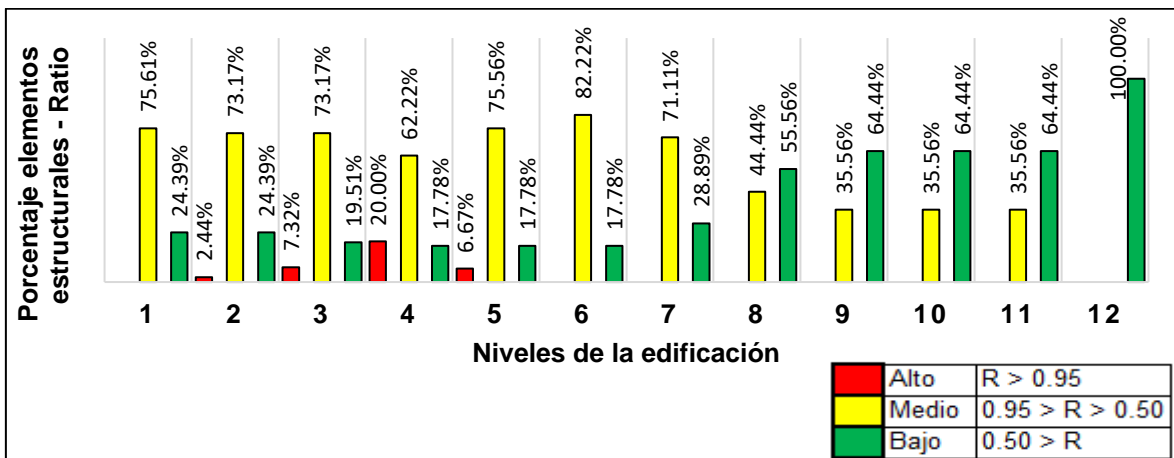


Figura 32. Ratio en 3 niveles de concreto y 9 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32 se muestra que con la incrementación de 9 niveles de acero han generado falla por ratio en la edificación; en concreto armado en el tercer nivel se tiene 7.32% de sus elementos pasaron al nivel alto de ratio y el en cuarto nivel de acero el 20% de sus elementos también fallaron por ratio. También se registran fallas en el segundo y quinto nivel en porcentajes menores de 2.44% y 6.67% respectivamente. (ver anexo 11)

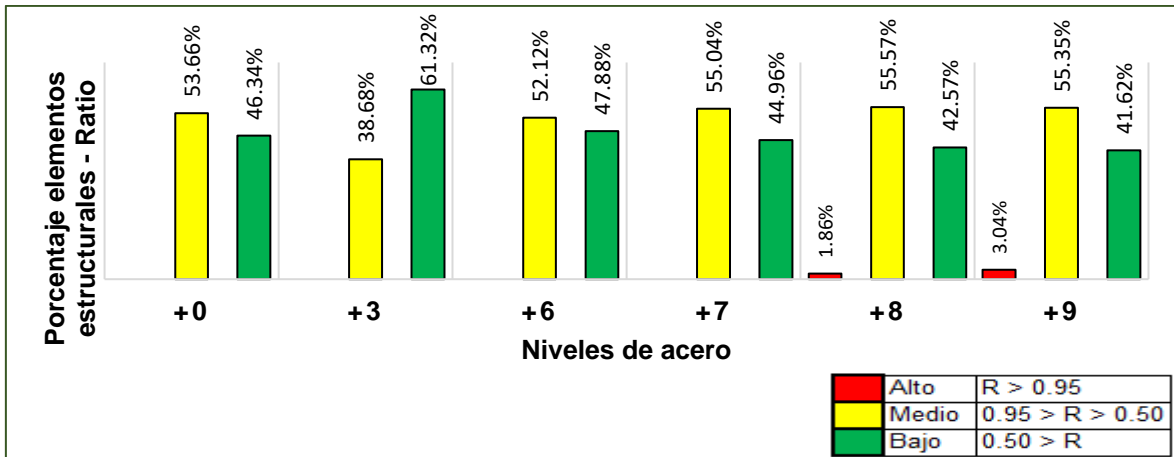


Figura 33. Ratio en la edificación con niveles de acero montado
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33 se muestra un panorama general del ratio por nivel de acero incrementado. Se denota como la edificación falla por ratio cuando se añade 8 niveles de acero a los 3 primeros niveles de concreto armado. Por lo que se interpreta que se pueden incrementar hasta 7 niveles de acero a los 3 niveles de concreto sin tener falla por ratio, es decir, se pueden tener hasta 10 pisos considerando ambos sistemas estructurales. (ver anexo 11)

Deriva de entrepiso

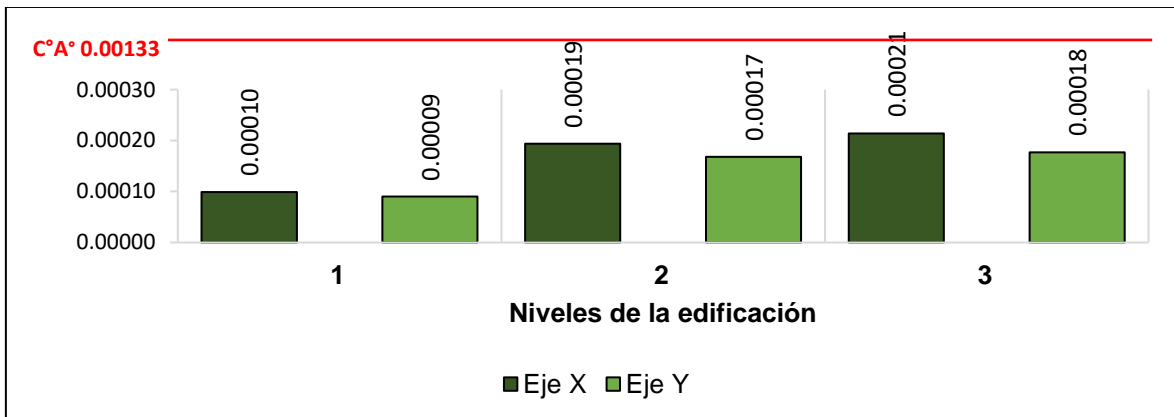


Figura 34. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 0 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 34 se presenta la deriva de entrepiso por nivel en 3 niveles de concreto armado sin niveles montados de acero en la que destaca el mayor valor de 0.00021 que se encuentra muy por debajo del máximo valor permitido para concreto armado de 0.001333. Dado los datos presentados, no se presenta falla por deriva de entrepiso. (ver anexo 11)

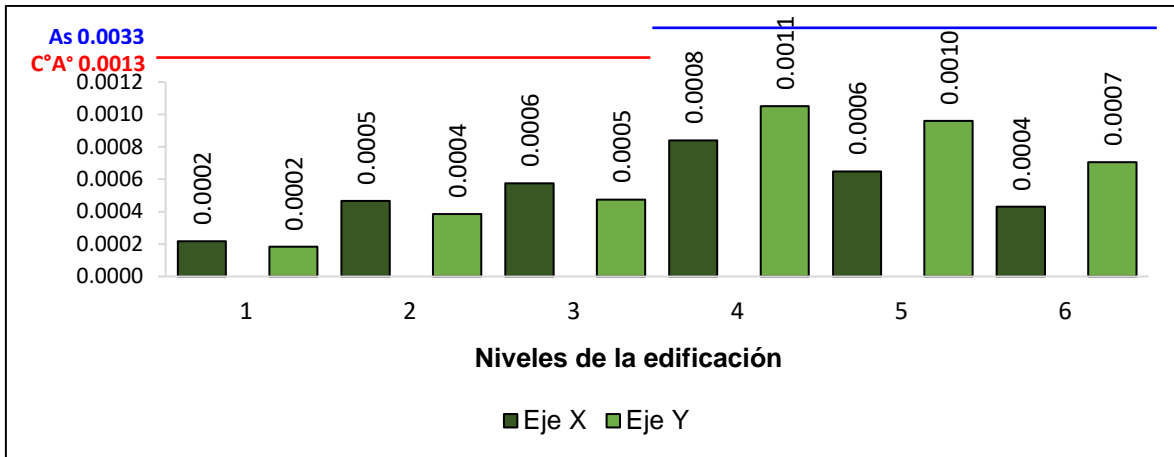


Figura 35. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 3 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 35 se exhibe que al incrementar 3 niveles de acero a la edificación la mayor deriva de entrepiso en concreto armado es de 0.0006, siendo el máximo permitido de 0.0013 y en cuanto al acero estructural se tiene la mayor deriva de entrepiso en el cuarto nivel con 0.0011 cuando el máximo permitido es de 0.0033. Ninguno de los valores obtenidos sobrepasa el límite de lo permitido, por lo que se afirma que no existe falla por deriva de entrepiso en la edificación. (ver anexo 11)

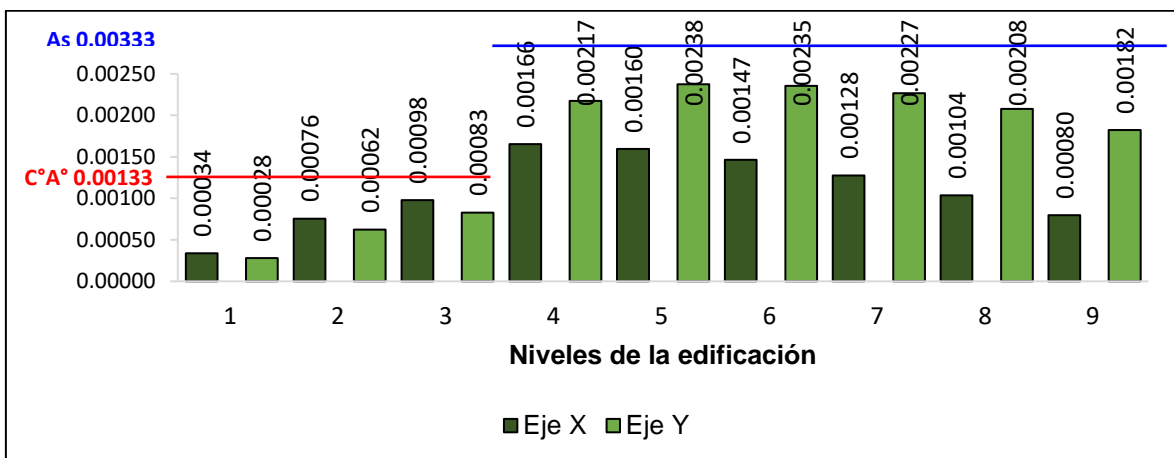


Figura 36. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 6 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 36 se muestra los valores de deriva de entre piso en la edificación de 3 niveles de concreto con 6 niveles adicionales de acero en el que el mayor valor obtenido en concreto es de 0.00098 en el tercer nivel que no supera el máximo permitido de 0.00133 y en acero estructural se tiene el mayor valor en el quinto nivel con 0.00238 que no excede lo máximo permitido de 0.00333. Por lo tanto, se indica que no existe falla por deriva de entrepiso en la edificación. (ver anexo 11)

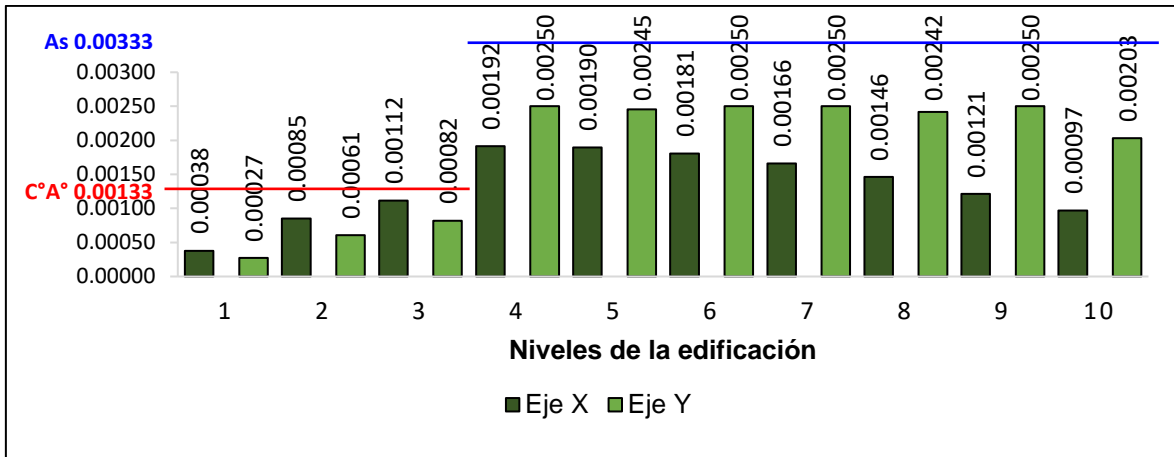


Figura 37. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 7 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 37 se puede observar que la mayor deriva de entre piso de concreto armado se encuentra en el tercer nivel con 0.00112, valor que se encuentra por debajo del máximo permitido que es de 0.00133 y en cuanto al sistema de acero el mayor valor de deriva de entrepiso es de 0.00250 que se encuentra por debajo de lo máximo permitido que es 0.00333 por ende se interpreta que no existe falla por deriva de entrepiso en la edificación. (ver anexo 11)

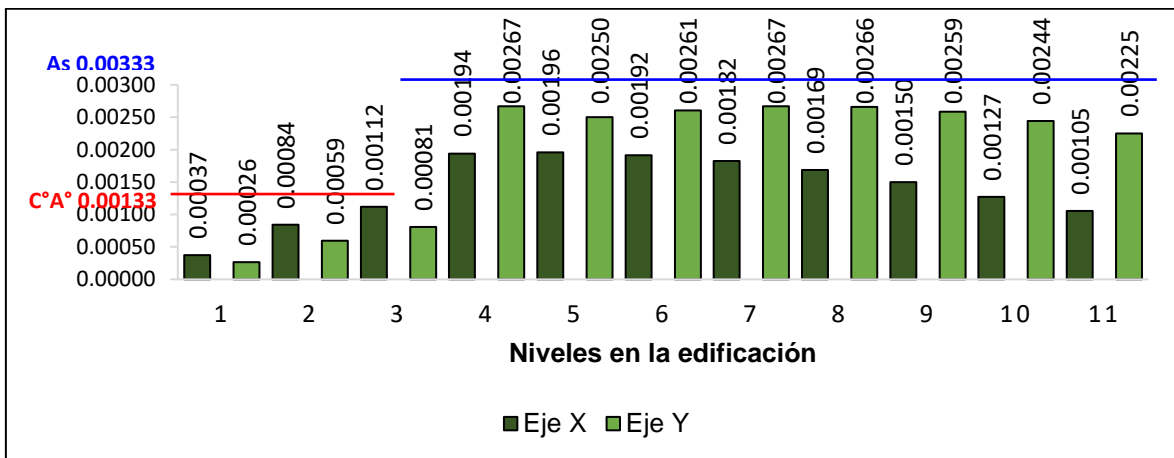


Figura 38. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 8 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 38 se exhibe el mayor valor de deriva en concreto armado de 0.00112 en el tercer nivel, siendo el máximo permitido de 0.00133, en los niveles de acero se registra el mayor valor de deriva de entrepiso en el cuarto nivel con 0.00267 cuando el máximo permitido es de 0.00333. De acuerdo a estos resultados se interpreta que no existe falla por deriva de entrepiso en la edificación en ninguno de los sistemas estructurales. (ver anexo 11)

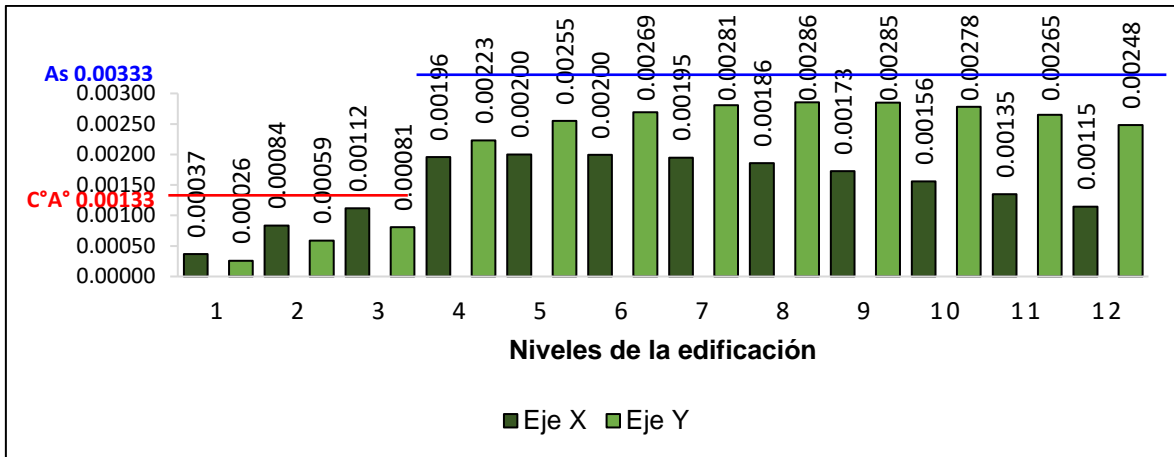


Figura 39. Deriva de entrepiso en 3 niveles de concreto y 9 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 39 se muestra el mayor valor de deriva de entrepiso en concreto armado en el tercer nivel con 0.00112 siendo menor a lo máximo permitido de 0.00133, en cuanto al acero estructural se tiene el mayor valor de 0.00286 en el octavo nivel de la edificación que es menor a lo máximo permitido de 0.00333, por lo que se interpreta que no existe falla por deriva de entre piso en la edificación modelada. (ver anexo 11)

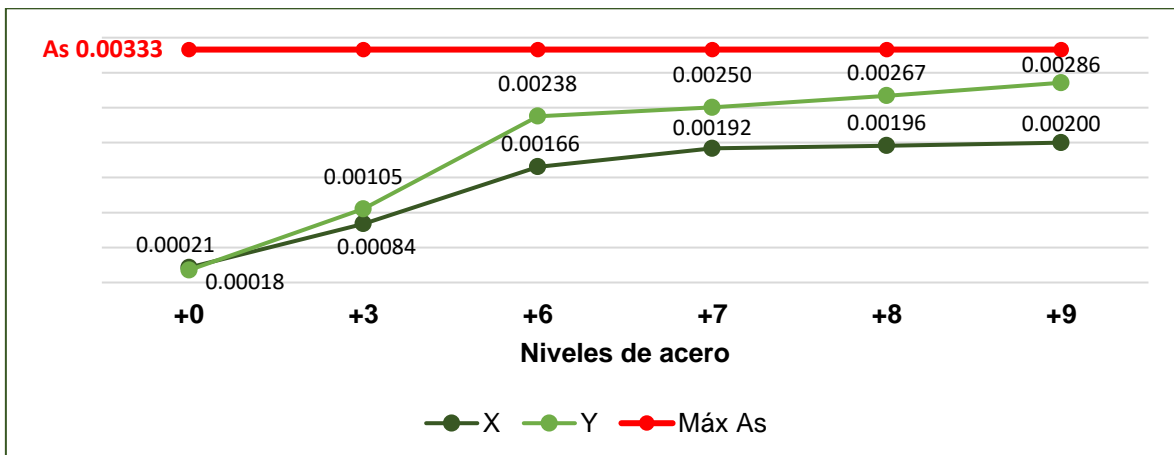


Figura 40. Deriva de entrepiso en la edificación con niveles de acero montado
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 40 se presenta de forma general el valor máximo de deriva de entrepiso obtenido en los niveles montados de acero a la edificación de tres pisos de concreto armado. Se observa que el valor de derivas va incrementando conforme se añaden los pisos de acero y que el mayor valor de deriva se encuentra al montar nueve pisos de acero pero que este valor no sobrepasa lo máximo permitido de 0.00333, por lo tanto, no existe falla por deriva de entrepiso en ningún modelamiento.

Período de vibración

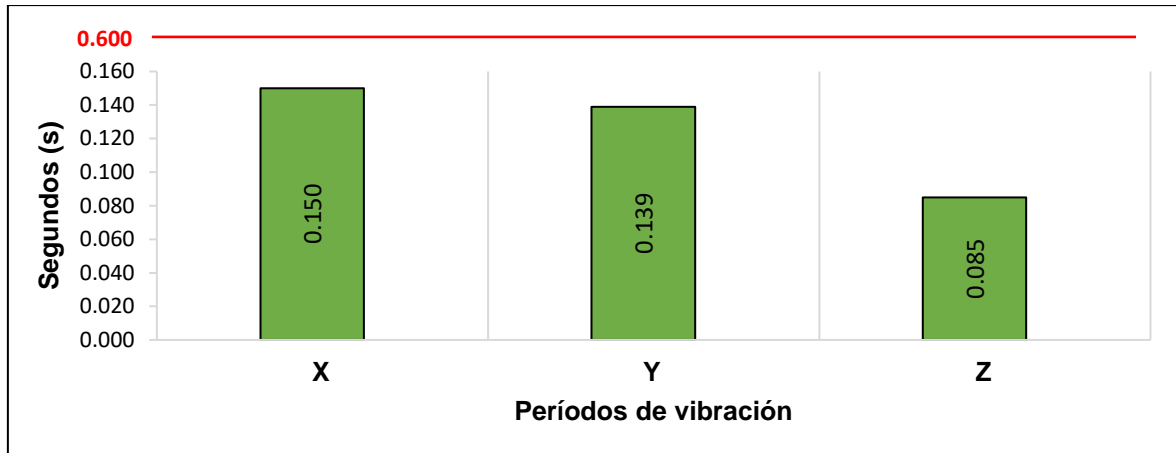


Figura 41. Períodos de vibración de entresuelo en 3 niveles de concreto y 0 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 41 se presentan los períodos fundamentales de vibración de la edificación de 3 niveles de concreto armado sin niveles de acero. En este modelamiento el mayor valor obtenido fue de 0.150s en dirección X que se encuentra muy por debajo del valor máximo permitido que es de 0.600s. Por lo que no se presenta falla por período de vibración. (ver anexo 11)

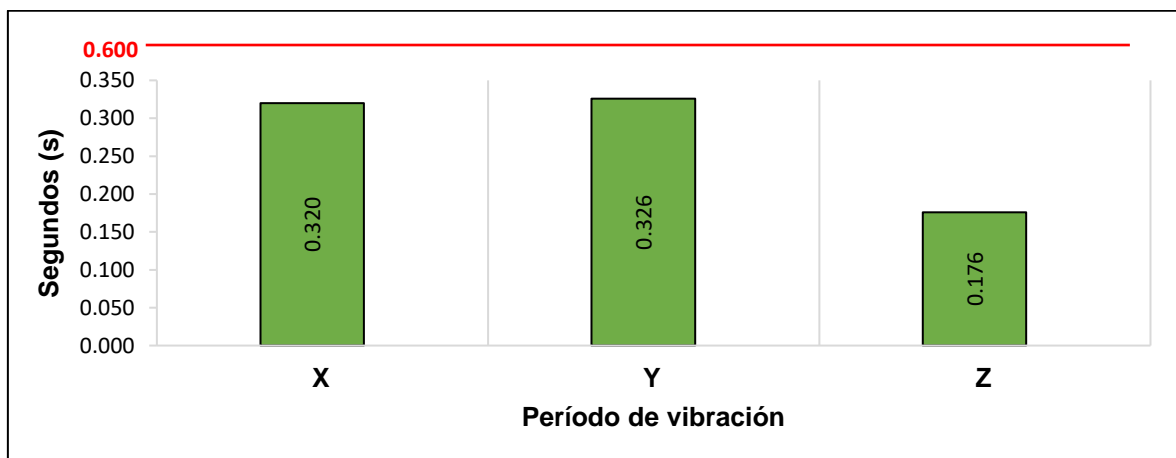


Figura 42. Períodos de vibración de entresuelo en 3 niveles de concreto y 3 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 42 se exhiben los valores de los períodos fundamentales de vibración para la edificación de seis niveles, 3 de concreto armado y 3 de acero. En dicho modelamiento se obtuvo mayor valor de 0.326s en dirección Y, dicho valor se encuentra por debajo de lo máximo permitido de 0.600s. Es por lo presentado que se interpreta que en este modelamiento no existe falla por periodo de vibración en la edificación. (ver anexo 11)

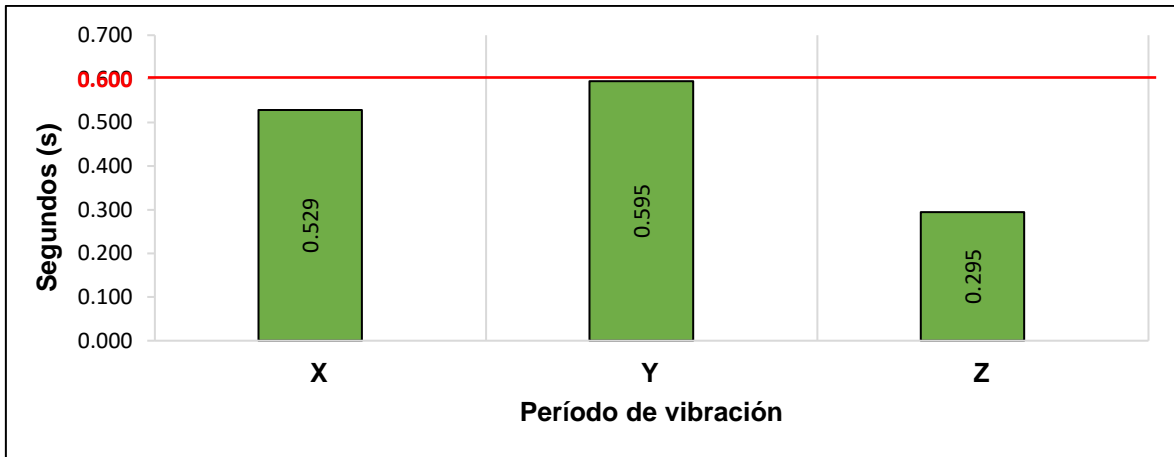


Figura 43. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 6 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 43 se presentan los valores de períodos fundamentales de vibración del modelamiento de la edificación de 9 niveles, 3 de concreto armado y 6 de acero estructural. En este modelamiento se obtuvo en la dirección X el valor de 0.529s y en dirección Y el mayor valor de 0.595s. Ambos se encuentran dentro del rango máximo permitido de 0.600s. Es por ello que se considera que no existe falla por períodos de vibración en la edificación. (ver anexo 11)

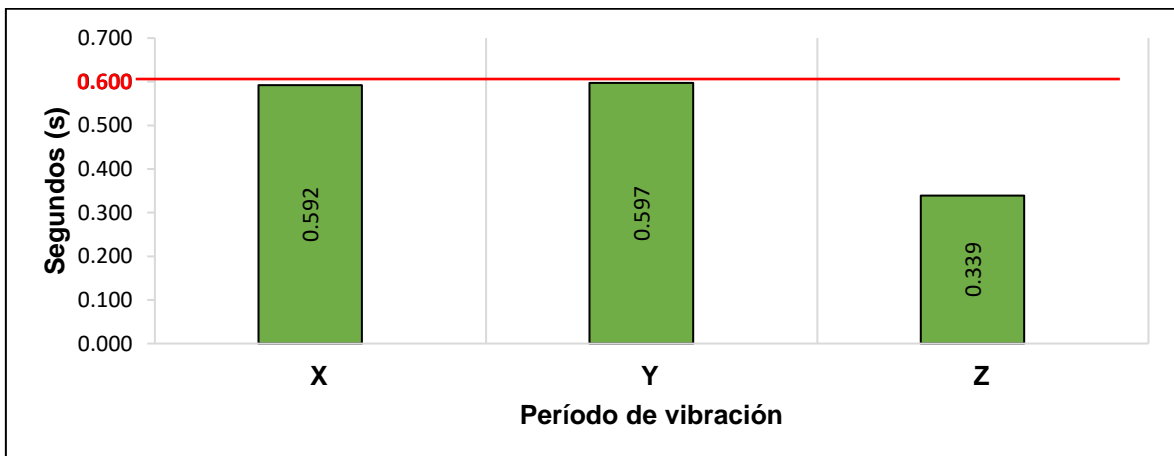


Figura 44. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 7 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 44 se presentan los resultados del modelamiento de 10 niveles, 3 en concreto armado y 7 en acero estructural. Del cual se obtuvo 0.592s en X y el mayor valor en Y con 0.597s, con apenas 0.339s en la dirección Z; ninguno de los valores presentados sobrepasa el máximo permitido de 0.600s; es estos resultados que se interpreta que no existe falla por periodo de vibración en la estructura modelada. (ver anexo 11)

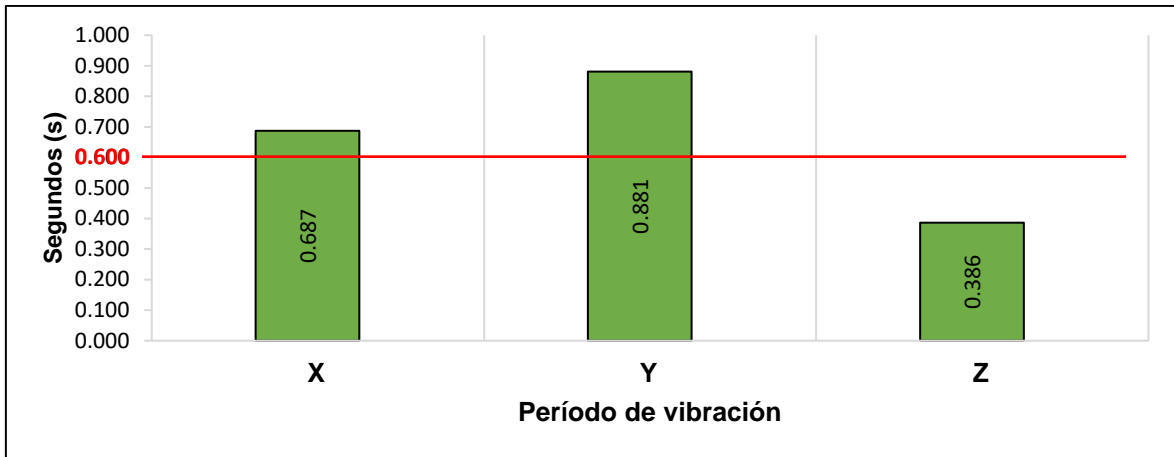


Figura 45. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 8 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 45 se muestra el modelamiento para una edificación de 11 pisos de los cuales los 3 primeros son de concreto armado y 8 superiores de acero estructural. De este modelamiento se obtuvieron los valores de los períodos fundamentales de vibración en la dirección Y y X de 0.881s y 0.687s respectivamente que sobrepasaron el máximo permitido de 0.600s; motivo por el cual se interpreta que esta edificación ha fallado por periodo de vibración.

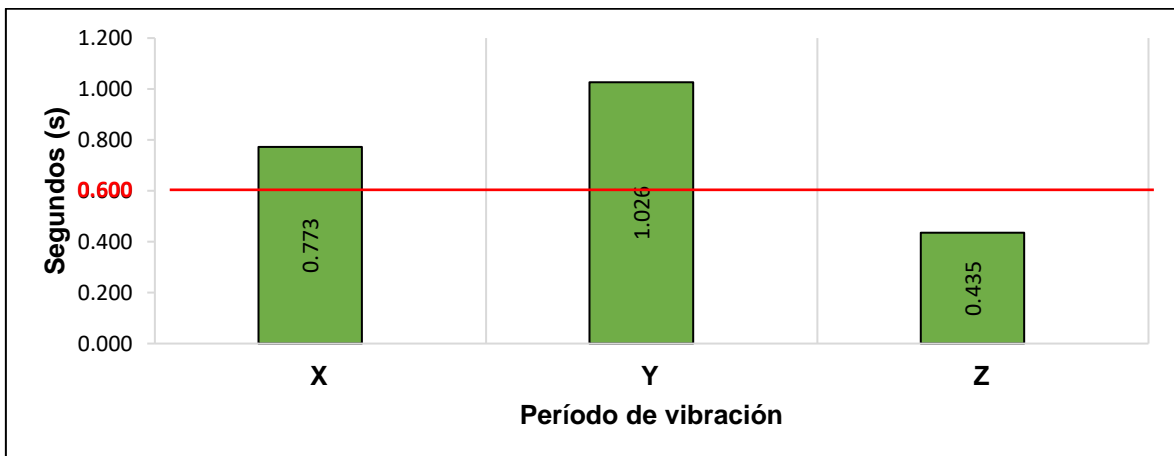


Figura 46. Períodos de vibración de entrepiso en 3 niveles de concreto y 9 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 46 se muestran los valores obtenidos de períodos fundamentales de vibración para una edificación de 12 niveles, 3 de concreto armado y 9 de acero estructural; en la dirección X se tiene el valor de 0.773s y en la dirección Y se tiene 1.026s; ambos valores exceden el máximo permitido de 0.600s; es decir, esta edificación falla por periodo de vibración. (ver anexo 11)

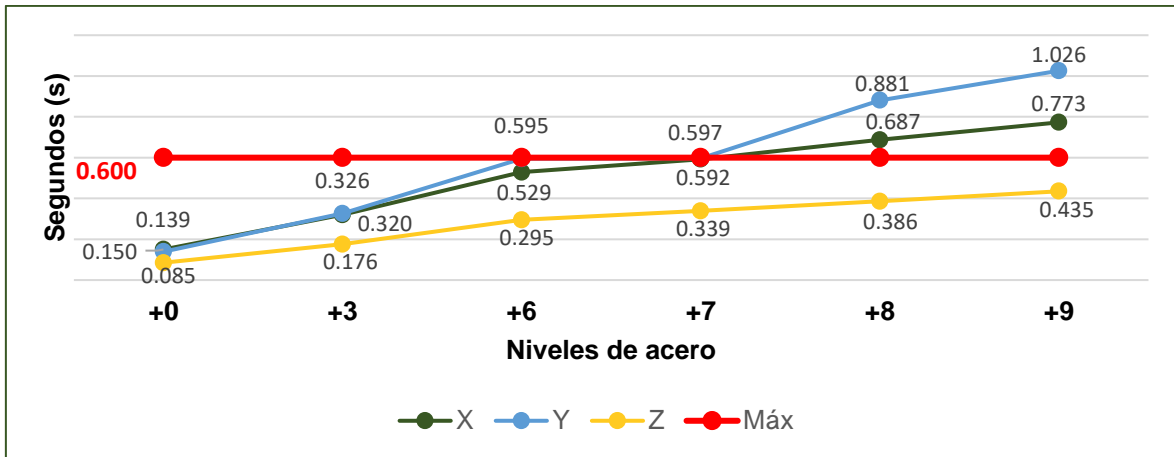


Figura 47. Período de vibración en la edificación con niveles de acero montado.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 47 se muestra de manera general la variación de los períodos de vibración en la edificación según se incrementan los niveles de acero. Se puede notar que los valores períodos de vibración incrementan conforme van aumentando los niveles montados de acero y es cuando se incrementan 8 niveles de acero que se obtiene la primera falla tanto en dirección X como en Y. Por lo tanto, se precisa que se pueden construir hasta 10 niveles en total, con 3 niveles de concreto armado y 7 niveles de acero sin tener falla por períodos de vibración. (ver anexo 11)

4.5 Objetivo 2: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación

Los siguientes resultados presentados refieren a la dimensión 2 (Esfuerzos principales), en cada modelamiento se midieron los indicadores correspondientes que son punzonamiento en la cimentación y cortante en la cimentación. Finalmente se presentó por cada indicador un resultado general en el que se pudo observar la influencia de cada nivel de acero montado. Para la evaluación de esta dimensión se debe tener en cuenta la codificación que se realizó en planta en los trabajos previos presentados en 4.2.1. (ver anexo 11)

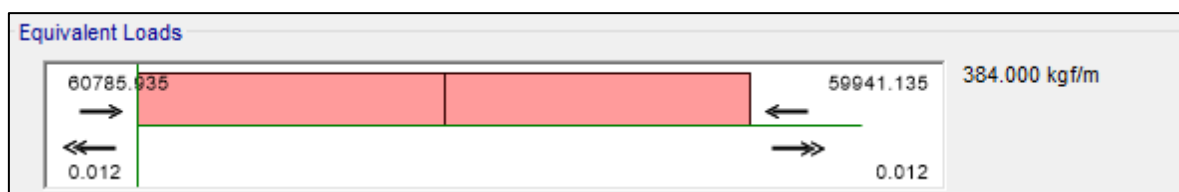


Figura 48. Uno de los datos de esfuerzos aplicados a la cimentación
Fuente: Elaboración propia

Punzonamiento en la cimentación

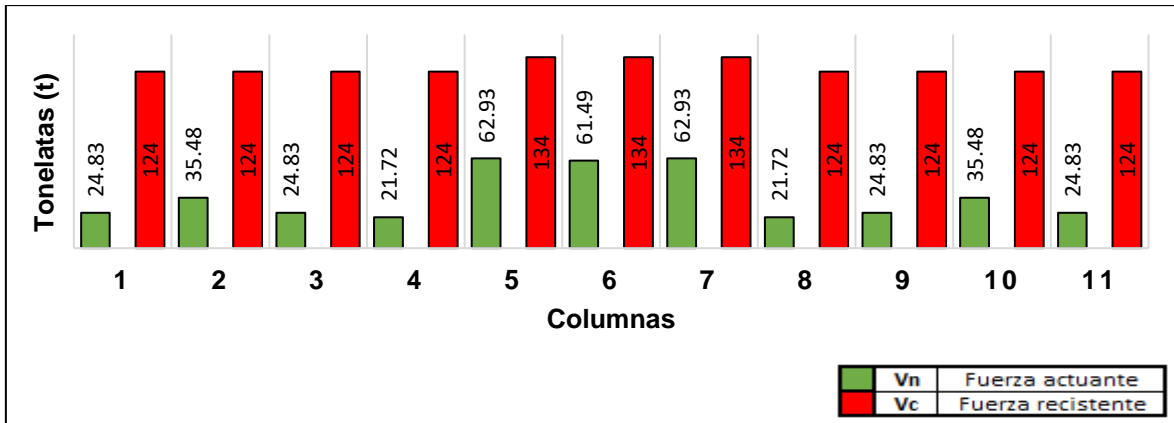


Figura 49. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 0 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 49 se muestra las fuerzas actuantes V_n en los 11 puntos de la zapara previamente codificados. Al tratarse del modelamiento de 3 niveles de concreto sin niveles de acero sobrepuestos se obtiene valores menores al 50% de las fuerzas resistente V_c ; como se muestra en el mayor valor de V_n 62.93t en las columnas 5 y 7 que tienen como máximo valor en fuerza resistente V_c 134.00t. Por lo tanto, se interpreta que no existe falla por punzonamiento en la cimentación con el modelamiento presentado. (ver anexo 11)

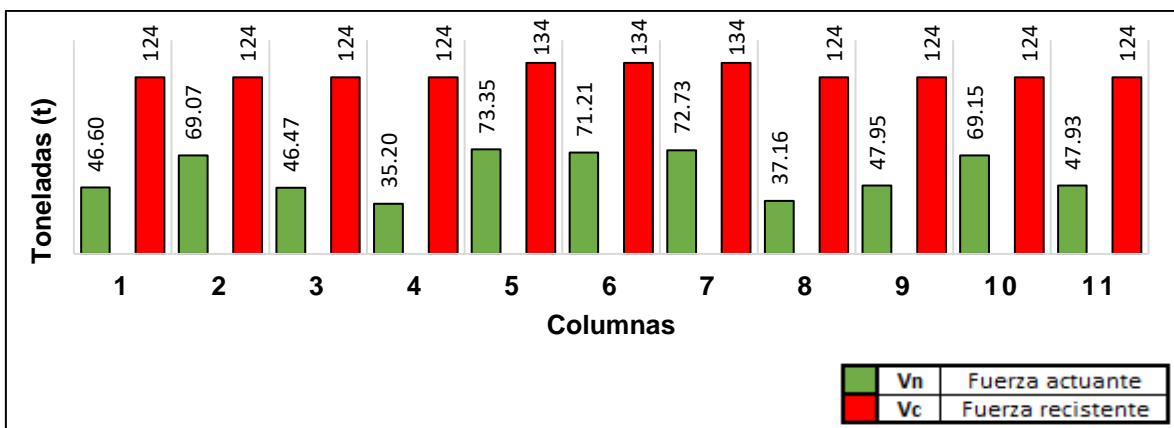


Figura 50. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 3 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 50 se presenta el valor de fuerzas actuantes y resistentes al punzonamiento en los 11 puntos de columnas en la cimentación, para una edificación de 6 niveles, 3 de concreto armado y 3 de acero estructural. Se puede notar que el mayor valor de fuerzas actuantes se da en la columna 5 con 73.35t, teniendo como fuerza resistente 134.00t. Es así que se interpreta que en el modelamiento realizado no se genera falla por punzonamiento en la cimentación de esta edificación. (ver anexo 11)

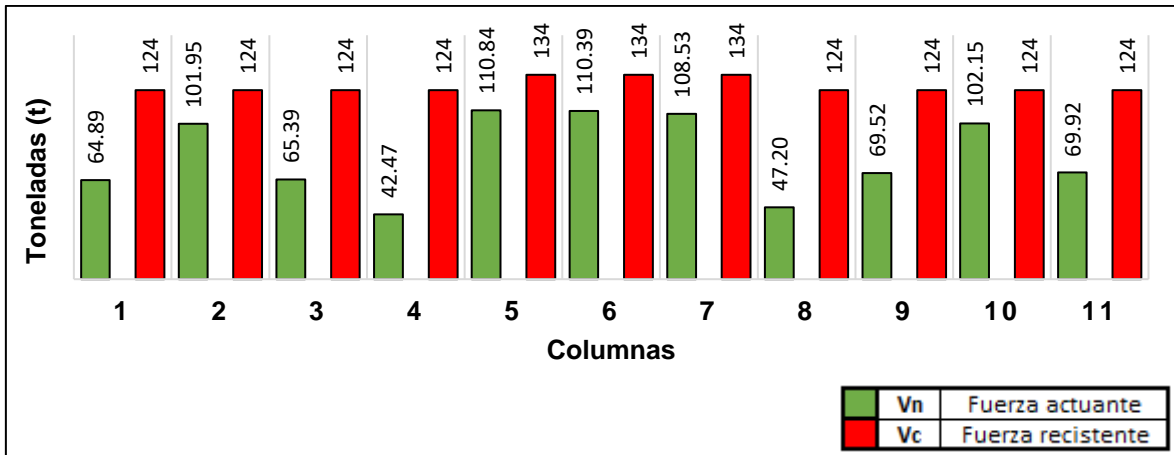


Figura 51. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 6 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 51 se muestran los valores de fuerzas actuantes y resistentes al punzonamiento en la cimentación del modelamiento de una edificación de 9 niveles, 3 de concreto armado y 6 de acero estructural. Se destaca el mayor valor de fuerza actuante en la columna 5 con 110.84t, la misma que tiene como fuerza resistente 134.00t. Ningún valor de V_n es superior a V_c , por lo que se interpreta que no se genera fallas por punzonamiento en la cimentación para esta edificación.

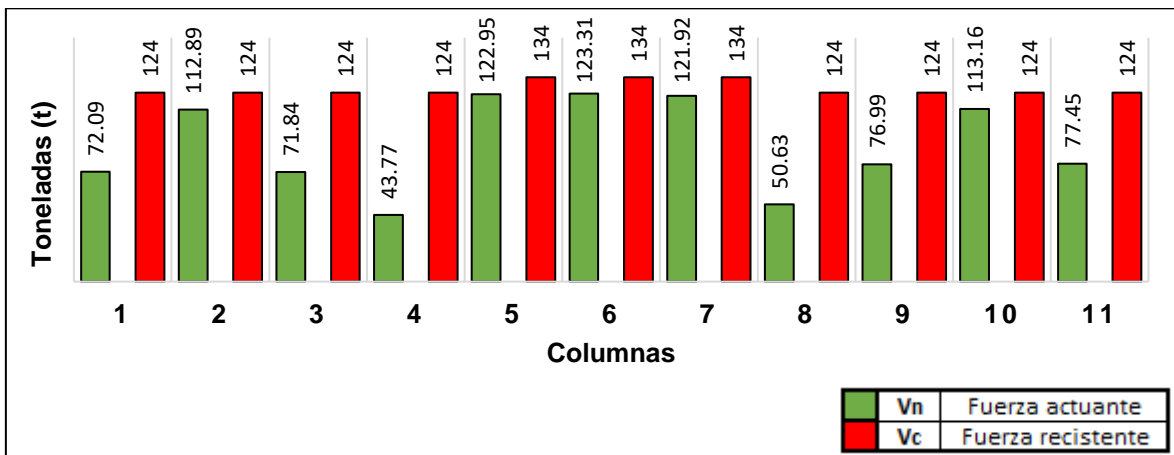


Figura 52. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 7 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 52 se exhibe los resultados al modelamiento de una edificación de 10 niveles, 3 de concreto armado y 7 de acero estructural. En estos resultados resalta entre las fuerzas actuantes el valor de 123.31t en la columna 6 que tiene como fuerza resistente 134.00t. No existe ningún valor de V_n superior a V_c , motivo por el que se interpreta que no existe falla por punzonamiento en la cimentación de la edificación modelada. (ver anexo 11)

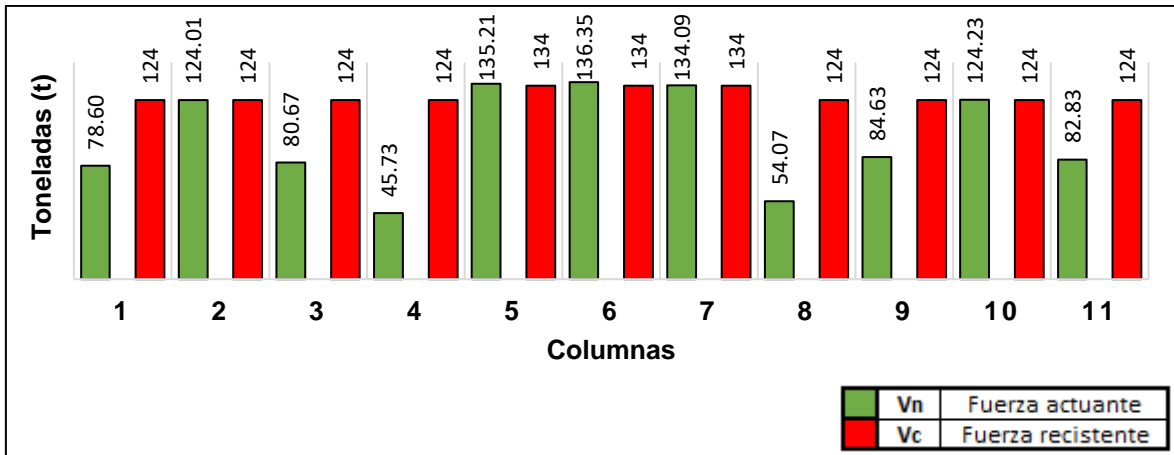


Figura 53. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 8 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 53 se presentan los resultados de las fuerzas actuantes y resistentes para la edificación de 11 niveles, 3 de concreto armado y 8 de acero estructural. De los resultados presentados se destaca el mayor valor de fuerzas actuantes en la columna 6 con 136.35t que se encuentra por debajo de la fuerza admisible de 134.00t, es por ello que se interpreta que no existe falla por punzonamiento en la cimentación de la edificación. (ver anexo 11)

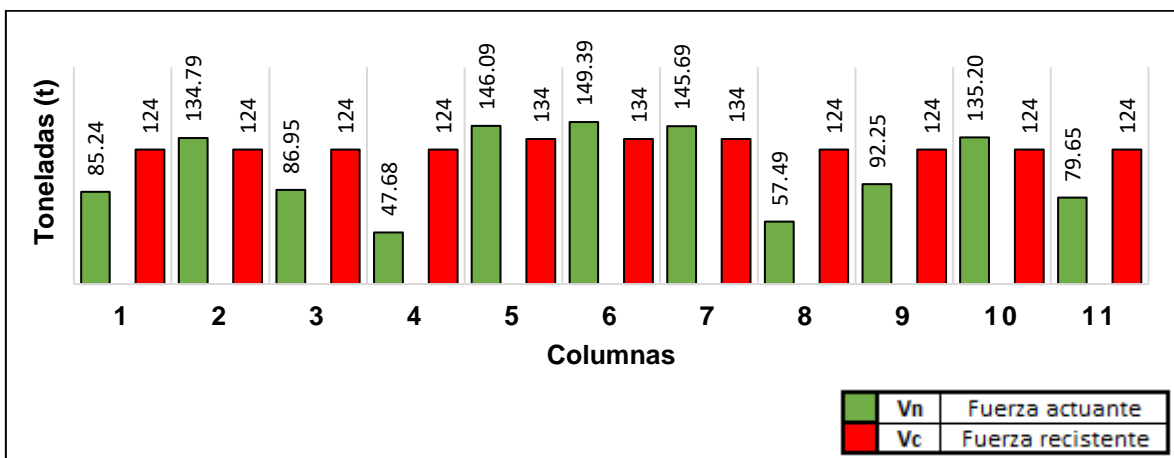


Figura 54. Punzonamiento en la cimentación en 3 niveles de concreto y 9 de acero
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 54 muestra los resultados del modelamiento a de una edificación de 11 niveles, 3 de concreto armado y 9 de acero. De los resultados obtenidos se resalta en las columnas 2, 5, 6, 7 y 10 que el valor de las fuerzas actuantes Vn han superado a las fuerzas admisibles; siendo el mayor valor de 149.39t en la columna 6 con valor de fuerza resistente de 134.00t, motivo por el cual se interpreta la falla por punzonamiento en la cimentación de esta edificación. (ver anexo 11)

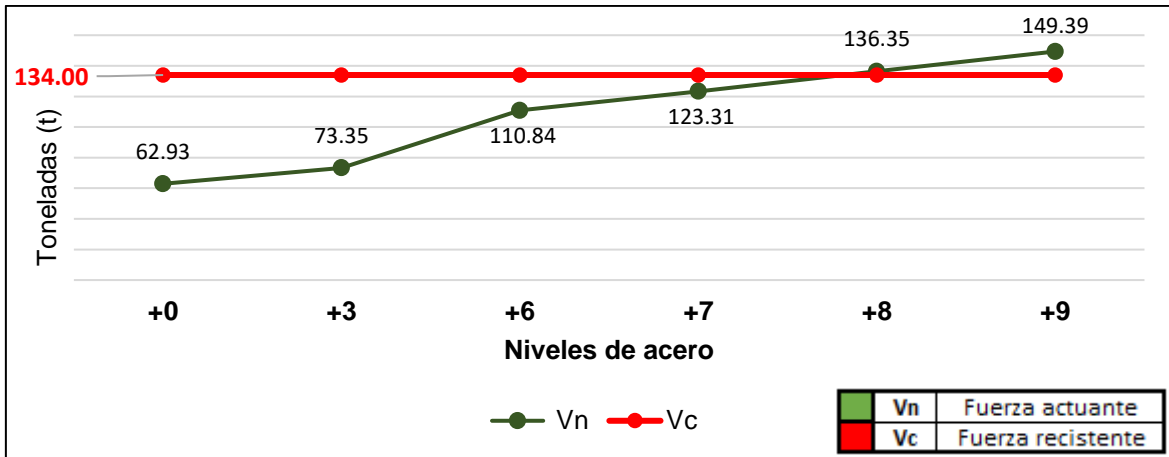


Figura 55. Punzonamiento en la cimentación en la edificación con niveles de acero montado.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 55 se muestran en general los valores de fuerzas actuantes V_n y fuerzas resistentes V_c al punzonamiento en la cimentación. Estos valores incrementan por cada nivel montado de acero. Se destaca que al adicionar 8 niveles el valor de las fuerzas actuantes es mayor que las fuerzas resistentes, es decir, presentan falla. Por ello se interpreta que se pueden adicionar hasta 7 niveles a los 3 niveles de concreto armado sin presentar falla por punzonamiento en la cimentación de la edificación. (ver anexo 11)

Cortante en la cimentación

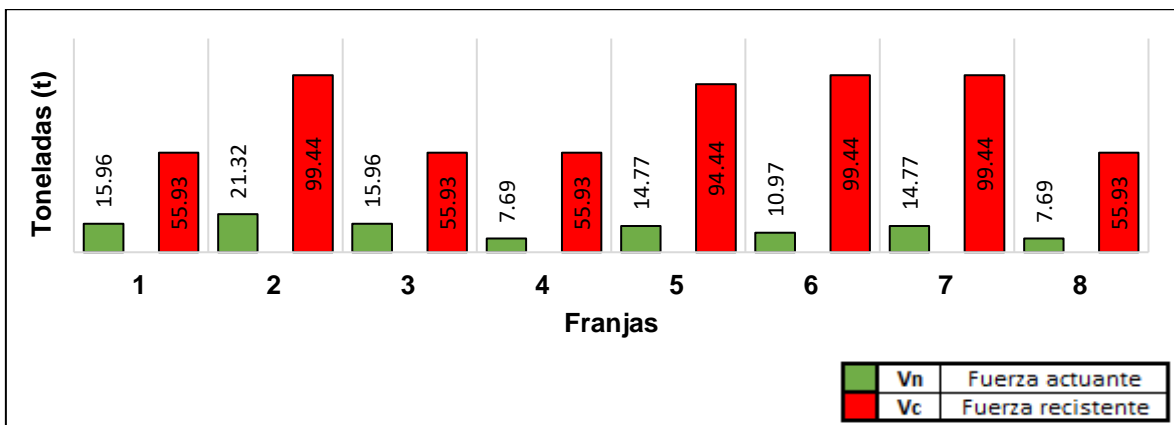


Figura 56. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 0 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 56 se exhiben los resultados de fuerzas actuantes y fuerzas resistentes al corte en la cimentación de la edificación de 3 niveles de concreto sin niveles de acero. Se el mayor valor de fuerzas actuantes se encuentra en la franja 2 en el eje Y (acorde a la codificación de trabajos preliminares 4.2.1) con 21.32t de fuerza actuante ante 94.44t de fuerza resistente. Por lo que se interpreta que no existe falla por corte en la cimentación de la edificación. (ver anexo 11)

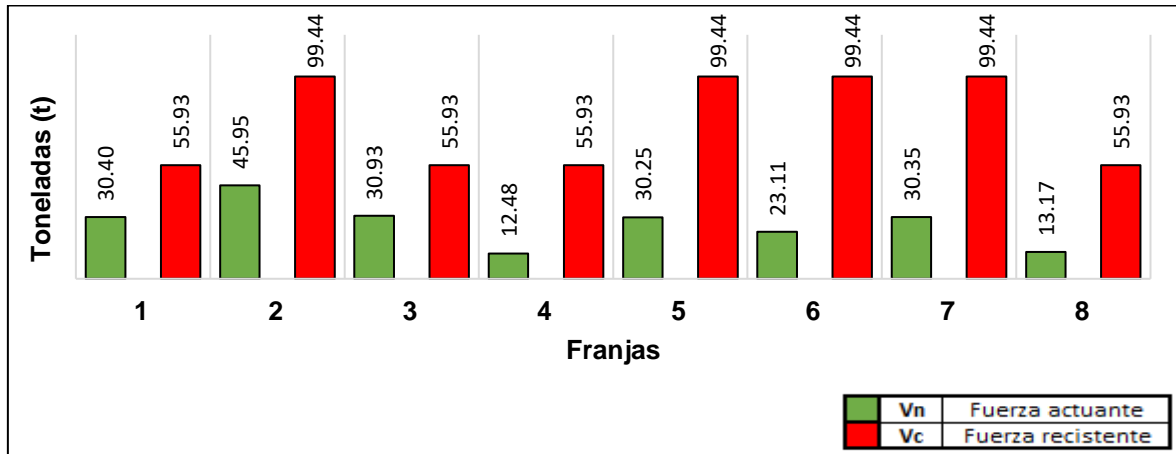


Figura 57. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 3 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 57 se presentan los resultados de fuerzas de corte en la cimentación de la edificación de 3 niveles de concreto armado y 3 de acero. Se destaca que el mayor valor se encuentra en la franja 2 con 45.95t de fuerza actuante frente a 9.44t de fuerza resistente. Ningún valor de Vn supera el valor de Vc por lo que se interpreta que no existe falla por corte en la cimentación de la edificación.

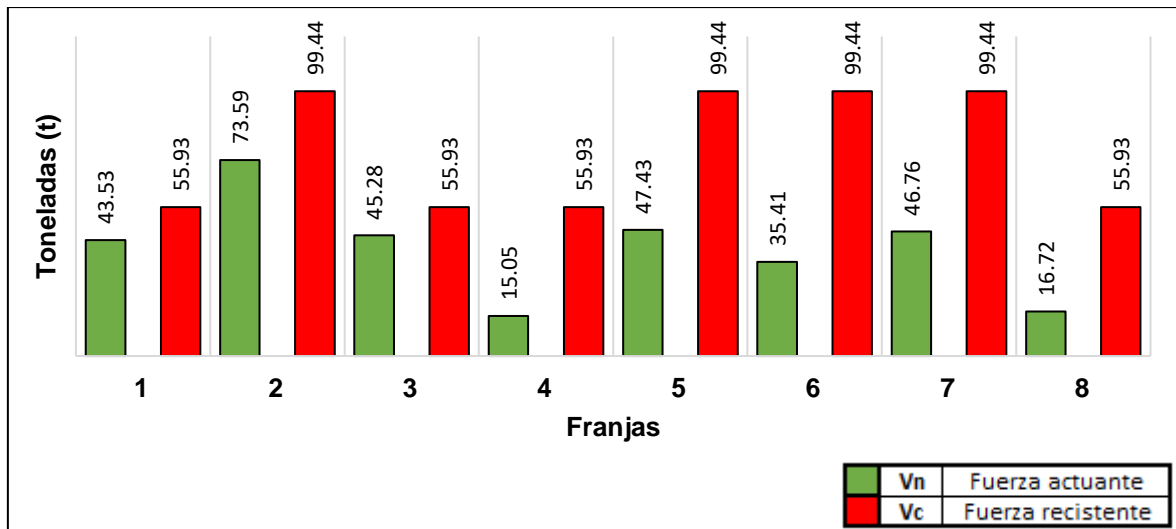


Figura 58. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 6 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 58 se presentan los resultados del modelamiento a una estructura de 9 niveles, 3 de concreto armado y 6 de acero. En estos resultados resalta el mayor valor en la franja 2 con 73.59t de fuerza actuante frente a 99.44t de fuerza resistente. No se presenta falla por cortante en la cimentación de la edificación puesto que ningún valor de fuerza actuante es superior a la fuerza resistente en el modelamiento. (ver anexo 11)

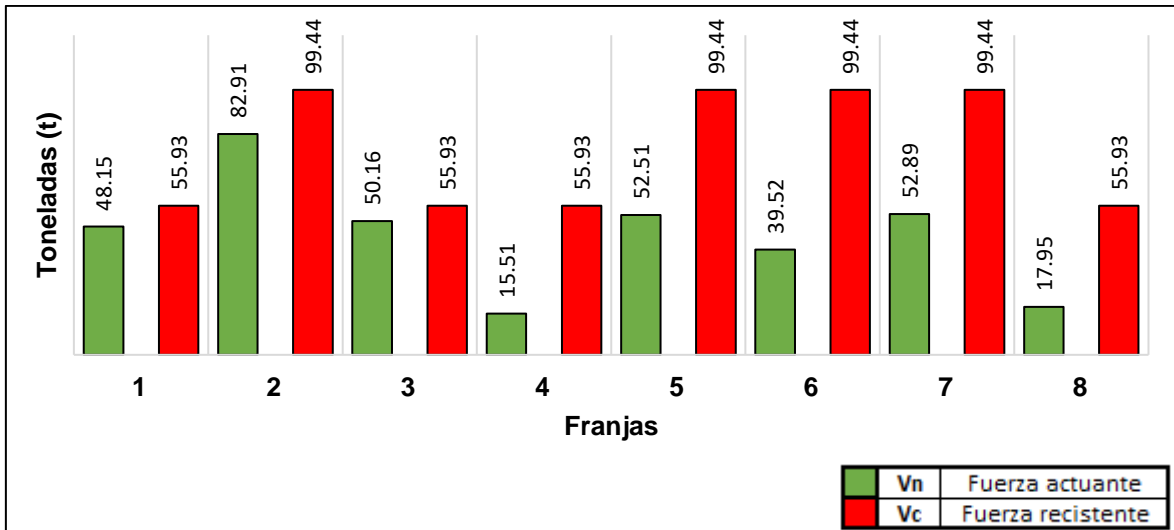


Figura 59. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 7 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 59 se exhiben los resultados del modelamiento a una edificación de 10 niveles, 3 de concreto armado y 7 de acero estructural. En los resultados se destaca el valor de fuerza actuante de 82.91t en la franja 2 frente a la capacidad de fuerza resistente de 99.44t. No existe falla por cortante en la cimentación de la edificación.

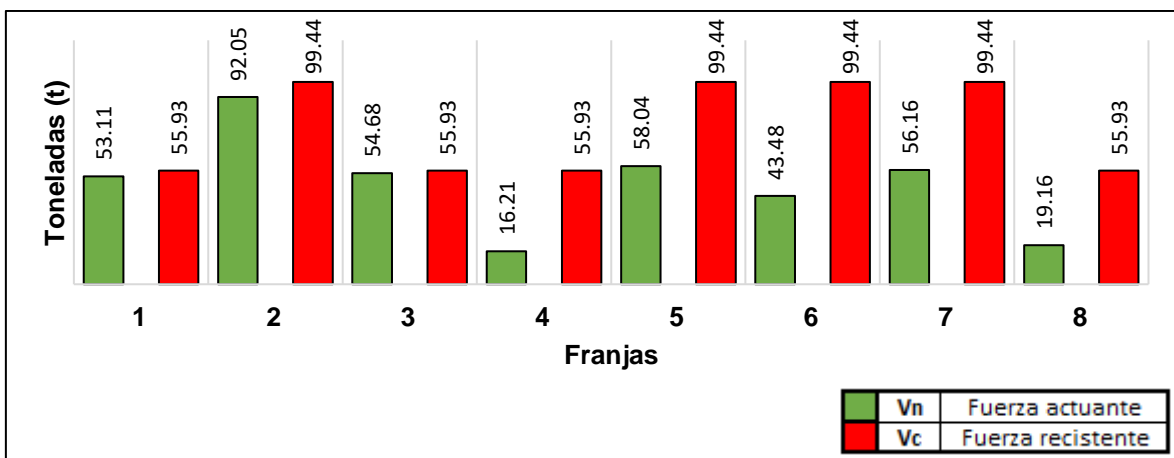


Figura 60. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 8 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 60 se presentan los resultados del modelamiento de una edificación de 11 niveles, 3 de concreto armado y 8 de acero. En la que se obtuvo como mayor valor de fuerza cortante en la franja 2 con 92.05t ante la fuerza resistente de 99.44t. Ningún valor de Vn es superior a Vc, por lo que se interpreta que no existe falla por cortante en la cimentación de la edificación modelada. (ver anexo 11)

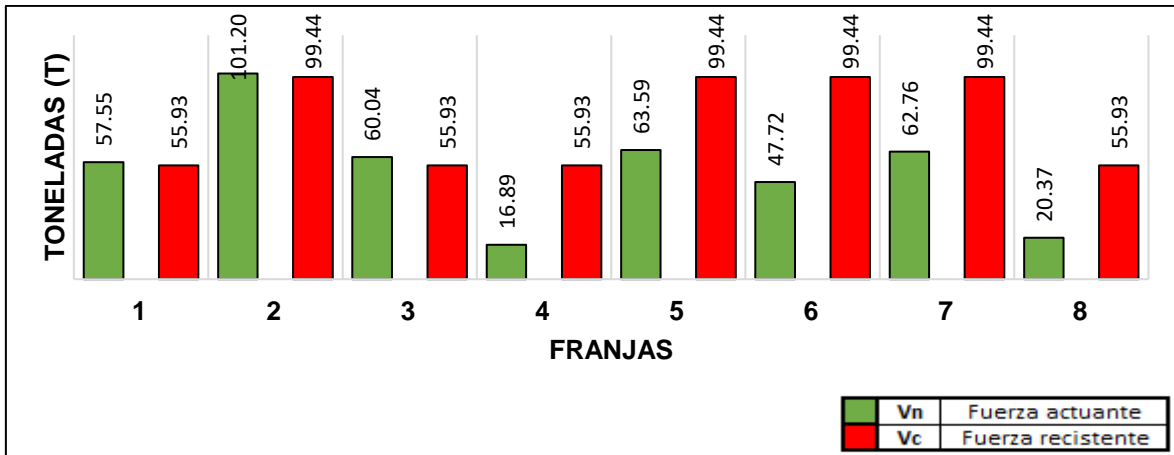


Figura 61. Cortante en la cimentación en la cimentación en 3 niveles de concreto y 9 de acero.
Fuente: Elaboración propia

En Figura 61 se tienen los resultados del modelamiento de 12 niveles, 3 de concreto y 9 de acero, en estos resultados se destaca la falla por cortante en la cimentación en las franjas en dirección Y según lo codificado en 4.2.1: la franja 2 con 101.20t de fuerza actuante ante 99.44t de fuerza resistente; del mismo modo en las franjas 1 y 3 en las que el valor de Vn superan el valor de Vc. Se interpreta que en el modelamiento presentado la cimentación de la edificación falló por corte.

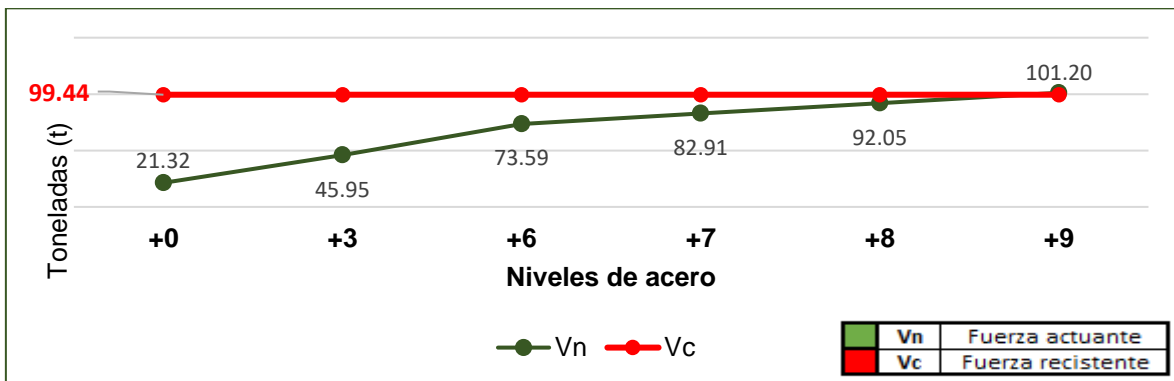


Figura 62. Cortante en la cimentación en la edificación con niveles de acero montado.
Fuente: Elaboración propia

En Figura 62 se exhibe de forma general la variación de las fuerzas actuantes en la cimentación a medida que se incrementan los niveles de acero en la edificación de 3 niveles de concreto armado. Se destaca que hasta la incrementación de 8 niveles no se generan fallas en la cimentación por cortante puesto que todos los valores máximos obtenidos de Vn son menores a Vc. Sin embargo, al adicionar 9 niveles se presenta falla con 101.20t de fuerza actuante ante 99.44t de fuerza resistente en la cimentación. (ver anexo 11)

4.6 Objetivo 3: Determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural

Los próximos resultados presentados corresponden al objetivo 3 en el que se busca determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural en la edificación. Una vez analizada la edificación y su comportamiento en los objetivos 1 y 2 llegamos al análisis de cuántos niveles se pueden montar en la edificación inconclusa al 50% de concreto armado y así poder conocer cuánto de aprovechó de los aires de la edificación con el sistema estructural en acero; saber también cuánto de área construida se ganó con esta implementación.

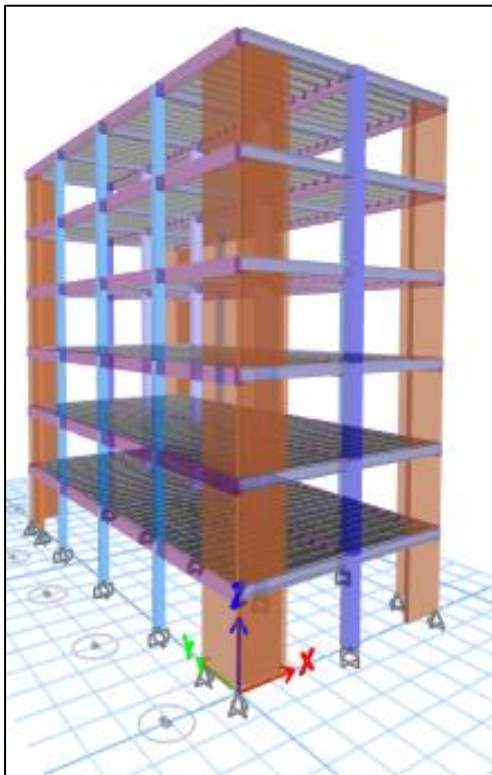


Figura 64. Niveles de concreto en diseño inicial
Fuente: Elaboración propia

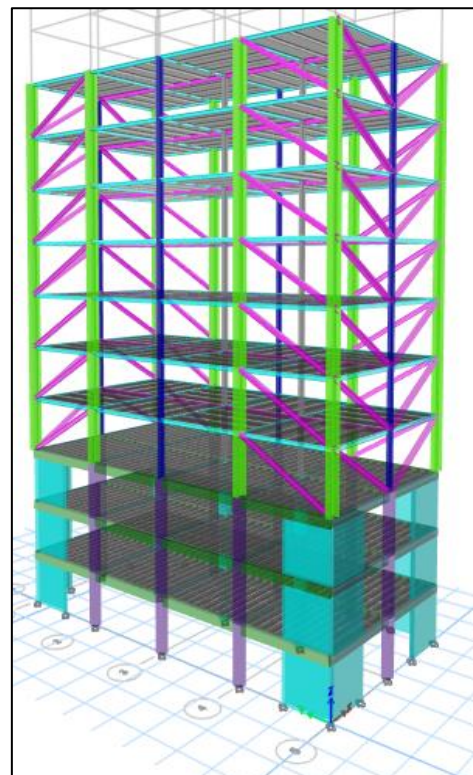


Figura 63. Niveles montados de acero sin falla estructural
Fuente: Elaboración propia

Cantidad de niveles montados

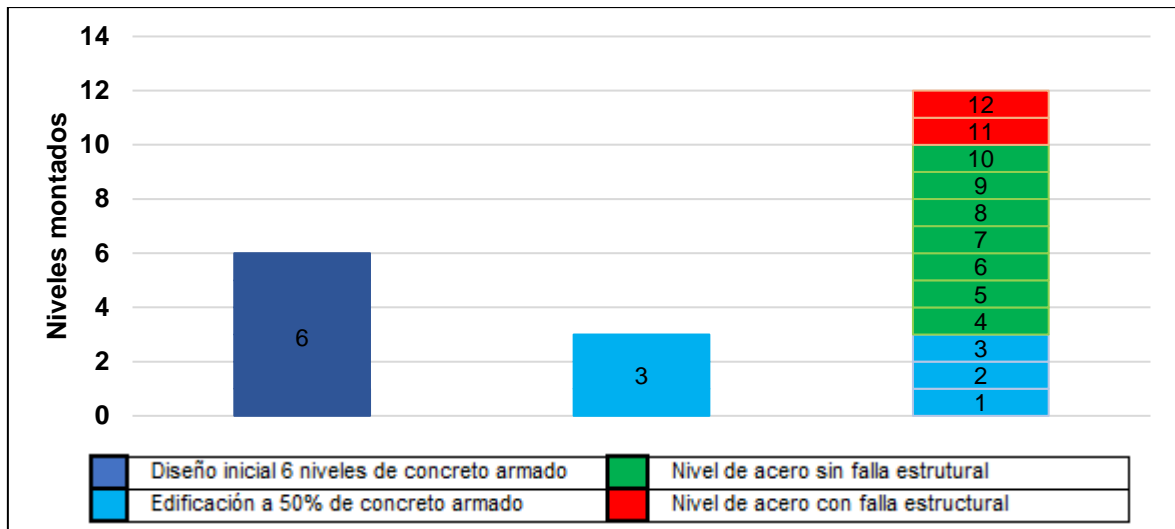


Figura 65. Cantidad de niveles montados

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 65 se muestra como se pudo observar de los objetivos 1 y 2, se pueden añadir hasta 7 niveles de acero a la estructura de 3 niveles de concreto armado, teniendo en total 10 niveles en la vivienda multifamiliar. Es decir, su aprovechamiento por niveles es del 58.33% puesto que el diseño inicial contemplaba 6 niveles de concreto armado y los niveles montados de acero dieron 10 niveles. A partir del nivel 11 y 12 se presentan fallas en la estructura.

Área construida

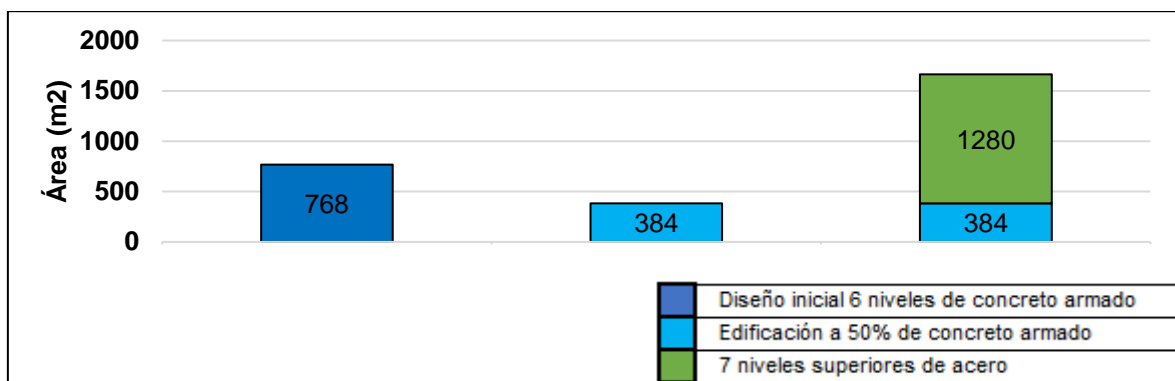


Figura 66. Área construida

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 66 se muestra el aprovechamiento de área construida con los niveles de acero montados, el diseño inicial de 6 niveles de concreto armado contemplaba 768m², con los niveles de acero se llegó hasta 1280 m² teniendo así el 66% más área construida final con el uso de los niveles de acero.

4.7 Contrastación de hipótesis

Contraste de hipótesis: Niveles montados y respuesta sísmica

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: Los niveles montados de estructura de acero no influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

H_a: Los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

a) Ratio

El valor de ratio incrementa en los elementos estructurales de la edificación a medida que se van incrementando niveles montados. Al aumentar 3 niveles de acero se nota que estos niveles influyeron en 2.16% incrementando el valor de ratio, también destaca que, al incrementar 9 niveles de acero, estos influyeron en 26.36% al valor de inicial de ratio sin niveles de acero montados. Es decir que los niveles montados de acero influyen progresivamente en el valor de ratio. (Ver Tabla 4 y Figura 67).

Tabla 4. Influencia de los niveles montados de acero en el ratio.

		Niveles montados de acero					
		+0	+3	+6	+7	+8	+9
Ratio	Máximo valor	0.919	0.946	0.947	0.948	1.145	1.248
	Porcentaje de influencia	0.00%	2.16%	2.24%	2.32%	18.11%	26.36%

Fuente: Elaboración propia

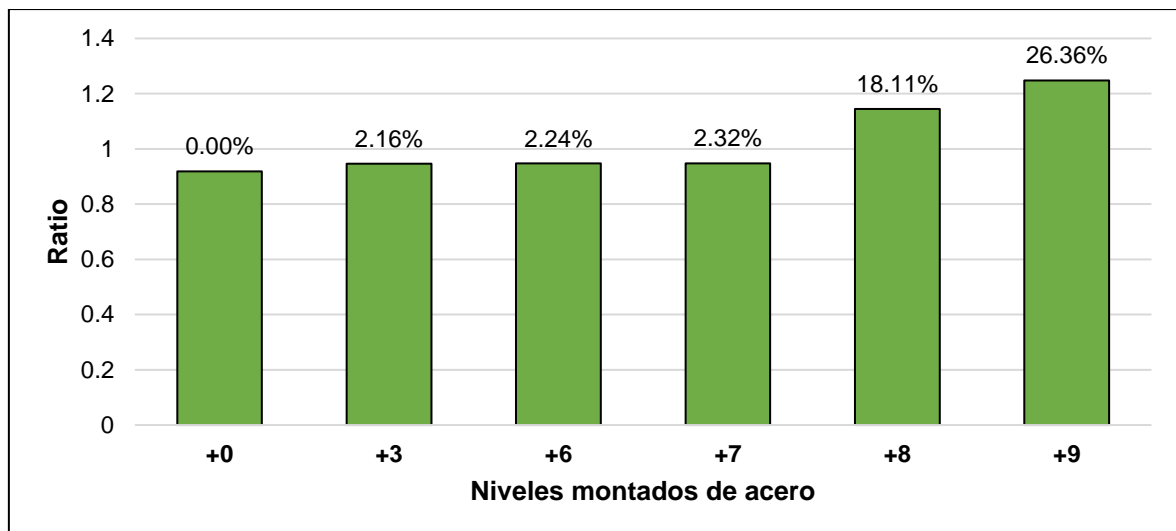


Figura 67. Influencia de los niveles montados de acero en el ratio.

Fuente: Elaboración propia

b) Deriva de entrepiso

El valor de deriva de entrepiso incrementa en los niveles de la edificación a medida que se incrementan los niveles de acero montados. Cuando se incrementaron 3 niveles se obtuvo el valor de influencia de 23.08% en el eje X y 29.37% en el eje Y; del mismo modo al incrementar 9 niveles de acero se destaca el incremento de la deriva de entrepiso con 93.71% en el eje X y 92.66% en el eje Y, estos valores en contraste a los valores de deriva de entrepiso que se tiene con 3 niveles de concreto armado y ningún nivel de estructura de acero. Es decir que los niveles de acero montados influyen progresivamente en el valor de la deriva de entrepiso de la edificación. (Ver Tabla 5 y Figura 68).

Tabla 5. Influencia de los niveles montados de acero en la deriva de entrepiso.

		Niveles montados de acero					
		+0	+3	+6	+7	+8	+9
Deriva de entrepiso	X	0.00018	0.00084	0.00166	0.00192	0.00196	0.00286
	Porcentaje de influencia	0.00%	23.08%	51.75%	60.84%	62.24%	93.71%
	Y	0.00021	0.00105	0.00238	0.00250	0.00267	0.00286
	Porcentaje de influencia	0.00%	29.37%	75.87%	80.07%	86.01%	92.66%

Fuente: Elaboración propia

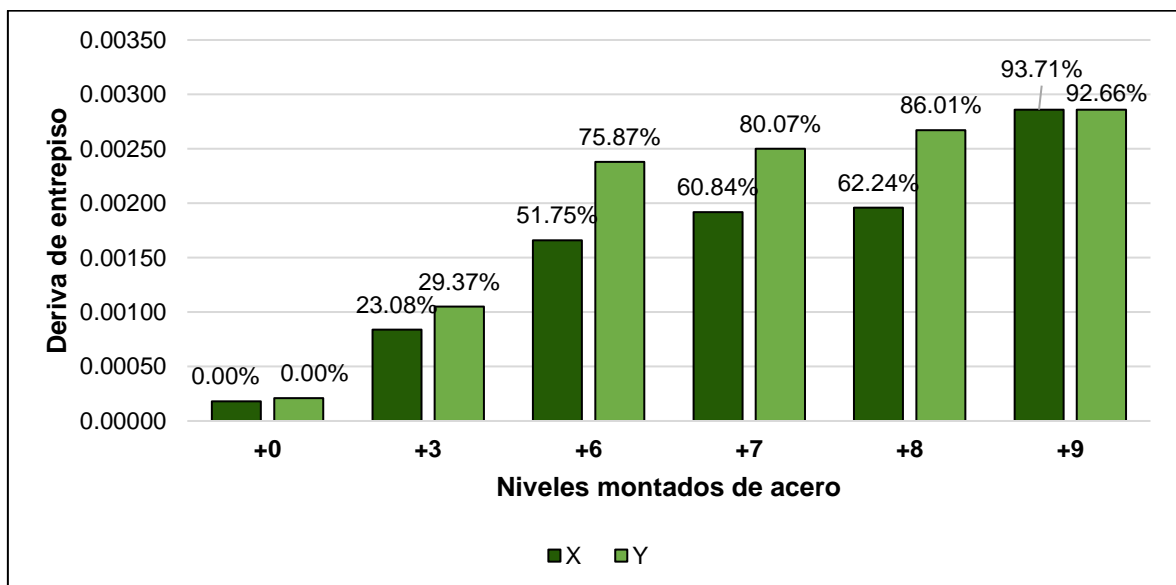


Figura 68. Influencia de los niveles montados de acero en la deriva de entrepiso

Fuente: Elaboración propia

c) Período de vibración

El periodo fundamental de vibración de la edificación incrementa a medida que incrementan los niveles montados de acero. Al incrementar 3 niveles de acero se tiene 26.78% de influencia en el eje X, 18.23% de influencia en el eje Y y 20.92% de influencia en Z. Al considerar 9 niveles montados el porcentaje de influencia incrementa teniendo 85.38% de influencia en Z, 86.45% de influencia Enel eje Y y 80.46% de influencia en Z. Por ello se demuestra que los niveles de acero influyen progresivamente en el valor de los períodos de vibración. (Ver Tabla 6 y Figura 69).

Tabla 6. Influencia de los niveles montados de acero en el período de vibración.

		Niveles montados de acero					
		+0	+3	+6	+7	+8	+9
Período de vibración	X	0.150	0.320	0.529	0.592	0.687	0.773
	Porcentaje de influencia	0.00%	26.78%	53.81%	61.96%	74.25%	85.38%
	Y	0.139	0.326	0.595	0.597	0.881	1.026
	Porcentaje de influencia	0.00%	18.23%	44.44%	44.64%	72.32%	86.45%
	Z	0.085	0.176	0.295	0.339	0.386	0.435
	Porcentaje de influencia	0.00%	20.92%	48.28%	58.39%	69.20%	80.46%

Fuente: Elaboración propia

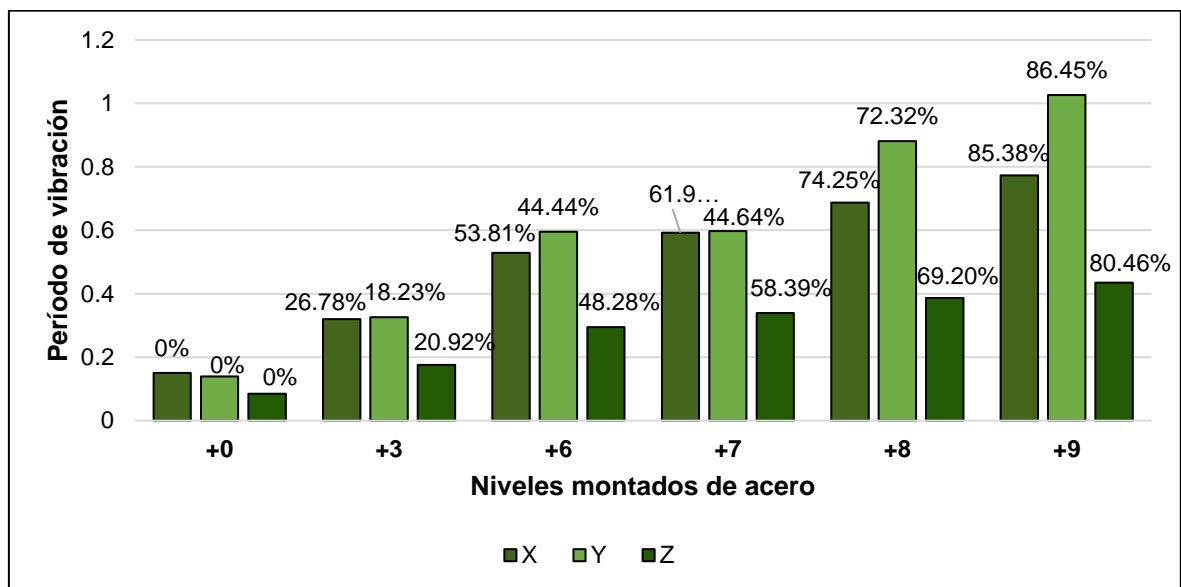


Figura 69. Influencia de los niveles montados de acero en el período de vibración

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que los niveles montados de acero influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

Contraste de hipótesis: Niveles montados y esfuerzos principales

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: Los niveles montados de estructura de acero no influyen progresivamente en los esfuerzos principales de la edificación.

H_a: Los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en los esfuerzos principales de la edificación.

a) Punzonamiento en la cimentación

El punzonamiento en la cimentación de la edificación incrementa a medida que se incorporan más niveles de acero. A incrementar 3 niveles se obtiene un valor de 6.98% en la influencia al valor inicial de punzonamiento, al incrementar 9 niveles de acero se tiene 57.88% de influencia de dichos niveles en el punzonamiento en la cimentación. Por ello se demuestra que los niveles de acero influyen progresivamente en el valor de punzonamiento en la cimentación. (Ver Tabla 7 y Figura 70)

Tabla 7. Influencia de los niveles montados de acero en el punzonamiento en la cimentación

		Niveles montados de acero					
		+0	+3	+6	+7	+8	+9
Punzonamiento	Máximo valor	62.93	73.35	110.84	123.31	136.35	149.39
	Porcentaje de influencia	0.00%	6.98%	32.07%	40.42%	49.15%	57.88%

Fuente: Elaboración propia

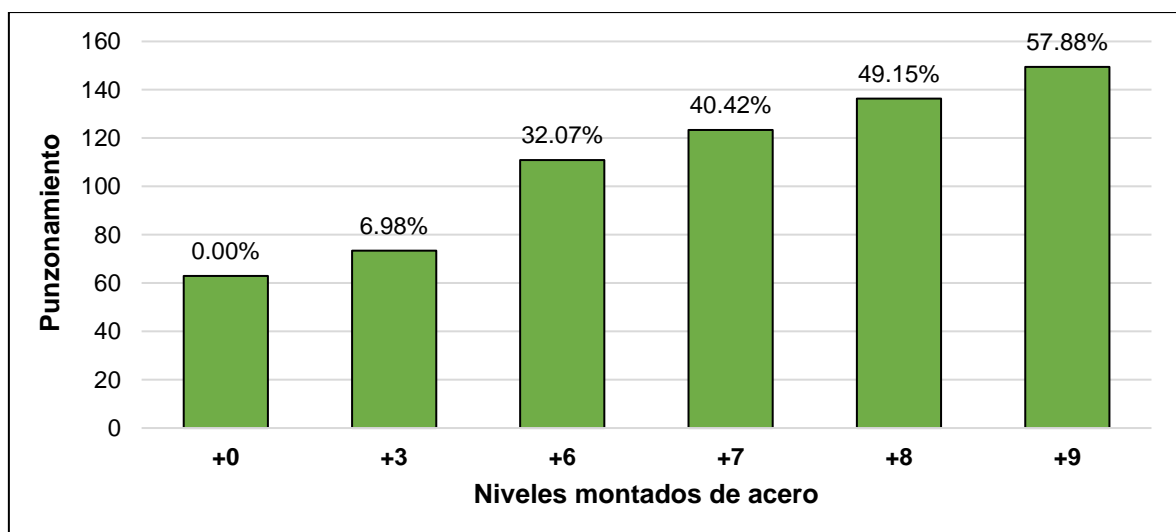


Figura 70. Influencia de los niveles montados de acero en el punzonamiento en la cimentación

Fuente: Elaboración propia

b) Cortante en la cimentación

La cortante en la cimentación de la edificación incrementa a medida que se incorporan niveles de acero. Al incrementar 3 niveles de acero estructural se tiene que existe influencia del 24.34% en el valor de cortante en la cimentación con respecto al valor inicial de 3 niveles de concreto armado y sin niveles de acero y al incrementar 9 niveles de acero la influencia aumenta a 78.93%. Por lo que se demuestra que los niveles de acero influyen progresivamente en el valor de cortante en la cimentación. (Ver Tabla 8 y Figura 71).

Tabla 8. Influencia de los niveles montados de acero en la cortante en la cimentación.

		Niveles montados de acero					
		+0	+3	+6	+7	+8	+9
Cortante	Máximo valor	21.32	45.95	73.59	82.91	92.05	101.20
	Porcentaje de influencia	0.00%	24.34%	51.65%	60.86%	69.89%	78.93%

Fuente: Elaboración propia

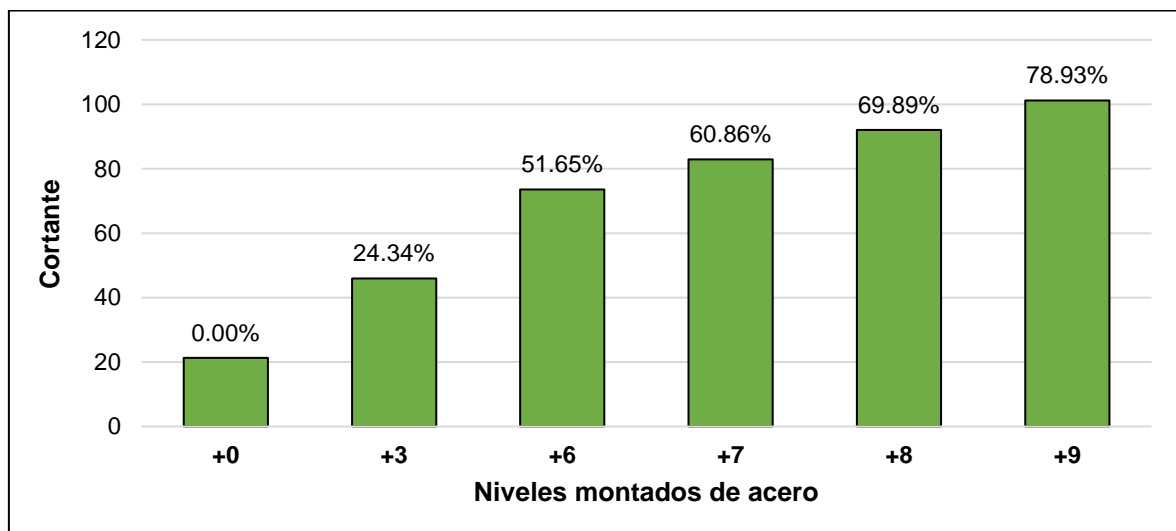


Figura 71. Influencia de los niveles montados de acero en la cortante en la cimentación.

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que los niveles montados de acero influyen progresivamente en los esfuerzos principales de la edificación.

Contraste de hipótesis: Niveles montados y comportamiento sísmico estructural

Para la contrastación se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: La cantidad de niveles montados de acero que cumplen con el comportamiento sísmico estructural no supera la cantidad de los niveles del diseño inicial.

H_a: La cantidad de niveles montados de acero que cumplen con el comportamiento sísmico estructural supera la cantidad de los niveles del diseño inicial.

El comportamiento sísmico estructural de la edificación en su conjunto va cambiando a medida que incrementan los niveles de acero, tal es así que al incrementar 3, 6 y hasta 7 niveles de acero a los 3 niveles de concreto armado no se presentan fallas en la edificación; siendo estos 3 niveles de concreto armado la edificación inconclusa al 50%. Al incrementar 8 niveles de acero se tiene falla en la edificación por ratio, período de vibración y punzonamiento en la cimentación. Al incrementar 9 niveles de acero se tiene fallas por cortante en la cimentación. Es por ello que se demuestra que se pueden incrementar hasta 7 niveles de acero a la edificación inconclusa, teniendo como resultado 10 niveles en la edificación teniendo un mejor aprovechamiento de aires en comparación al diseño inicial que sólo concibe 6 niveles. Por tal motivo se afirma que la cantidad de niveles montados de acero que cumplen con el comportamiento sísmico estructural supera la cantidad de los niveles de diseño inicial. (Ver Tabla 9 y Figura 65).

Tabla 9. Influencia de los niveles montados de acero en el comportamiento sísmico estructural

Niveles montados	Condición				
	Ratio	Deriva de entrepiso	Período de vibración	Punzonamiento en la cimentación	Cortante en la cimentación
+0	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
+3	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
+6	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
+7	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
+8	Falla	Cumple	Falla	Falla	Cumple
+9	Falla	Cumple	Falla	Falla	Falla

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H_a), demostrando que la cantidad de niveles montados de acero que cumplen con el comportamiento sísmico estructural supera la cantidad de los niveles diseñados inicialmente.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación.

Antecedente: Nuñez (2018) en su investigación *“Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: Duales versus diagrid”*³⁹ realizaron la comparación cuantitativa del comportamiento sísmico estructural de edificios de seis niveles en dos sistemas estructurales diferentes, el convencional concreto armado versus el sistema diagrid.

Resultado: La investigación fue realizada en Tacna – Perú y se consideró la edificación tipo C, con suelo tipo S2 y zona 4. La edificación para ambos sistemas estructurales fue de 6 niveles modelados en el software ETAB's teniendo como resultado que en comparación el sistema diagrid presenta menores desplazamientos, menores períodos de vibración y menores daños estructurales ante sismo.

Comparación: En contraste a la investigación presentada el sistema estructural de acero del antecedente es el diagrid y el sistema de la presente investigación es de acero en aperturado con arriostres céntricos. Ambas investigaciones pertenecen al ámbito nacional considerando la misma cantidad de niveles en el diseño inicial que son 6 niveles. También fueron realizados con el mismo tipo de edificación que es el tipo C según el reglamento nacional de tipo de edificaciones comunes. Se planteó en el mismo tipo de suelo S2 y la misma zona según detalla el reglamento nacional de edificaciones que es Z4. Por todo lo anterior, la comparación es muy similar para la evaluación sísmica en las edificaciones por las funciones espectrales sísmicas consideradas. Siendo ambos sistemas estructurales de acero comparados con el concreto armado se encontró que la edificación en acero cuenta con mejor comportamiento estructural ante sismo tanto en desplazamientos, períodos de vibración y daños como lo es el ratio; los mismos que fueron evaluados como indicadores en ambas investigaciones.

Antecedente: López, Ugel y Herrera (2018) en su investigación “*A nálisis de una placa base de unión entre columna de concreto – columna de acero en el rango no lineal*”⁴⁰ realizaron un análisis estático y dinámico en el que se destaca la falla por agrietamiento en el concreto armado en comparación a la columna de acero frente a fuerzas cilíndricas.

Resultado: El análisis realizado en el antecedente fue el análisis estático y dinámico a escala de la unión de una columna de concreto armado con una columna de acero estructural mediante una placa de acero, en esta junta al mismo tiempo se unen a dos vigas de concreto armado para el análisis de la unión de ambos sistemas estructurales para hace el cambio entre uno y otro, haciendo un cambio de concreto armado a sistema estructural de acero. La investigación tiene entre sus resultados lo más resaltante la presencia de agrietamientos en la columna de concreto armado lo que la convierte en desfavorable frente a la columna de acero estructural.

Comparación: El antecedente en mención es afín con la investigación presenta por el planteamiento del cambio de sistema estructural de concreto armado a acero estructural en que se concibe la unión de una columna de concreto con una de viga y además se considera en la unión de dos vigas de concreto; del mismo modo del que es planteada en la investigación actual. Visto sus resultados; en comparación a la investigación presentada ambas comparan el comportamiento y resistencia de elementos de concreto versus elementos de acero estructural. Teniendo como resultados que los elementos de concreto armado fallan antes que los de acero estructural por fuerzas actuantes y resistentes; es por ello que uno de los indicadores evaluados fue el ratio en el que se analiza de qué manera resisten las cargas ante las actuantes; es por el resultado de la investigación que ambos concluyen que la columna de concreto armado es al primera en fallar ante la evaluación del ratio como en ambas investigaciones que se consideró en análisis generado por un software.

Objetivo 2: Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación.

Antecedente: Perez, Kaireh y Diaz (2018) en su investigación "*Edificio multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento*"⁴¹ evaluó la incorporación de elementos estructurales de ferrocemento para analizar su comportamiento sísmico estructural y disminuir notablemente el volumen de elementos estructurales como en los muros de cerraje que son de apenas 3cm y soportan las cargas sísmicas.

Resultado: En búsqueda de nuevos sistemas estructurales diferentes a los convencionales como lo es el concreto armado se planteó el ferrocemento que es la experimentación de la combinación entre acero estructural con concreto para losas, paredes portantes y cubierta nervada; a fin de reducir la demanda de materiales en la construcción, generar edificaciones más livianas y más amplias; manteniendo las zapatas, vigas y vigas de cimentación de concreto armado a fin de poder evaluar el comportamiento de las mismas ante el cambio de sistema estructural. Se llegó al resultado que la edificación es más liviana comparada a una de concreto armado por lo que las cimentaciones no presentan fallas.

Comparación: En comparación con la presente investigación ambos análisis contemplan mantener la cimentación de concreto armado en el caso del antecedente las zapatas aisladas de 2.55m y sus vigas de conexión y en lo planteado en la presente investigación según el diseño inicial la platea de cimentación y las vigas de cimentación. Esto se da para que al realizar el cambio de la super estructura al hacer uso de acero estructural se pueda evaluar el comportamiento de la sub estructura ante las nuevas cargas actuantes que se generaran al realizar el cambio de sistema estructural. Teniendo ambas investigaciones como resultado que las edificaciones en acero son más livianas que por lo que un nivel de concreto armado reemplazado por una de acero no genera daños en la cimentación inicial. En el caso de la presente investigación no se presentaron daños de corte o punzonamiento por incremento de niveles de acero hasta los 6 primeros niveles de acorde a lo diseñado inicialmente.

Objetivo 3: Determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural.

Antecedente: Romero y Rojas (2017) en su investigación *“Diseño de un sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura”*⁴² plantea el uso de módulos de acero para vivienda en zonas de bajos recursos, dichos módulos van desde los 50m² que es lo mínimo establecido para vivienda familiar hasta los 80m² y/o 6 niveles de elevación según los recursos y necesidades de las familias.

Resultado: Romero y rojas presentaron la investigación para las personas de bajos recursos frente a la necesidad de falta de espacios habitables en zonas sociales de altura. Utilizaron perfiles cuadrados y rectangulares empernados para facilitar su capacidad de ser montados y desmontados. Utilizaron el sistema de cerramiento liviano, puesto que además la distribución arquitectónica no tiene elementos estructurales como muros portantes, es por ello que se pueden generar divisiones diversas con el sistema liviano. Estos módulos son adicionales tanto en vertical como en horizontal según la necesidad y las posibilidades de cada familia, en horizontal un módulo es de 50m² que es el área mínima para vivienda familiar y se puede adicionar hasta cubrir 80m² con diferentes configuraciones en planta; en elevación los módulos se pueden añadir hasta contar con 6 niveles.

Comparación: La investigación presentada se da ante la problemática de la necesidad de falta de lugares habitables. En diferencia a la investigación de Romero y Rojas se utilizó perfiles tipo I pero también se plateó la unión de los mismos por pernos para facilitar su montaje y desmontaje, el diseño que se realizó también fue de forma modular por nivel considerando 128m²; aunque no considera mayor aprovechamiento en horizontal da mayor aprovechamiento en vertical según la problemática planteada. El diseño inicial fue de 6 niveles y en el antecedente se plantea un máximo de 6 niveles adicionales

VI. CONCLUSIONES

1. **Objetivo general:** Analizar la repercusión de los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Lima 2021.

Tras la investigación realizada se concluye que los niveles montados de acero repercuten directamente en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Lima 2021; después de la experimentación se muestra que el aprovechamiento de aires se dio en un 66.66% mayor al diseño inicial que concibe únicamente la estructura de concreto armado. El incremento de niveles de acero influye directamente en cada uno de los indicadores que evalúan a la estructura.

2. **Objetivo específico1:** Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación.

La respuesta sísmica de la edificación se evaluó mediante los indicadores ratio, deriva de entrepiso y período de vibración. Los valores de ratio se presentan entre el rango bajo y medio sin presentar valores altos hasta la incorporación de 7 niveles montados de acero; es decir hasta contar con 10 niveles montados contando con los 3 primeros niveles de concreto armado; sin embargo, al montar el octavo piso de acero el 1.86% de elementos de la estructura en su totalidad fallan. En cuanto a la deriva de entre piso a la incorporación de 9 niveles de acero no se tiene fallas en la estructura puesto que a pesar que los valores de deriva incrementan progresivamente, estos no superan lo máximo permitido. Por otro lado, el período de vibración muestra que en la incorporación de 7 niveles de acero no se presentan fallas en ninguna dirección; el incorporar 8 niveles se presentan falla por período de vibración en el eje X y Y. Por lo tanto, los niveles montados de acero influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación.

- 3. Objetivo específico 2:** Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación.

Los esfuerzos principales de la edificación se evaluaron mediante los indicadores de punzonamiento en la cimentación y cortante en la cimentación. En razón al punzonamiento en la cimentación al adicionar 7 niveles de acero no se encuentran fallas al comparar las fuerzas actuantes de 12.31t ante las fuerzas admisibles o resistentes de 134.00t; al incorporar 8 niveles de acero se presenta falla en la cimentación superando las fuerzas resistentes con 136.35t. En cuanto al cortante en la cimentación no se presenta falla al incorporar 8 niveles de acero teniendo 92.05t de fuerza actuante frente a 99.44t de fuerza resiste; la falla se presenta al incrementar 9 niveles de acero superando las fuerzas permisibles con 101.20t. Por lo tanto, los niveles montados de acero influyen progresivamente a los esfuerzos principales de la edificación.

- 4. Objetivo específico 3:** Determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural.

Se concluye que una edificación diseñada para 6 niveles inconclusa construida al 50% de concreto armado puede aprovechar los aires de mejor manera utilizando el sistema estructural de acero armado en los niveles superiores. Se puede incrementar hasta 7 niveles de acero a los 3 primeros niveles de concreto armado, quedando así 10 niveles sin que se presenten fallas en la estructura en su totalidad. Por otro lado, en cuanto a metros cuadrados de área aprovechada se tendría 1280m² de área construida con los 10 niveles en su totalidad ante los 768m² planteados inicialmente con 6 niveles únicamente con concreto armado.

VII. RECOMENDACIONES

- 1. Respuesta sísmico estructural:** En la presente investigación se experimentó incrementar niveles de acero a una edificación inconclusa al 50% de 3 niveles de concreto armado, se incorporaron 3, 6, 7, 8 y 9 niveles y se obtuvo que no se tiene falla por deriva de entrepiso, sin embargo, al incrementar 8 niveles el 1.86% tiene un valor alto no permitido de ratio y se tiene falla en el eje X y Y con 0.687s y 0.881s respectivamente ante lo máximo permitido de 0.600s. Siendo 10 niveles sin falla estructural que viene a ser el 66.66% de niveles aprovechados. Es por ello que se recomienda incrementar sólo hasta el 66.66% de niveles del diseño inicial de la edificación para no tener fallas en la estructura por respuesta ante sismos.
- 2. Esfuerzos principales:** En la presente investigación se experimentó incrementar niveles de acero a una edificación inconclusa al 50% de 3 niveles de concreto armado, se incorporaron 3, 6, 7, 8 y 9 niveles y se obtuvo que al incrementar 8 niveles se tiene falla por punzonamiento en la cimentación con 136.35t actuantes superando las 134.00t de fuerza resisten; en cuanto a la cortante se tiene que al incrementar 9 niveles de acero se tiene falla por cortante con 101.20t de fuerza actuante ante 99.44t de fuerza resistente. Por lo cual se recomienda incrementar sólo hasta el 66.66% de niveles del diseño inicial de la edificación para no tener fallas en la estructura por esfuerzos principales.
- 3. Niveles montados:** En la presente investigación se experimentó incrementar niveles de acero a una edificación inconclusa al 50% de 3 niveles de concreto armado, se incorporaron 3, 6, 7, 8 y 9 niveles y se obtuvo que hasta los 7 niveles adicionales no se tiene ninguna falla estructural, lo que dio un aprovechamiento del 66% adicional con 10 niveles montados en total. Y aprovechamiento de área construida de 1280m² en comparación a los 768m² del diseño inicial. Por lo que se recomienda construir con estructura de acero los niveles superiores de las edificaciones inconclusas para un mejor aprovechamiento de aires y así poder ganar mayor cantidad de niveles superiores y por ende mayor cantidad de área construida.

REFERENCIAS

- 1 ROMERO, J. y ROJAS, R. *Diseño de un sistema constructivo modular en acero para vivienda social en altura*. Colombia: Informador Técnico, p. 270. 2018. ISSN 0122-056X
- 2 CHILUIZA, J. Y GARCÍA, E. *Criterios para la construcción sostenible de una vivienda de interés social con estructura mixta, a partir del uso del cartón tetrapak y estructura metálica*. Tesis de maestría, Universidad Central de Ecuador, Ecuador, p. 10. 2017.
- 3 DÁVILA, I. *Propuesta habitacional a base de estructura metálica y cerramiento liviano en Santa Elena zona No.8 ciudad Sandino, Managua*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua, Nicaragua, p. 15. 2018.
- 4 PÉREZ, E, KAIREH, A Y DÍAZ, X. *Edificio multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento*. Huaraz: Aporte Santiaguino, p. 347. 2018. ISSN-L 2616-9541.
- 5 MATERIALES Y PROCESOS. *Barcelona: Levantan 120 viviendas prefabricadas sobre edificios ya construidos*. Barcelona: Construcción y vivienda, p. 1. 2018.
- 6 PERÚ CONSTRUYE. Remodelación y adecuación estructural. [en línea] [fecha de consulta 15 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://peruconstruye.net/wp-content/uploads/2019/05/COLISEO-MIGUEL-GRAU.pdf>
- 7 SOLÍZ, D. *Cómo hacer un perfil proyecto de investigación científica*. Estados Unidos: SUITE, p. 9. 2019. ISSN 978-1-5065-2718-5
- 8 INEI. *Poblacion total, crecimiento incensal, anual y tasa de crecimiento promedio anual*. Perú, 2017.

- 9 BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON, p. 104. 2006. ISBN 970-26-0645-4
- 10 BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON, p. 104. 2006. ISBN 970-26-0645-4
- 11 BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON, p. 12. 2006. ISBN 970-26-0645-4
- 12 FREITAS, R. Y NARDIN, S. *Piso misto de pequena altura: Componentes e processo constructivo*. Brasil: UNICAMP, p. 20. 2018. ISSN 1980-6809
- 13 ZAMBRANO, J. *Análisis comparativo económico de una vivienda de estructura de acero y una de estructura convencional*. Tesis de maestría. Universidad Técnica de Machala. Ecuador, p. 19. 2017.
- 14 LÓPEZ, N., UGEL, R. Y HERRERA, R. Analisis de una placa base de unión entre columna de concreto-columna de acero en el rango no lineal. Venezuela: Redalyc, p. 12. 2019. ISSN 2477-9539.
- 15 PÉREZ, E, KAIREH, A Y DÍAZ, X. *Edificio multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento*. Huaraz: Aporte Santiaguino, p. 12. 2018. ISSN-L 2616-9541.
- 16 RAMIREZ, P. *Evaluación experimental de una propuesta de reforzamiento estructural para las edificaciones escolares construidas antes de 1997*, Perú. Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, p. 11. 2017.
- 17 NUÑEZ, J. *Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: Duales Versus Diagrid*. Tesis de maestría. Universidad Privada de Tacna, Perú, p. 10. 2018.
- 18 JACOBSEN, E. *Seismic behaviour, numerical modelling and displacement-based design of steel storage rack structures for Canadian applications*. Tesis de maestría. Université de Montréal. Canadá, p.3. 2017.

- 19 SHANG, H. *Expermental investigation and simulation of high performance surface coating in Steel bolted slip-critical connections*. Tesis de maestría. University of Louisiana at Lafayette. Estados Unidos, p. 4. 2017.
- 20 GWYNNE, B. *Design development for seel strongback braced frames to mitigate concentrations of damage*. Tesis de doctorado. Univerdidad de California, Berkeley. Estados Unidos, p. 5. 2018.
- 21 MACHADO, G. *Casa de Arquitectura en la Real Vinícola*. Portugal: Dialnet, p. 37. 2018. ISSN 1695-2308
- 22 TIÑENA, F., TIÑENA, A. Y RIUS, M. *Rehabilitación y ampliación de los Talleres Gon-Gar*. España: Dialnet, p. 15 . 018. ISSN 1695-2308
- 23 MCCORMAC, J. Y CSERNAK, S. *Structural steel design*. USA: Pearson Education, p. 14. 2018. ISBN-13: 9780134589657
- 24 RNE. *E.090 Estructuras metálicas*. Perú: El peruano, p. 214. 2006.
- 25 RNE. *E.090 Estructuras metálicas*. Perú: El peruano, p. 6. 2006.
- 26 ASTETE, A. Y MUÑOZ, M. *Tipos de investigación*. Colombia, p. 6. 2018.
- 27 ARIAS, F. *El proyecto de investigación*. Venezuela, p. 34. 2012. ISBN 980-07-8529-9
- 28 ÑAUPAS, H. [el al.]. *Metodología de la investigación*. Colombia, p. 15. 2014. ISBN 978-958-762-188-4
- 29 HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México, p. 101. 2014. ISBN 968-422-931-3
- 30 HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México, p.2-21. 2014. ISBN 968-422-931-3

- 31 CRESWELL, J. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. USA, p. 13. 2014. ISBN 978-1-4522-2609-5
- 32 MCCORMAC, J. Y CSERNAK, S. *Structural steel design*. USA: Pearson Education, p.13. 2018. ISBN-13: 9780134589657
- 33 RNE. *E.020 Cargas*. Perú: El peruano, p. 6. 2006.
- 34 MORILLAS, A. *Muestreo en poblaciones finitas*. España, p.11. 2016.
- 35 RNE. *E.060 Concreto Armado*. Perú: El peruano, p. 153. 2009.
- 36 HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. México, p. 203. 2014. ISBN 968-422-931-3
- 37 LÓPEZ, I. Y PITA, S. *Medidas de concordancia*. España: Dialnet, p.1. 1999. ISSN-e 1134-3583
- 38 BARBOSA, R. *Monitoreo y análisis estadístico de procesos con aplicaciones*. Colombia: Universidad del Norte, p. 11. 2017. ISBN 978-958-741-700-5
- 39 NUÑEZ, J. *Análisis comparativo de edificios con sistemas estructurales de concreto armado: Duales Versus Diagrid*. Tesis de maestría. Universidad Privada de Tacna, Perú, p. 10. 2018.
- 40 LÓPEZ, N., UGEL, R. Y HERRERA, R. *Análisis de una placa base de unión entre columna de concreto-columna de acero en el rango no lineal*. Venezuela: Redalyc, p. 12. 2019. ISSN 2477-9539
- 41 PÉREZ, E, KAIREH, A Y DÍAZ, X. *Edificio multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento*. Huaraz: Aporte Santiaguino, p. 12. 2018. ISSN-L 2616-9541
- 42 ROMERO, J. y ROJAS, R. *Diseño de un sistema constructivo modular en acero para vivienda social en altura*. Colombia: Informador Técnico, p. 270. 2018. ISSN 0122-056X

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLE	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
ESTRUCTURA DE ACERO	La estructura de acero es un conjunto de partes o piezas de acero relacionadas entre sí para formar un todo, dichas piezas deben ser adecuadamente diseñadas para poder soportar las fuerzas de la edificación. (McCormac, Csernak, 2016)	Se trabajó con Estructura de acero como variable independiente y el comportamiento sísmico estructural como variable dependiente ya que la estructura de acero es dimensionada a través de niveles sobrepuestos gradualmente sobre una estructura de concreto armado construida a un 50% de su diseño inicial y en cada escenario se evaluó el comportamiento estructural que dichos niveles generan en la estructura en su totalidad. La estructura de acero es la variable que se manipuló. Para poder evaluar el comportamiento estructural se dimensionó por respuesta sísmica que tiene como indicadores a la cortante basal y la deriva entre pisos; como segunda dimensión evaluada se consideraron los esfuerzos principales que tienen como indicadores al ratio, el factor de desplazamiento y el factor de volteo, teniendo así una investigación estructural. Una vez determinada la cantidad de niveles admisibles en el comportamiento sísmico estructural de la edificación se evaluó también el área construida aprovechada con dichos niveles montados	Niveles montados	Cantidad de niveles montados	Ficha de recolección de datos: Estas fichas tienen como fuente de al reglamento nacional de edificaciones (RNE) tanto para el diseño en concreto como para el diseño en acero, tomando para cada ficha las normativas necesarias para cada sistema estructural.
				Área construida	
COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL	Una estructura construida en cualquier sistema tendrá un comportamiento ante diversas cargas actuantes en la misma, es decir, tendrá reacciones en sus elementos de diferente manera ante diversas fuerzas que pueden actuar en la estructura; fuerzas como viento, sismo, nieve, lluvia, cargas vivas o cargas muertas. En cuanto a las estructuras de acero es preciso mencionar su comportamiento estructural está directamente relacionado con las cargas normales de servicio para evaluar los estados límites de servicio (RNE E090, 2006, p.6).		Respuesta sísmica	Deriva de entrepiso	Ficha de registro de datos: Esta ficha servirá de registro de los resultados obtenidos por software para poder realizar un análisis estadístico de los mismos y poder llegar a la interpretación de resultados de forma cuantitativa experimental.
				Ratio	
			Esfuerzos principales	Período de vibración	
				Punzonamiento en cimentación	
				Cortante en cimentación	

ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES			
Problema general: ¿De qué manera repercuten los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Lima 2021?	Objetivo general: Analizar la repercusión de los niveles montados de estructura de acero en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Lima 2021	Hipótesis general: Los niveles montados de estructura de acero repercuten directamente en el comportamiento sísmico estructural de la edificación, Lima 2021	VI ESTRUCTURA DE ACERO	Niveles montados	Cantidad de niveles montados			
					Área construida			
Problemas específicos: a) ¿Cuánto influyen los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación? b) ¿Cuánto influyen los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación? c) ¿Cuántos niveles montados de acero cumplen con el comportamiento sísmico estructural?	Objetivos específicos: a) Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en la respuesta sísmica de la edificación. b) Determinar la influencia de los niveles montados de estructura de acero en los esfuerzos principales de la edificación. c) Determinar la cantidad de niveles de acero montados que cumplen con el comportamiento sísmico estructural.	Hipótesis específicas: a) Los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en la respuesta sísmica de la edificación. b) Los niveles montados de estructura de acero influyen progresivamente en los esfuerzos principales de la edificación. c) La cantidad de niveles montados de acero que cumplen con el comportamiento sísmico estructural supera la cantidad de los niveles del diseño inicial.	VD COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL	Respuesta sísmica	Ratio			
					Deriva de entrepiso			
					Período de vibración			
							Esfuerzos principales	Punzonamiento en la cimentación
								Cortante en la cimentación

ANEXO 04: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres:

Argumedo Crispín Luis Alberto

Grado académico:

Ingeniero Civil

Denominación de instrumento:

- Ficha de recolección de datos
- Ficha de registros de datos

Autora: Arriola Moscoso Andrea

2. ASPECTOS A CONSIDERAR:

A continuación, usted evaluará los instrumentos de recolección de datos para su validación. Marque su respuesta considerando:

Si (1): Indica que se encuentra de acuerdo

No (0): Indica que se encuentra en desacuerdo

Las especificaciones consideradas son:

- Objetividad
- Coherencia
- Suficiencia
- Claridad
- Relevancia
- Consistencia


LUIS ALBERTO
ARGUMEDO CRISPIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP.N° 12286u

	SÍ	NO
	1	0
1) ¿Los instrumentos utilizados son objetivos para la investigación?	X	
2) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones?	X	
3) ¿son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	X	
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	X	
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
7) ¿los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	X	
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	X	
9) ¿es claro el enfoque en las estructuras de acero en la ficha de registro de datos?	X	
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivas y de clara comprensión?	X	


LUIS ALBERTO
ARGUMEDO CRISPIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP.N° 12286U



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

3. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres:

Rosas Huaranga Lucas

Grado académico:

Ingeniero Civil

Denominación de instrumento:

- Ficha de recolección de datos
- Ficha de registros de datos

Autora: Arriola Moscoso Andrea

4. ASPECTOS A CONSIDERAR:

A continuación, usted evaluará los instrumentos de recolección de datos para su validación. Marque su respuesta considerando:

Si (1): Indica que se encuentra de acuerdo

No (0): Indica que se encuentra en desacuerdo

Las especificaciones consideradas son:

- Objetividad
- Coherencia
- Suficiencia
- Claridad
- Relevancia
- Consistencia

	SÍ	NO
	1	0
11) ¿Los instrumentos utilizados son objetivos para la investigación?	X	
12) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones?	X	
13) ¿son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	X	
14) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	X	
15) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
16) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
17) ¿los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	X	
18) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	X	
19) ¿es claro el enfoque en las estructuras de acero en la ficha de registro de datos?		X
20) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivas y de clara comprensión?	X	

CONSTRUCTORA MITSUTA E.I.R.L.



 Lucía P. Rosal Huarenga
 RUC: 20573162706
 GERENTE GENERAL

	SÍ	NO
	1	0
1) ¿Los instrumentos utilizados son objetivos para la investigación?	X	
2) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos corresponden a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones?	X	
3) ¿son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	X	
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	X	
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de la estructura de acero y concreto armado?	X	
7) ¿los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	X	
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	X	
9) ¿es claro el enfoque en las estructuras de acero en la ficha de registro de datos?		X
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivas y de clara comprensión?	X	



JUAN FERNANDO LAYME AYARZA
 GERENTE GENERAL
 FERLAY CONSULTORA Y CONSTRUCTORA S.A.C.



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos-Lima, 2021”
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

PREGUNTA	PUNTUACION DE EXPERTOS		
	1°	2°	3°
1) ¿Los instrumentos utilizados son objetivos para la investigación?	1	1	1
2) ¿Los datos recolectados en la ficha corresponden a lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones?	1	1	1
3) ¿Son coherentes los datos de la ficha de recolección de datos?	1	1	1
4) ¿La ficha de recolección de datos es lo suficientemente clara en cuanto a su forma de llenado?	1	1	1
5) ¿Los datos de la ficha de recolección de datos son suficientes para el desarrollo del diseño de la estructura de acero y concreto armado?	1	1	1
6) ¿Cada dato recolectado es de suma relevancia para el diseño de la estructura de acero y concreto armado?	1	1	1
7) ¿Los datos de la ficha de registro abarcan todas las dimensiones indicadas en la matriz de consistencia?	1	1	1
8) ¿Son coherentes los datos de registro planteadas en la ficha?	1	1	1
9) ¿Es claro el enfoque en las estructuras de acero en la ficha de registro de datos?	1	0	1
10) ¿Los datos de la ficha de recolección son objetivos y de clara comprensión?	1	1	1
SUBTOTAL	10	9	10
TOTAL	29		
PROMEDIO	0.8124		
VALIDACIÓN	SÍ	NO	

ANEXO 05: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos-Lima, 2021”

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Diseño estructural

Nº de ficha: _____

Fecha: ____/____/____

Sistema estructural: _____

PARTE A) PESO Y ESFUERZOS DE LA ESTRUCTURA (NORMA E.020 CARGAS)

1) CARGA VIVA / LIVE (L)

Techo: _____ Kgf/m^3 _____

Ancho tributario: _____ m

Carga viva: _____ Kgf/m

2) CARGA VIVA EN LA AZOTEA / Live UP (Lr)

Techo: _____ Kgf/m^3 _____

Ancho tributario: _____ m

Carga viva: _____ Kgf/m

3) PESO PROPIO / DEAD (Peso Propio)

a) Columnas:

Material: _____ Kgf/m^3

Área de sección transversal: _____ m^2

Carga muerta: _____ Kgf/m

b) Vigas:

Material: _____ Kgf/m^3

Área de sección transversal: _____ m^2

Carga muerta: _____ Kgf/m

c) Losa:

Material: _____ Kgf/m^3

Área de sección transversal: _____ m^2



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dimensionamiento

Nº de ficha: _____

Fecha: ____/____/____

Sistema estructural: _____

PARTE A) DIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

a) Perfil: _____

b) Diseño por flexión

Cumple No cumple Cumple con sobredimensionamiento

c) Perfil de dimensionamiento final: _____

PARTE B) DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

a) Perfil: _____

Módulo de corte G	Ksi	rx	in
Factor de longitud K		ry	in
Momento polar de inercia J	in ²		
Área de sección transversal Ag	in ²	Ag	cm ²

b) Diseño por compresión:

Cumple No cumple Cumple con sobredimensionamiento

c) Diseño por flexo-compresión

Cumple No cumple Cumple con sobredimensionamiento

d) Perfil de dimensionamiento final: _____



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X												
	Eje Y												

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2				
A-3				
A-4				
B-1				
B-2				
B-3				
B-4				
B-5				
C-2				
C-3				
C-4				

ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO DE ANTECEDENTES EN INTRODUCCIÓN



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

Realidad Internacional

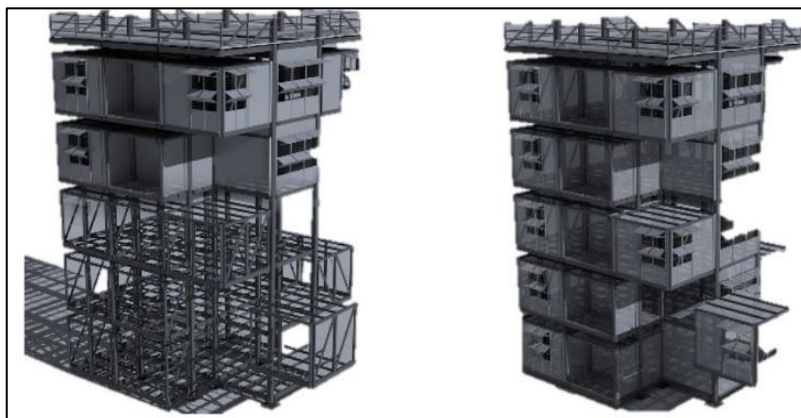
Barcelona

Barcelona levanta 120 viviendas prefabricadas sobre edificios ya construidos (Construcción y vivienda, 2018).



Colombia

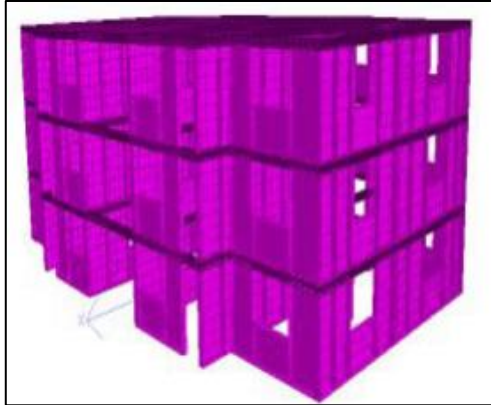
Diseño de un sistema de construcción modular en acero para vivienda social en altura (Romero y Rojas, 2017).



Realidad Nacional

Huaraz

Edificio multifamiliar antisísmico de 3 niveles de ferrocemento (Pérez, Kaireh y Díaz, 2018)

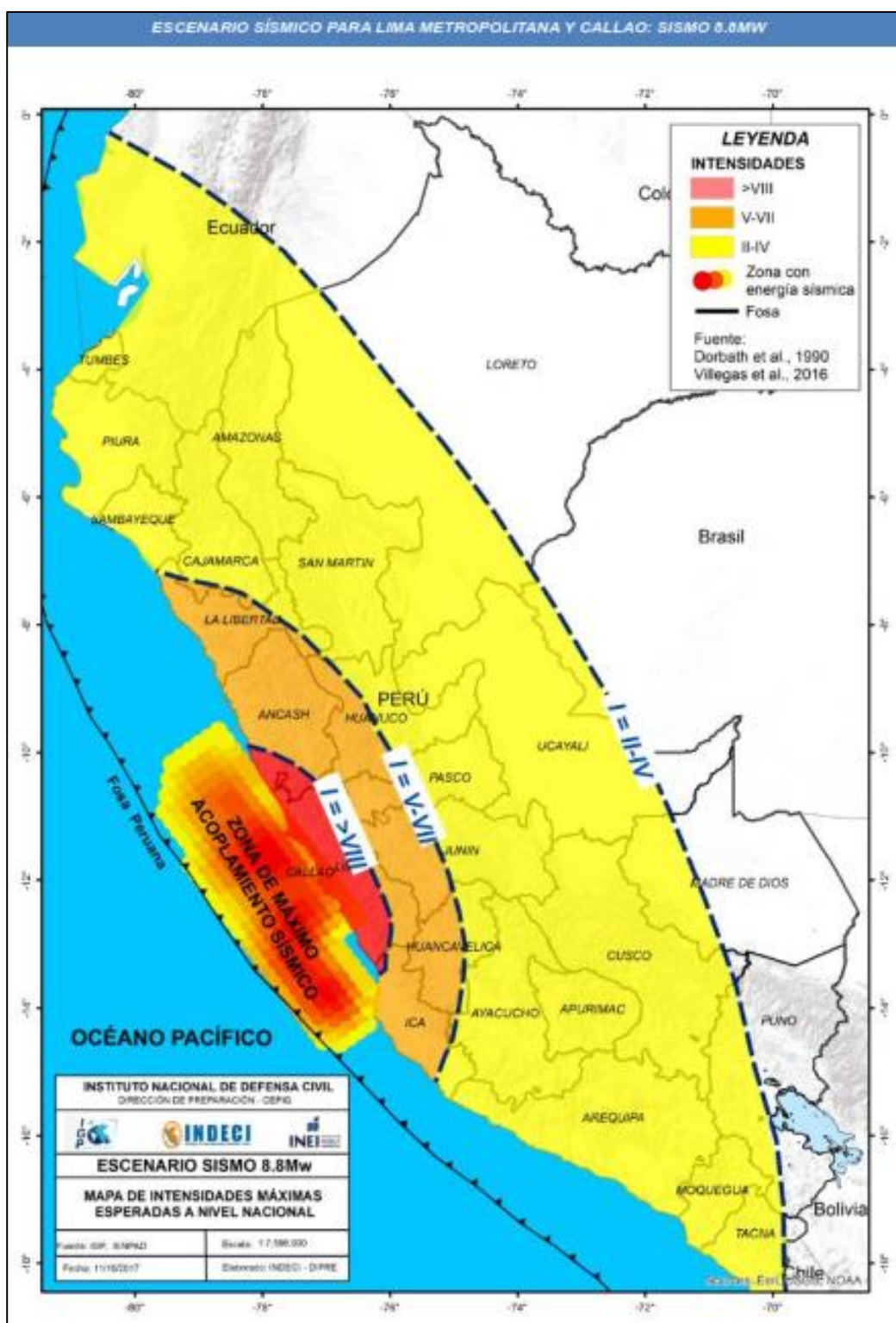


San Martín

Módulos prefabricados beneficiarán a 23 colegios de la región (Construcción y vivienda, 2018)

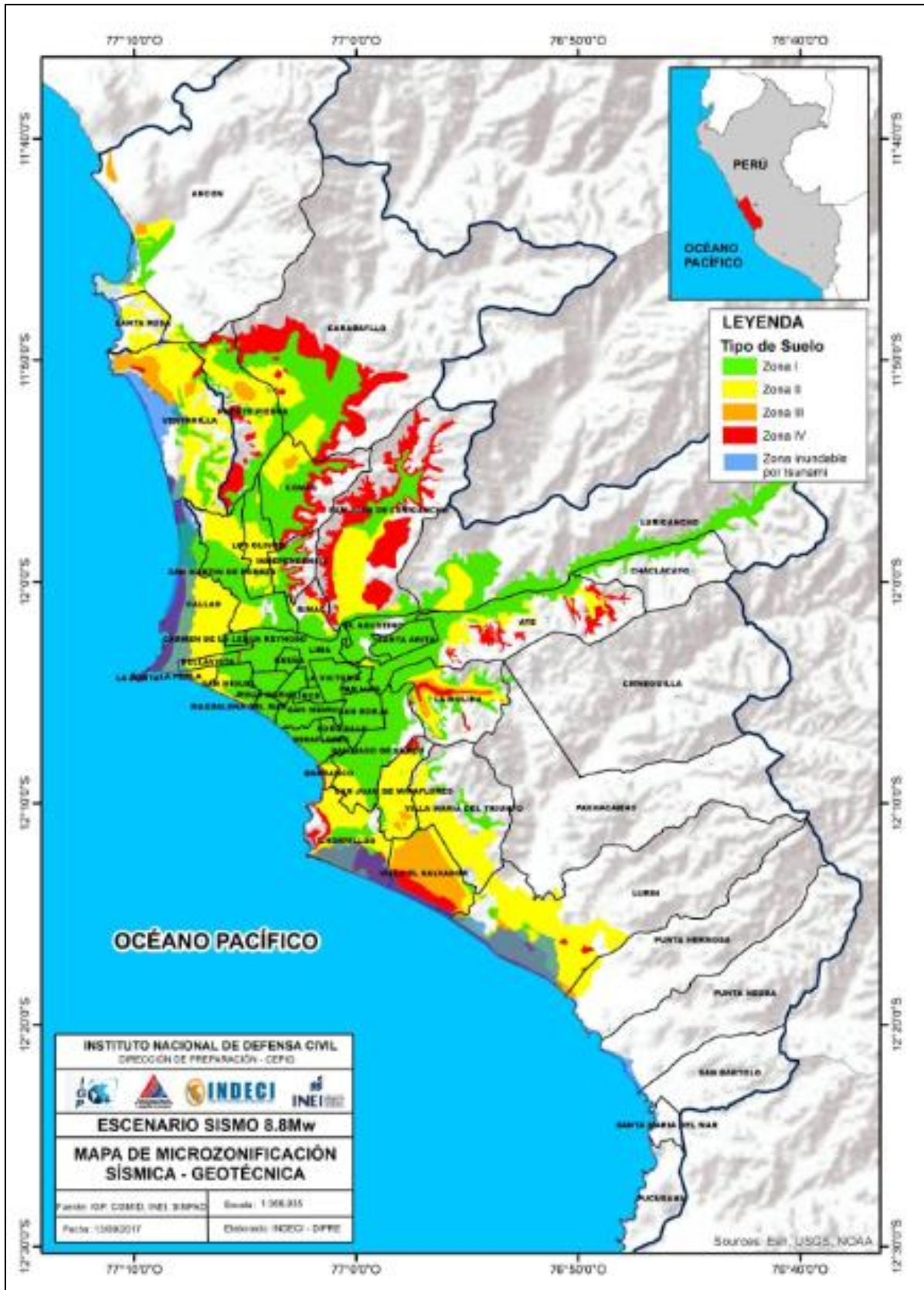


ANEXO 07: ESCENARIO SÍSMICO MÁXIMO ESPERADO A NIVEL NACIONAL / LIMA / CHORRILLOS



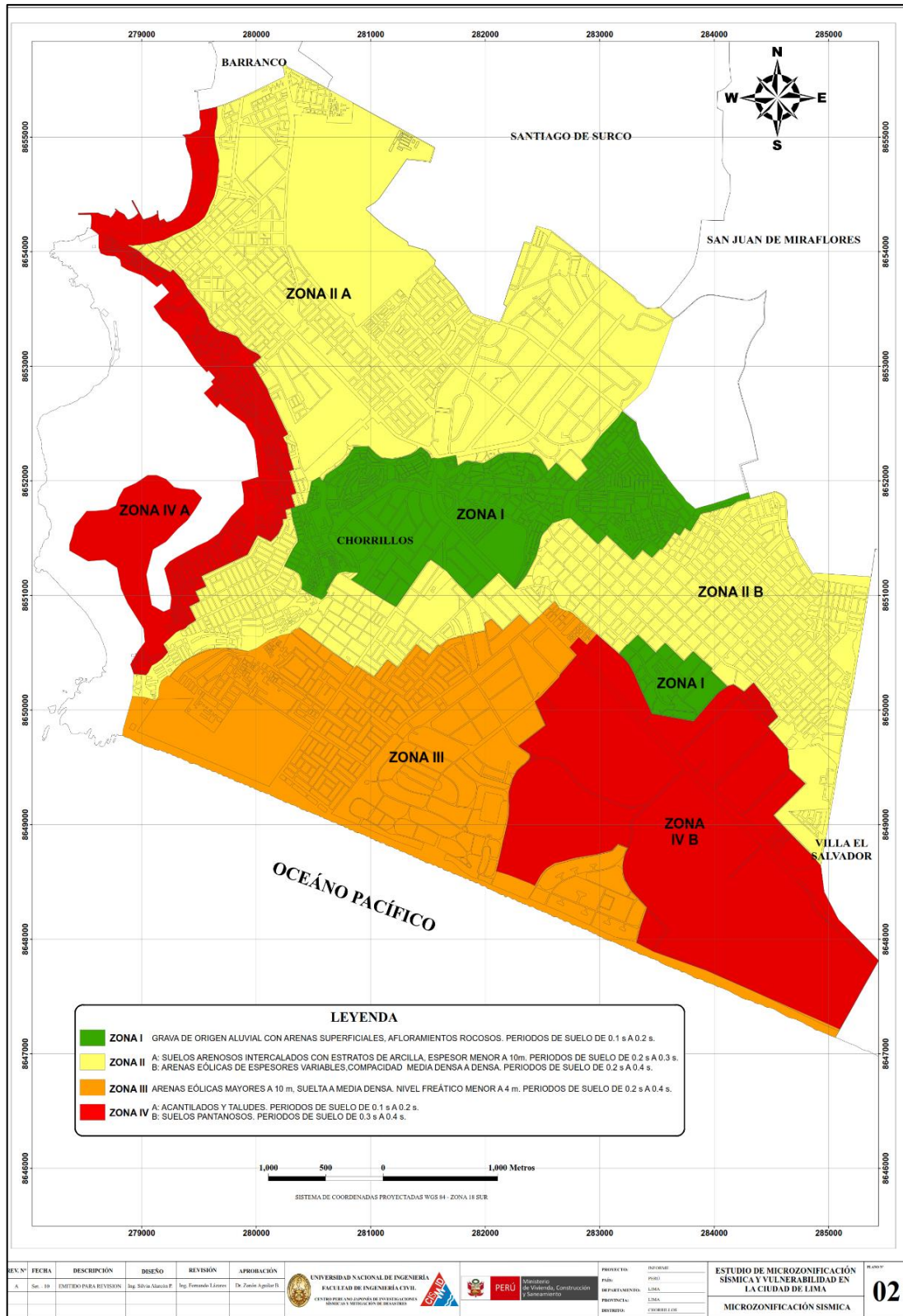
Mapa: Áreas de intensidades sísmicas que produciría un sismo de 8.8Mw, similares a las del terremoto de 1746.

Fuente: IGP, INDCI e INEI. *Escenario sísmico para Lima metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw.* Intensidades máximas esperadas a nivel nacional. Perú, 2017



Mapa: Microzonificación sísmica-geotécnica para Lima metropolitana y Callao

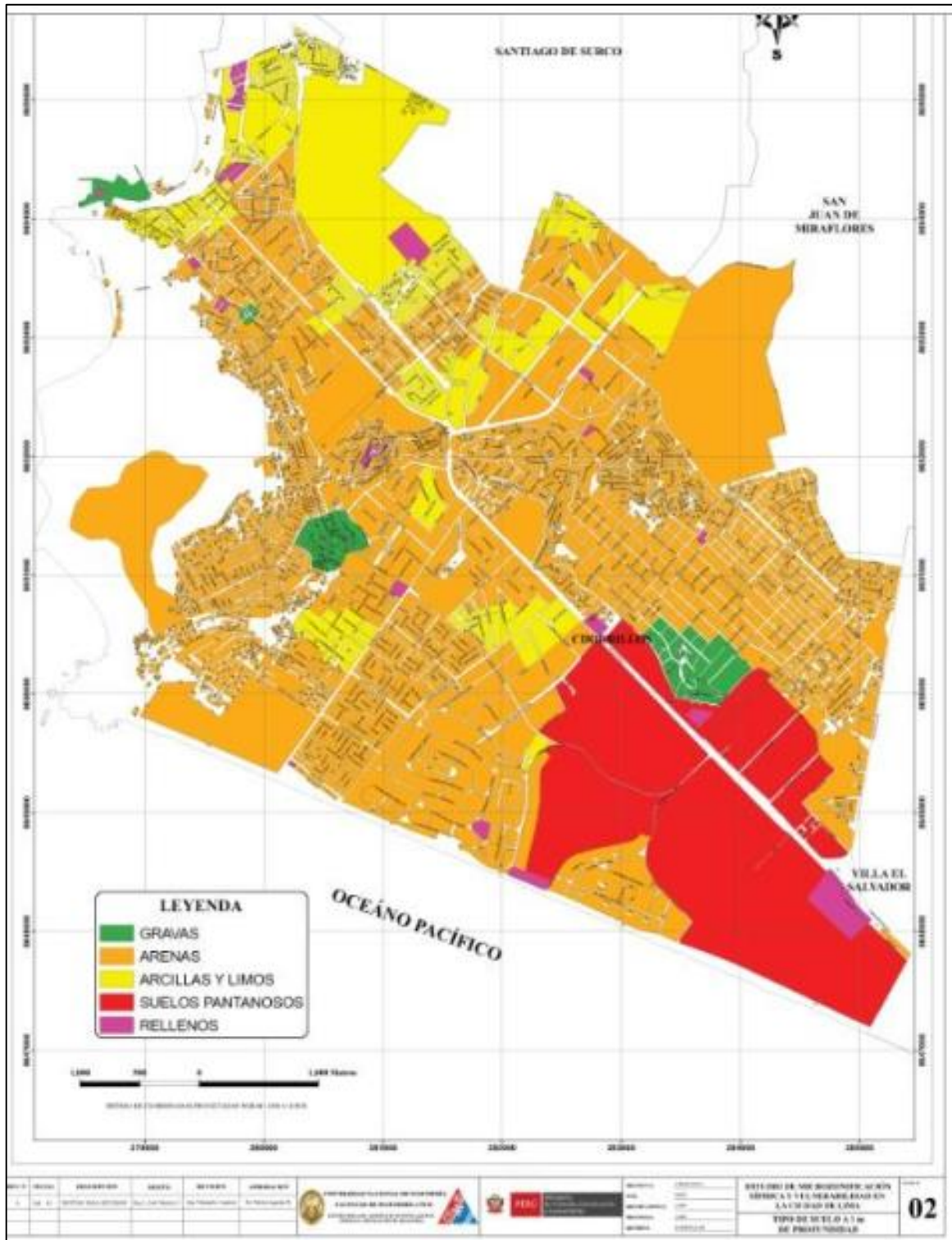
Fuente: IGP, INDECI e INEI. *Escenario sísmico para Lima metropolitana y Callao: Sismo 8.8Mw.* Intensidades máximas esperadas a nivel nacional. Perú, 2017



Plano: Microzonificación sísmica del distrito de Chorrillos

Fuente: Municipalidad distrital de Chorrillos, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS), Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID) y universidad nacional de ingeniería (UNI), “*Estudio de microzonificación sísmica y vulnerabilidad en la ciudad de Lima*”, microzonificación sísmica en el distrito de Chorrillos, Perú 2010.

ANEXO 08: ZONA DE ESTUDIO



Plano: Tipo de suelo a 1 metro de profundidad del distrito de Chorrillos

Fuente: Municipalidad distrital de Chorrillos, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS), Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID) y universidad nacional de ingeniería (UNI), "Programa de apoyo a la gestión integral del riesgo de desastres naturales a nivel urbano", Componente I: Evaluación de riesgos de zonas urbanas, Perú 2011.



Plano: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Propia

PANEL FOTOGRÁFICO DE RECONOCIMIENTO DE ZONA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

Viviendas inconclusas en la zona



Imagen: Viviendas inconclusas de 2 a 4 pisos
Fuente: Elaboración Propia

Georreferenciación de la zona de estudio



Elevation
78.1m
Degrees
-12.18540667, -76.99005667
D°M.mm'
12° 11.1244' S 76° 59.4034' W
D°M'S"
12° 11' 7.4640" S 76° 59' 24.2040" W
UTM (WGS84)
18 L 283473 8652150
MGRS (UTM)
18LTM8347352150

Imagen: Georreferenciación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 09: LICENCIA DE SOFTWARE ETABS

The image shows two overlapping windows from the ETABS software. The background window is titled 'About ETABS' and provides general information about the software, including its version (19.0.0), build number (2277), and manufacturer (Computers and Structures, Inc.). It also lists the physical memory (Total: 3994.145 MB, Available: 904.055 MB) and the Windows version (10, Version 10.0, Build 19042, 64-bit). The foreground window is titled 'ETABS' and displays detailed license information for 'EtabUL' version 19, which is a standalone license with 365 days left. It also shows locking data, including a custom locking criteria, selector '0x3010', and code '*1LM4KQ79NKEKCCT'. The license server section is currently empty.

About ETABS

ETABS Ultimate 64-bit
Version 19.0.0 Build 2277
Integrated Building Design Software
Copyright © 1984-2020 Computers and Structures, Inc.

A product of:
Computers and Structures, Inc.
web: www.csiamerica.com

This product is licensed to:
ANDREA

Physical Memory
Total: 3994.145 MB
Available: 904.055 MB

Windows Version:
Windows 10 (Version 10.0) Build 19042 64-bit

[User Settings Folder](#)

365 days left on Standalone License

ETABS

ETABS[®] version 19

License for

Feature	EtabUL	Version	19
Type	Standalone		
Number of days left on License			365

Locking Data

Locking Criteria	Custom
Selector	0x3010
Code	*1LM4KQ79NKEKCCT

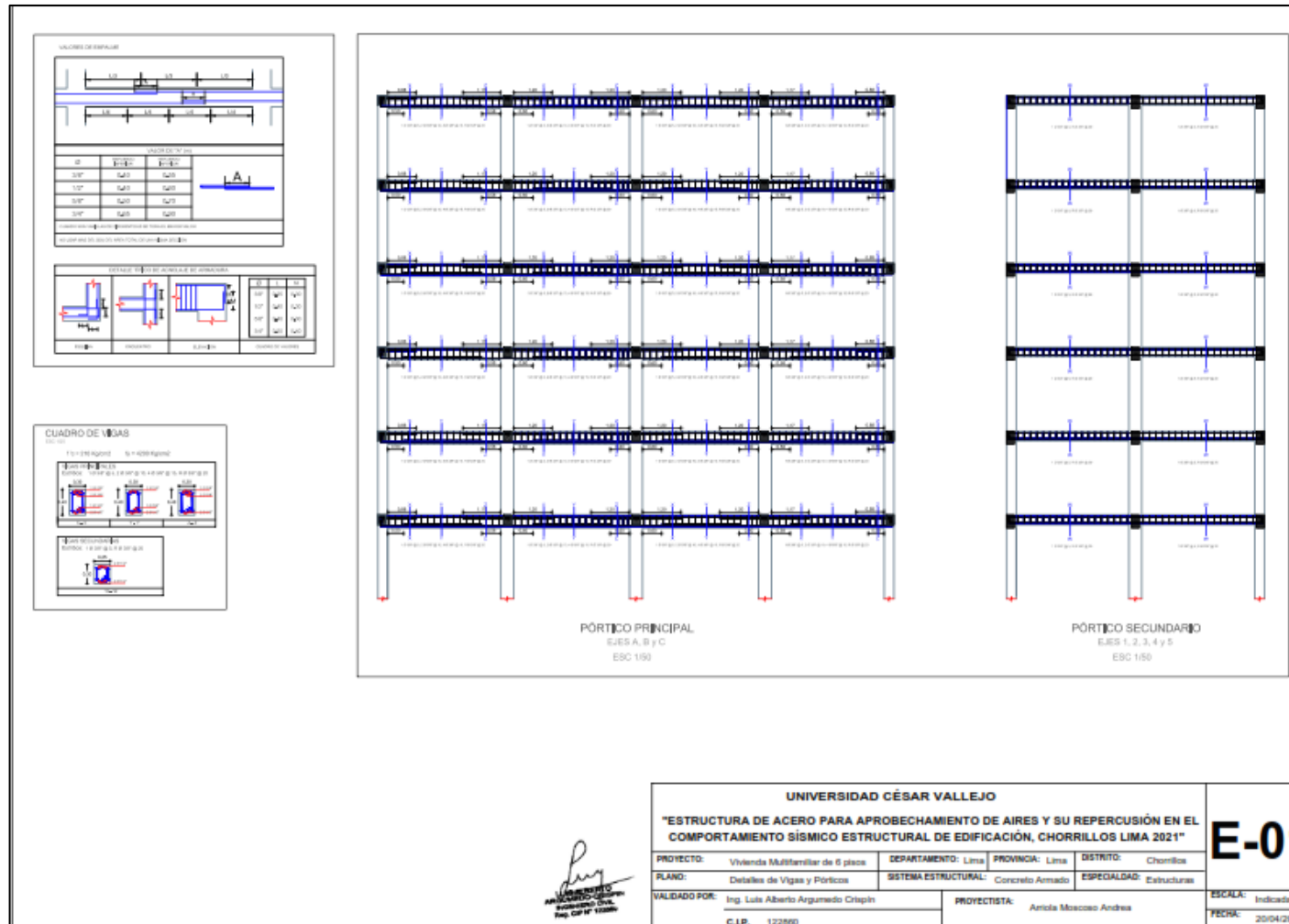
License Server

Server	
Total # of Licenses on Server	

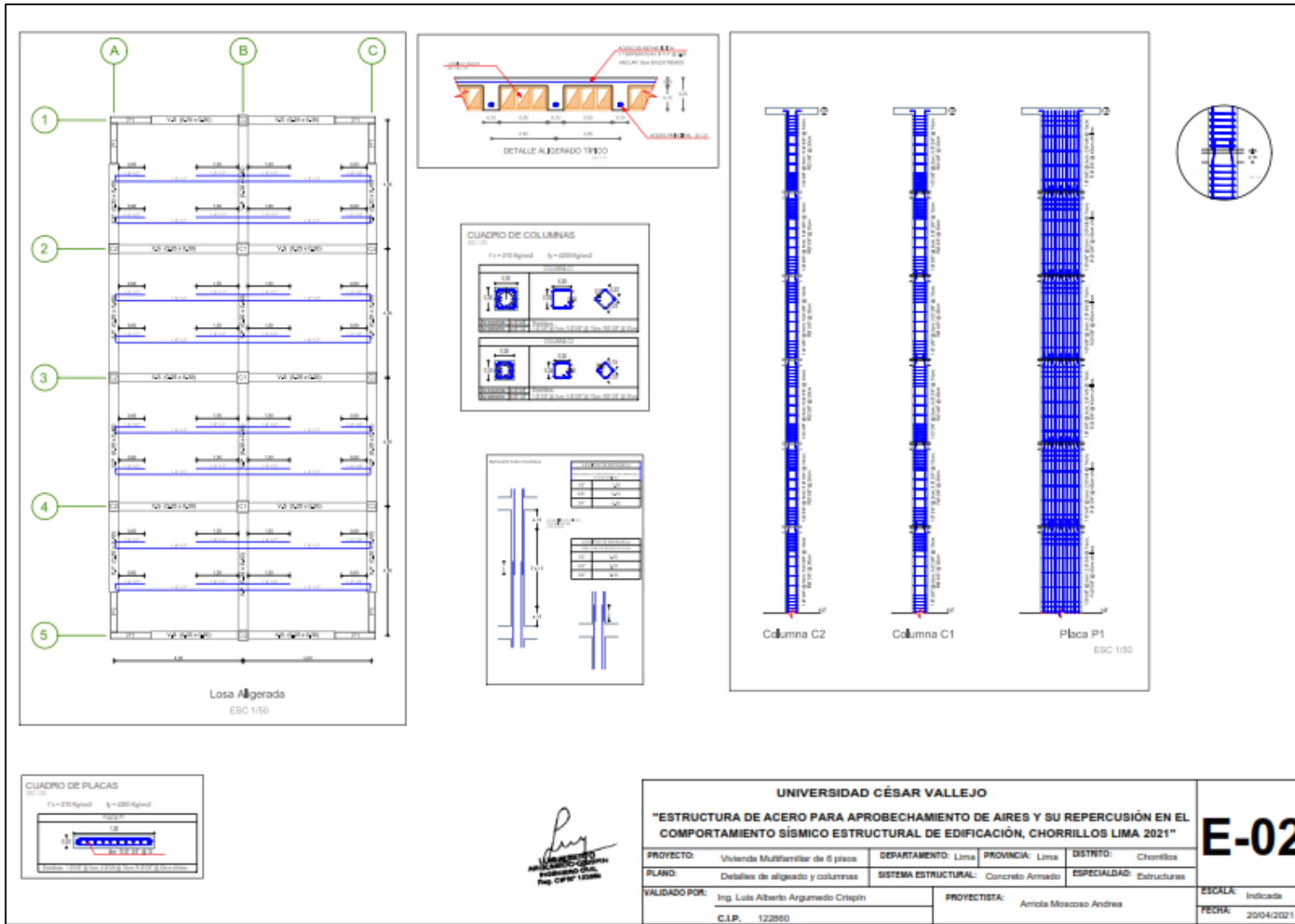
Copyright © 2020 Computers and Structures, Inc.
www.csiamerica.com

Fuente: Computers and structures, Inc

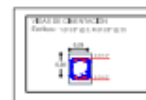
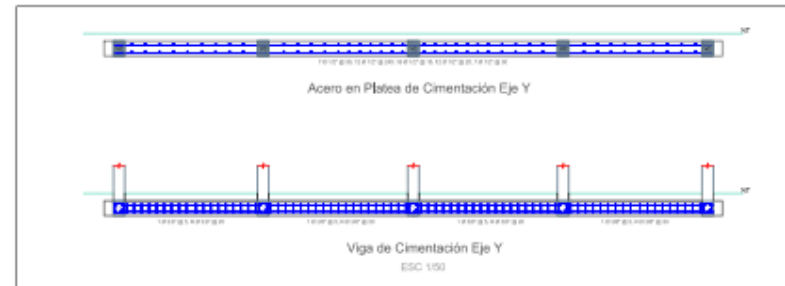
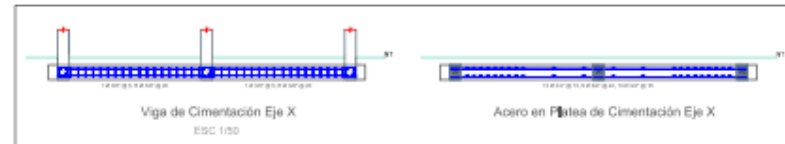
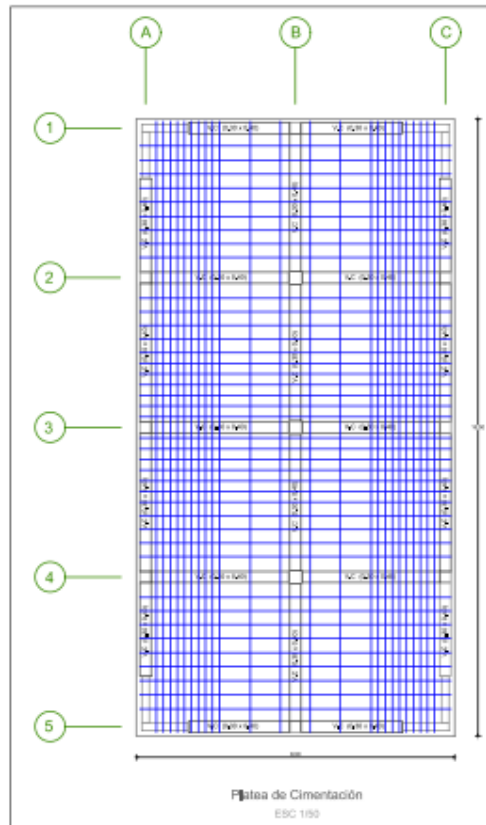
ANEXO 10: PLANOS ESTRUCTURALES



Plano: Detalle de vigas y pórticos
Fuente: Elaboración propia



Plano: Detalle de aligerado y columnas
Fuente: Elaboración propia

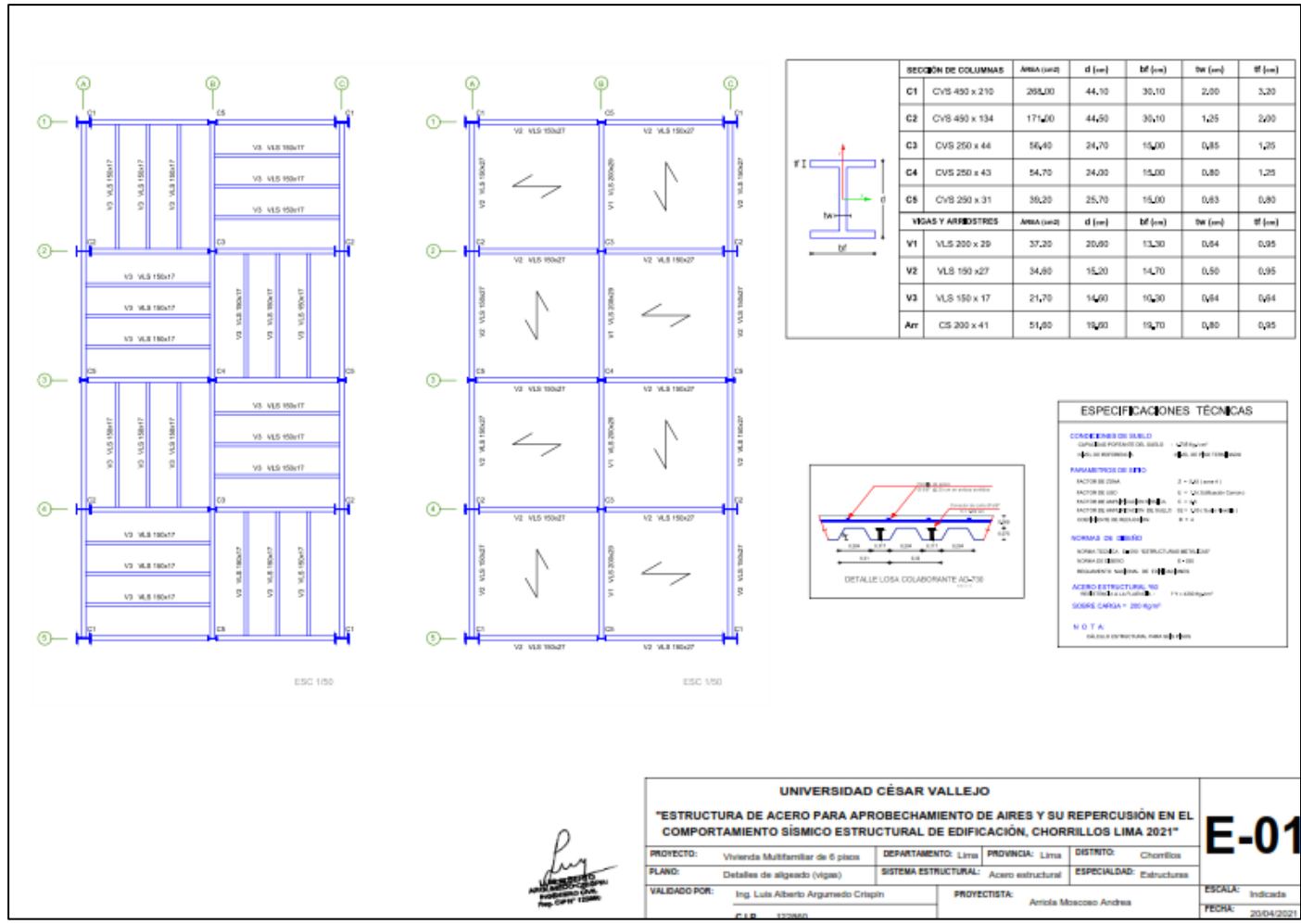


ESPECIFICACIONES		TECNICAS	
CONCRETO SIMPLE	$f_c = 18 \text{ Kg/cm}^2$	CONDICIONES DE SUELO	$f_{t,s} = 1.75 \text{ Kg/cm}^2$
SUELO	C-4 150, 200, F-30 Tama. No. 7	CONDICIONAMIENTO DEL SUELO	-10% a 10% (según especificaciones)
CEMENTO	C-4 150, 200, F-30 Tama. No. 7	PROTECCION CONTRA CORROSION	100% a 100% (según especificaciones)
ACERO	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	SUELO DE REFERENCIA	Según normas
CONCRETO ARMADO	$f_c = 18 \text{ Kg/cm}^2$	PARAMETROS DE OTRO	
ARMADO	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	FACTORES DE CORRECCION	$\gamma = 1.0$ (según especificaciones)
ACEROS DE CIMENTACION	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	FACTORES DE CORRECCION	$\gamma = 1.0$ (según especificaciones)
COLUMNAS Y VIGAS	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	FACTORES DE APPLICACION DE SUELO	$\gamma = 1.0$ (según especificaciones)
ALBARRANES Y ESCALERAS	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	PERICO DE PROYECTACION DEL SUELO	$\gamma = 1.0$
ACERO ESTRUCTURAL NO	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	DEFORMACION DE REDUCCION	$\gamma = 1.0$
RESISTENCIA A LA TRACCION	$f_t = 275 \text{ Kg/cm}^2$	NORMAS DE DISEÑO	
BOBINA CAPSA	$f_y = 275 \text{ Kg/cm}^2$	NORMA TECNICA E-40 "CONCRETO ARMADO"	E-40
RECOMENDACIONES		NORMA TECNICA E-41 "CONCRETO ARMADO"	E-41
ACEROS DE CIMENTACION	700 Ca	NORMA TECNICA E-42 "CONCRETO ARMADO"	E-42
COLUMNAS Y VIGAS	400 Ca	REGLAMENTO NACIONAL DE ESPECIFICACIONES	
ALBARRANES Y ESCALERAS	200 Ca	N O T A	REVISAR ESTRUCTURA PARA LOS PEROS
TIEMPO DE DESMOLDADO			
VIGAS DE CIMENTACION COLUMNAS SIN CIMENTACION	10 días		
CONCRETO Y VIGAS Y COLUMNAS SIN CIMENTACION	10 días		
ALBARRANES Y ESCALERAS Y VIGAS	10 días		
PEROS DE VIGAS PRINCIPALES	21 días		

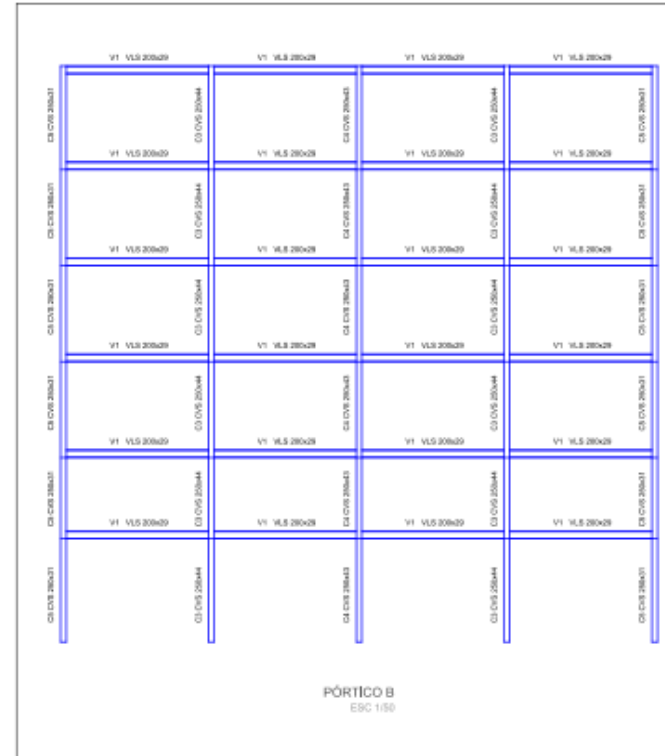
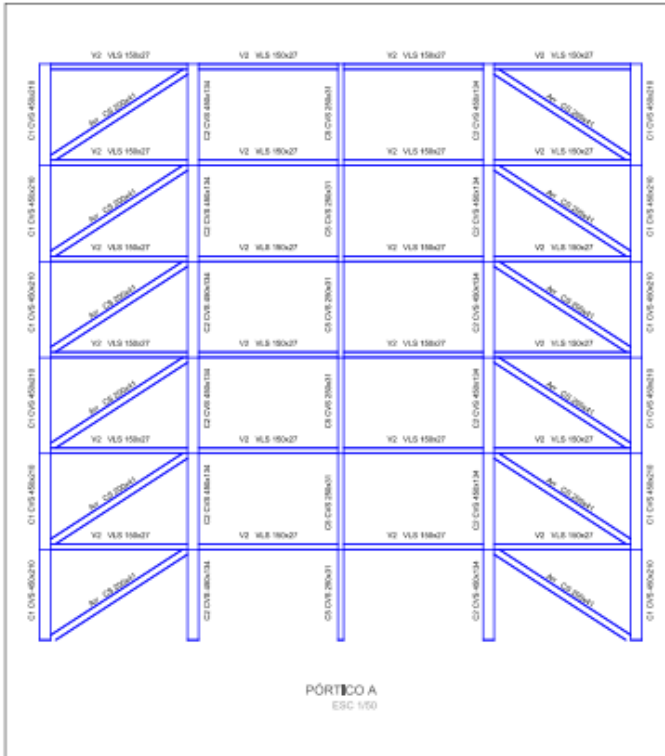
Arg
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 REG. COPIA 10086

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				E-03			
"ESTRUCTURA DE ACERO PARA APROVECHAMIENTO DE AIRES Y SU REPERCUSIÓN EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN, CHORRILLOS LIMA 2021"							
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	DEPARTAMENTO:	Lima	PROVINCIA:	Lima	DISTRITO:	Chorrillos
PLANO:	Plata de Cimentación	SISTEMA ESTRUCTURAL:	Concreto Armado	ESPECIALIDAD:	Estructuras	ESCALA:	Indicada
VALIDADO POR:	Ing. Luis Alberto Arguedo Cripán	PROYECTISTA:	Arrieta Moscoso Andrea	FECHA:	20/04/2021		
C.I.P.	172860						

Plano: Detalle de cimentación
 Fuente: Elaboración propia



Plano: Detalle de losa colaborante y viguetas
Fuente: Elaboración propia



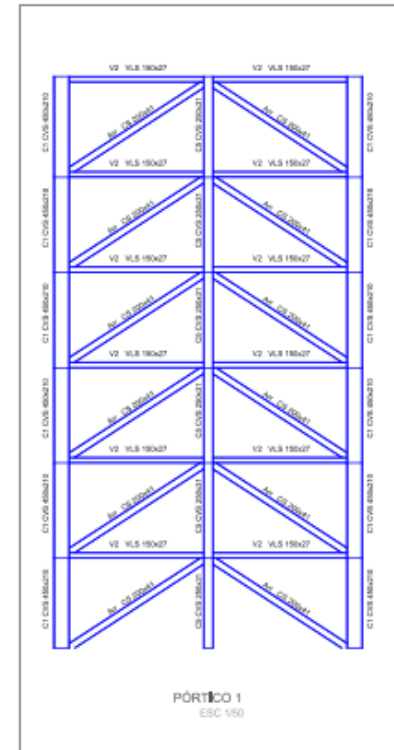
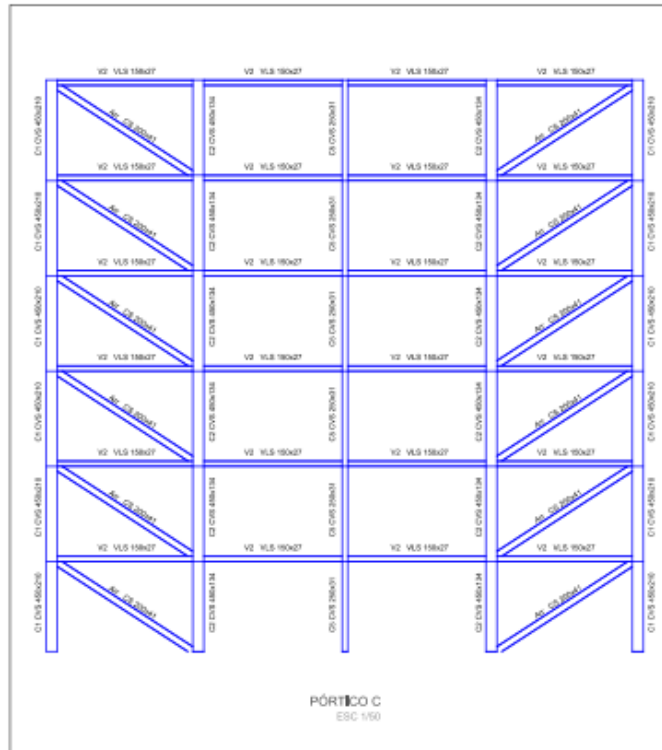
Luigi
INGENIERO CIVIL
Nº 122893

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
"ESTRUCTURA DE ACERO PARA APROVECHAMIENTO DE AIRES Y SU REPERCUSIÓN EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN, CHORRILLOS LIMA 2021"			
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	DEPARTAMENTO:	Lima
		PROVINCIA:	Lima
		DISTRITO:	Chorrillos
PLANO:	Pórticos (Eje A y B)	SISTEMA ESTRUCTURAL:	Acero Estructural
		ESPECIALIDAD:	Estructuras
VALIDADO POR:	Ing. Luis Alberto Argumedo Criagán	PROYECTISTA:	Artista Moscoso Andrea
	C.I.P. 122893		

E-02

ESCALA: Indicada
FECHA: 20/04/2021

Plano: Pórticos en el eje A y B
Fuente: Elaboración propia

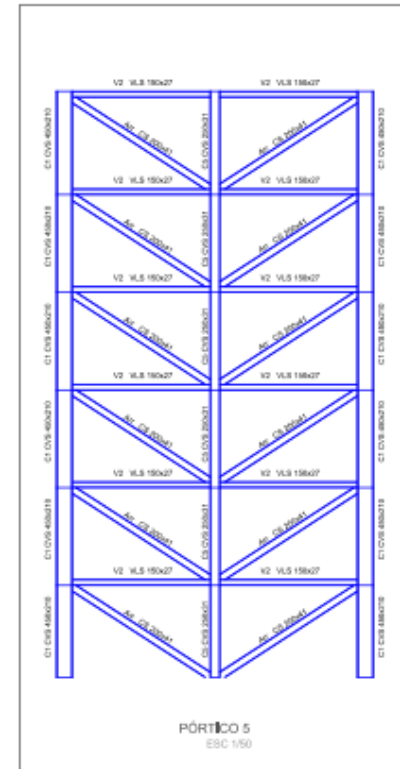
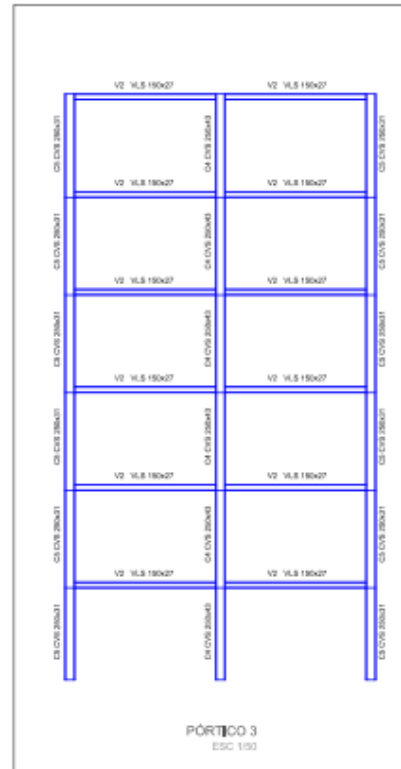
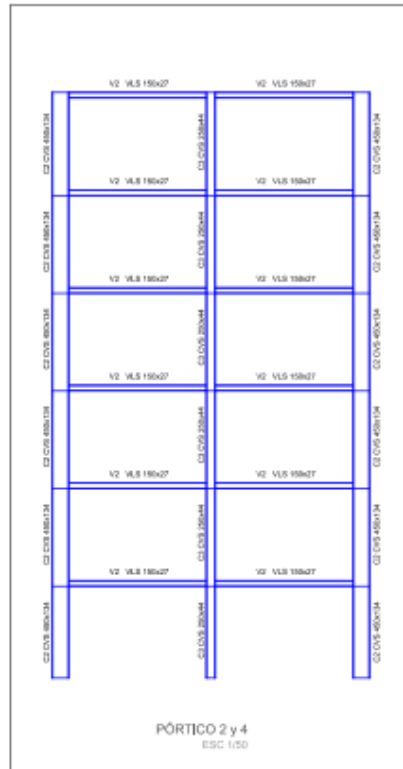


[Handwritten signature]
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 INSTITUTO TECNOLÓGICO
 Ing. Luis Alberto Arguedo Craglin

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
"ESTRUCTURA DE ACERO PARA APROVECHAMIENTO DE AIRES Y SU REPERCUSIÓN EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN, CHORRILLOS LIMA 2021"			
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	DEPARTAMENTO:	Lima
PLANO:	Pórticos (Ejes C y 1)	PROVINCIA:	Lima
VALIDADO POR:	Ing. Luis Alberto Arguedo Craglin	DISTRITO:	Chorrillos
		SISTEMA ESTRUCTURAL:	Acero Estructural
		ESPECIALIDAD:	Estructuras
		PROYECTISTA:	Ariola Moscoso Andrea
		C.I.P.	122860
		ESCALA:	Indicada
		FECHA:	2004/2021

E-03

Plano: Pórticos en el eje C y 1
Fuente: Elaboración propia




 LUIS ALBERTO ARGUEDO CRIPIN
 Ing. CIP 123850

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
"ESTRUCTURA DE ACERO PARA APROVECHAMIENTO DE AIRES Y SU REPERCUSIÓN EN EL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIÓN, CHORRILLOS LIMA 2021"			
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	DEPARTAMENTO:	Lima
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	PROVINCIA:	Lima
PROYECTO:	Vivienda Multifamiliar de 6 pisos	DISTRITO:	Chorrillos
PLANO:	Pórticos (Eje 2 - 5)	SISTEMA ESTRUCTURAL:	Acero Estructural
PLANO:	Pórticos (Eje 2 - 5)	ESPECIALIDAD:	Estructuras
VALIDADO POR:	Ing. Luis Alberto Arguedo Cripin	PROYECTISTA:	Arnoldo Maccoco Andrea
	C.I.P. 123850		
		ESCALA:	Indicada
		FECHA:	2004/2021

E-04

Plano: Pórticos en el eje 2-5
Fuente: Elaboración propia



ANEXO 11: REGISTRO DE DATOS DE 8 MODELAMIENTOS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA:	01
--------	----

Niveles de la edificación		
Concreto Armado	Acero	Total
6	0	6

Período de vibración		
X	Y	Z
0.425	0.368	0.246

Elemento estructural	Ejes	Ratio											
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	Nivel 11	Nivel 12
Columna	A-2	0.401	0.484	0.518	0.524	0.501	0.519						
Columna	A-3	0.385	0.383	0.329	0.318	0.298	0.295						
Columna	A-4	0.401	0.484	0.518	0.524	0.501	0.519						
Columna	B-1	0.294	0.434	0.476	0.498	0.485	0.531						
Columna	B-2	0.431	0.355	0.300	0.242	0.181	0.148						
Columna	B-3	0.441	0.363	0.300	0.235	0.171	0.130						
Columna	B-4	0.431	0.355	0.300	0.242	0.181	0.148						
Columna	B-5	0.294	0.434	0.476	0.498	0.485	0.531						
Columna	C-2	0.401	0.484	0.518	0.524	0.501	0.519						
Columna	C-3	0.385	0.383	0.329	0.318	0.298	0.295						
Columna	C-4	0.401	0.484	0.518	0.524	0.501	0.519						
Viga Secundaria	1-A-B	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	1-B-C	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	2-A-B	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	2-B-C	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	3-A-B	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	3-B-C	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						

Viga Secundaria	4-A-B	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	4-B-C	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919	0.919						
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	B-1-2	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906						
Viga Principal	B-2-3	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906						
Viga Principal	B-3-4	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906						
Viga Principal	B-4-5	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906	0.906						
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913	0.913						
Placa	A-1-2	0.008	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003						
Placa	A-4-5	0.008	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003						
Placa	C-1-2	0.008	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003						
Placa	C-4-5	0.008	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003						
Placa	1-A-B	0.010	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003						
Placa	1-B-C	0.010	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003						
Placa	5-A-B	0.010	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003						
Placa	5-B-C	0.010	0.007	0.004	0.003	0.003	0.003						
Arriostre	A-1-2	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	A-4-5	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	C-1-2	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	C-4-5	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	1-A-B	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	1-B-C	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	5-A-B	-	-	-	-	-	-						
Arriostre	5-B-C	-	-	-	-	-	-						
Columna	A-1	-	-	-	-	-	-						
Columna	A-5	-	-	-	-	-	-						
Columna	C-1	-	-	-	-	-	-						
Columna	C-5	-	-	-	-	-	-						



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00027	0.00062	0.00081	0.00088	0.00087	0.00083						
	Eje Y	0.00023	0.00049	0.00062	0.00065	0.00062	0.00057						

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	24.591	32.788	55.93	OK
2	32.770	43.693	99.44	OK
3	24.591	32.788	55.93	OK
4	12.223	16.297	55.93	OK
5	23.081	30.775	94.44	OK
6	17.479	23.305	99.44	OK
7	23.081	30.775	99.44	OK
8	12.223	16.297	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	37.02	49.36	124	OK
A-3	57.134	76.18	124	OK
A-4	37.02	49.36	124	OK
B-1	34.49	45.99	124	OK
B-2	56.799	75.73	134	OK
B-3	48.029	64.04	134	OK
B-4	56.799	75.73	134	OK
B-5	34.49	45.99	124	OK
C-2	37.02	49.36	124	OK
C-3	57.134	76.18	124	OK
C-4	37.02	49.36	124	OK



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA:	02
---------------	----

Niveles de la edificación		
Concreto Armado	Acero	Total
0	6	6

Período de vibración		
X	Y	Z
0.355	0.409	0.219

Elemento estructural	Ejes	Ratio											
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	Nivel 11	Nivel 12
Columna	A-2	0.586	0.473	0.348	0.230	0.063	0.035						
Columna	A-3	0.691	0.583	0.463	0.356	0.160	0.109						
Columna	A-4	0.618	0.504	0.374	0.252	0.071	0.036						
Columna	B-1	0.359	0.392	0.344	0.258	0.109	0.080						
Columna	B-2	0.696	0.552	0.434	0.315	0.103	0.047						
Columna	B-3	0.704	0.545	0.428	0.311	0.104	0.047						
Columna	B-4	0.700	0.552	0.434	0.314	0.103	0.047						
Columna	B-5	0.710	0.475	0.307	0.131	0.107	0.127						
Columna	C-2	0.484	0.352	0.234	0.066	0.039	0.032						
Columna	C-3	0.691	0.583	0.463	0.356	0.160	0.109						
Columna	C-4	0.531	0.390	0.261	0.075	0.040	0.032						
Viga Secundaria	1-A-B	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429						
Viga Secundaria	1-B-C	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108						
Viga Secundaria	2-A-B	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	2-B-C	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	3-A-B	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.550						
Viga Secundaria	3-B-C	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.550						
Viga Secundaria	4-A-B	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	4-B-C	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527						

Viga Secundaria	5-A-B	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108							
Viga Secundaria	5-B-C	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429							
Viga Principal	A-1-2	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111							
Viga Principal	A-2-3	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452							
Viga Principal	A-3-4	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115							
Viga Principal	A-4-5	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438							
Viga Principal	B-1-2	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-2-3	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-3-4	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-4-5	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	C-1-2	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438							
Viga Principal	C-2-3	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115							
Viga Principal	C-3-4	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452							
Viga Principal	C-4-5	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111							
Placa	A-1-2	-	-	-	-	-	-							
Placa	A-4-5	-	-	-	-	-	-							
Placa	C-1-2	-	-	-	-	-	-							
Placa	C-4-5	-	-	-	-	-	-							
Placa	1-A-B	-	-	-	-	-	-							
Placa	1-B-C	-	-	-	-	-	-							
Placa	5-A-B	-	-	-	-	-	-							
Placa	5-B-C	-	-	-	-	-	-							
Arriostre	A-1-2	0.569	0.590	0.516	0.425	0.299	0.080							
Arriostre	A-4-5	0.565	0.597	0.527	0.439	0.303	0.088							
Arriostre	C-1-2	0.564	0.579	0.496	0.399	0.270	0.065							
Arriostre	C-4-5	0.607	0.593	0.511	0.414	0.284	0.060							
Arriostre	1-A-B	0.514	0.659	0.600	0.451	0.035	0.133							
Arriostre	1-B-C	0.517	0.659	0.601	0.504	0.373	0.134							
Arriostre	5-A-B	0.491	0.531	0.488	0.368	0.243	0.102							
Arriostre	5-B-C	0.488	0.580	0.486	0.369	0.245	0.104							
Columna	A-1	0.717	0.494	0.304	0.077	0.035	0.026							
Columna	A-5	0.739	0.563	0.375	0.216	0.049	0.037							
Columna	C-1	0.786	0.575	0.376	0.212	0.046	0.031							
Columna	C-5	0.803	0.638	0.440	0.268	0.065	0.033							



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00082	0.00113	0.00105	0.00091	0.00069	0.00046						
	Eje Y	0.00106	0.00130	0.00130	0.00122	0.00104	0.00079						

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	33.884	45.179	55.93	OK
2	45.858	61.144	99.44	OK
3	34.817	46.423	55.93	OK
4	19.966	26.621	55.93	OK
5	60.311	80.415	99.44	OK
6	17.109	22.812	99.44	OK
7	60.570	80.760	99.44	OK
8	21.328	28.437	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	68.914	91.89	124	OK
A-3	43.931	58.57	124	OK
A-4	67.905	90.54	124	OK
B-1	56.339	75.12	124	OK
B-2	39.346	52.46	134	OK
B-3	45.22	60.29	134	OK
B-4	39.346	52.46	134	OK
B-5	60.183	80.24	124	OK
C-2	70.856	94.47	124	OK
C-3	43.805	58.41	124	OK
C-4	71.065	94.75	124	OK



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00010	0.00019	0.00021									
	Eje Y	0.00009	0.00017	0.00018									

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	11.970	15.960	55.93	OK
2	15.990	21.320	99.44	OK
3	11.970	15.960	55.93	OK
4	5.770	7.693	55.93	OK
5	11.080	14.773	94.44	OK
6	8.230	10.973	99.44	OK
7	11.080	14.773	99.44	OK
8	5.770	7.693	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	18.62	24.83	124	OK
A-3	26.61	35.48	124	OK
A-4	18.62	24.83	124	OK
B-1	16.29	21.72	124	OK
B-2	47.2	62.93	134	OK
B-3	46.12	61.49	134	OK
B-4	47.2	62.93	134	OK
B-5	16.29	21.72	124	OK
C-2	18.62	24.83	124	OK
C-3	26.61	35.48	124	OK
C-4	18.62	24.83	124	OK



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA:	04
---------------	----

Niveles de la edificación		
Concreto Armado	Acero	Total
3	3	6

Período de vibración		
X	Y	Z
0.320	0.326	0.176

Elemento estructural	Ejes	Ratio											
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	Nivel 11	Nivel 12
Columna	A-2	0.386	0.441	0.442	0.170	0.057	0.032						
Columna	A-3	0.330	0.324	0.314	0.375	0.159	0.107						
Columna	A-4	0.387	0.441	0.443	0.206	0.062	0.029						
Columna	B-1	0.235	0.358	0.436	0.096	0.148	0.301						
Columna	B-2	0.407	0.330	0.272	0.040	0.102	0.319						
Columna	B-3	0.412	0.335	0.267	0.321	0.102	0.040						
Columna	B-4	0.408	0.330	0.271	0.319	0.102	0.040						
Columna	B-5	0.436	0.361	0.436	0.328	0.164	0.126						
Columna	C-2	0.390	0.445	0.447	0.158	0.054	0.028						
Columna	C-3	0.331	0.325	0.312	0.374	0.159	0.107						
Columna	C-4	0.393	0.446	0.445	0.162	0.044	0.032						
Viga Secundaria	1-A-B	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.429						
Viga Secundaria	1-B-C	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.108						
Viga Secundaria	2-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	2-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	3-A-B	0.919	0.919	0.919	0.946	0.946	0.550						
Viga Secundaria	3-B-C	0.919	0.919	0.919	0.946	0.946	0.550						
Viga Secundaria	4-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.527						
Viga Secundaria	4-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.527						

Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.108							
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.429							
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.111							
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.452							
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.115							
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.438							
Viga Principal	B-1-2	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-2-3	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-3-4	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	B-4-5	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.418							
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.438							
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.115							
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.452							
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.111							
Placa	A-1-2	0.006	0.004	0.003	-	-	-							
Placa	A-4-5	0.006	0.004	0.003	-	-	-							
Placa	C-1-2	0.006	0.004	0.003	-	-	-							
Placa	C-4-5	0.006	0.004	0.003	-	-	-							
Placa	1-A-B	0.008	0.005	0.003	-	-	-							
Placa	1-B-C	0.008	0.005	0.003	-	-	-							
Placa	5-A-B	0.008	0.005	0.003	-	-	-							
Placa	5-B-C	0.008	0.005	0.003	-	-	-							
Arriostre	A-1-2	-	-	-	0.441	0.361	0.110							
Arriostre	A-4-5	-	-	-	0.443	0.367	0.215							
Arriostre	C-1-2	-	-	-	0.323	0.241	0.058							
Arriostre	C-4-5	-	-	-	0.327	0.255	0.073							
Arriostre	1-A-B	-	-	-	0.446	0.330	0.106							
Arriostre	1-B-C	-	-	-	0.445	0.332	0.108							
Arriostre	5-A-B	-	-	-	0.367	0.227	0.077							
Arriostre	5-B-C	-	-	-	0.368	0.220	0.077							
Columna	A-1	-	-	-	0.083	0.037	0.023							
Columna	A-5	-	-	-	0.219	0.051	0.035							
Columna	C-1	-	-	-	0.221	0.053	0.033							
Columna	C-5	-	-	-	0.275	0.073	0.034							



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.0002	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004						
	Eje Y	0.0002	0.0004	0.0005	0.0011	0.0010	0.0007						

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	22.80	30.40	55.93	OK
2	34.46	45.95	99.44	OK
3	23.20	30.93	55.93	OK
4	9.36	12.48	55.93	OK
5	22.69	30.25	99.44	OK
6	17.33	23.11	99.44	OK
7	22.76	30.35	99.44	OK
8	9.88	13.17	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	34.95	46.60	124	OK
A-3	51.8	69.07	124	OK
A-4	34.85	46.47	124	OK
B-1	26.4	35.20	124	OK
B-2	55.01	73.35	134	OK
B-3	53.41	71.21	134	OK
B-4	54.55	72.73	134	OK
B-5	27.87	37.16	124	OK
C-2	35.96	47.95	124	OK
C-3	51.86	69.15	124	OK
C-4	35.95	47.93	124	OK



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA:	05
---------------	----

Niveles de la edificación		
Concreto Armado	Acero	Total
3	6	9

Período de vibración		
X	Y	Z
0.529	0.595	0.295

Elemento estructural	Ejes	Ratio											
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	Nivel 11	Nivel 12
Columna	A-2	0.716	0.681	0.910	0.638	0.511	0.374	0.249	0.069	0.034			
Columna	A-3	0.480	0.464	0.534	0.742	0.512	0.466	0.356	0.160	0.107			
Columna	A-4	0.607	0.697	0.926	0.667	0.540	0.400	0.270	0.077	0.035			
Columna	B-1	0.312	0.477	0.628	0.712	0.587	0.454	0.322	0.129	0.101			
Columna	B-2	0.597	0.521	0.493	0.682	0.538	0.423	0.307	0.097	0.041			
Columna	B-3	0.609	0.533	0.483	0.689	0.543	0.428	0.311	0.098	0.041			
Columna	B-4	0.597	0.522	0.489	0.682	0.538	0.423	0.307	0.097	0.041			
Columna	B-5	0.361	0.488	0.635	0.886	0.571	0.360	0.217	0.124	0.126			
Columna	C-2	0.730	0.771	0.883	0.523	0.379	0.252	0.072	0.039	0.031			
Columna	C-3	0.483	0.465	0.531	0.741	0.572	0.466	0.356	0.160	0.036			
Columna	C-4	0.740	0.670	0.898	0.559	0.410	0.276	0.080	0.040	0.031			
Viga Secundaria	1-A-B	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429			
Viga Secundaria	1-B-C	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108			
Viga Secundaria	2-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527			
Viga Secundaria	2-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527			
Viga Secundaria	3-A-B	0.919	0.919	0.919	0.947	0.947	0.947	0.947	0.947	0.550			
Viga Secundaria	3-B-C	0.919	0.919	0.919	0.947	0.947	0.947	0.947	0.947	0.550			
Viga Secundaria	4-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527			
Viga Secundaria	4-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527			

Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108			
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429			
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111			
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452			
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115			
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438			
Viga Principal	B-1-2	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418			
Viga Principal	B-2-3	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418			
Viga Principal	B-3-4	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418			
Viga Principal	B-4-5	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418			
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438			
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115			
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452			
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111			
Placa	A-1-2	0.009	0.007	0.006	-	-	-	-	-	-			
Placa	A-4-5	0.009	0.007	0.006	-	-	-	-	-	-			
Placa	C-1-2	0.009	0.007	0.006	-	-	-	-	-	-			
Placa	C-4-5	0.009	0.007	0.006	-	-	-	-	-	-			
Placa	1-A-B	0.011	0.007	0.007	-	-	-	-	-	-			
Placa	1-B-C	0.011	0.007	0.007	-	-	-	-	-	-			
Placa	5-A-B	0.011	0.007	0.007	-	-	-	-	-	-			
Placa	5-B-C	0.011	0.007	0.007	-	-	-	-	-	-			
Arriostre	A-1-2	-	-	-	0.716	0.703	0.603	0.500	0.367	0.112			
Arriostre	A-4-5	-	-	-	0.715	0.711	0.615	0.514	0.371	0.234			
Arriostre	C-1-2	-	-	-	0.559	0.564	0.478	0.385	0.260	0.073			
Arriostre	C-4-5	-	-	-	0.565	0.575	0.491	0.399	0.275	0.080			
Arriostre	1-A-B	-	-	-	0.778	0.701	0.607	0.492	0.353	0.111			
Arriostre	1-B-C	-	-	-	0.775	0.701	0.609	0.484	0.345	0.214			
Arriostre	5-A-B	-	-	-	0.719	0.610	0.492	0.363	0.225	0.082			
Arriostre	5-B-C	-	-	-	0.720	0.610	0.493	0.365	0.226	0.083			
Columna	A-1	-	-	-	0.716	0.488	0.299	0.075	0.035	0.026			
Columna	A-5	-	-	-	0.787	0.570	0.376	0.216	0.049	0.037			
Columna	C-1	-	-	-	0.795	0.575	0.373	0.212	0.055	0.035			
Columna	C-5	-	-	-	0.866	0.652	0.446	0.271	0.066	0.035			



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00034	0.00076	0.00098	0.00166	0.00160	0.00147	0.00128	0.00104	0.00080			
	Eje Y	0.00028	0.00062	0.00083	0.00217	0.00238	0.00235	0.00227	0.00208	0.00182			

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	32.65	43.53	55.93	OK
2	55.19	73.59	99.44	OK
3	33.96	45.28	55.93	OK
4	11.29	15.05	55.93	OK
5	35.57	47.43	99.44	OK
6	26.56	35.41	99.44	OK
7	35.07	46.76	99.44	OK
8	12.54	16.72	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	48.67	64.89	124	OK
A-3	76.46	101.95	124	OK
A-4	49.04	65.39	124	OK
B-1	31.85	42.47	124	OK
B-2	83.13	110.84	134	OK
B-3	82.79	110.39	134	OK
B-4	81.4	108.53	134	OK
B-5	35.4	47.20	124	OK
C-2	52.14	69.52	124	OK
C-3	76.61	102.15	124	OK
C-4	52.44	69.92	124	OK



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA:	06
---------------	----

Niveles de la edificación		
Concreto Armado	Acero	Total
3	7	10

Período de vibración		
X	Y	Z
0.592	0.597	0.339

Elemento estructural	Ejes	Ratio											
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7	Nivel 8	Nivel 9	Nivel 10	Nivel 11	Nivel 12
Columna	A-2	0.764	0.824	0.944	0.737	0.619	0.488	0.362	0.244	0.069	0.035		
Columna	A-3	0.531	0.512	0.570	0.848	0.678	0.574	0.465	0.356	0.160	0.107		
Columna	A-4	0.783	0.819	0.940	0.775	0.657	0.523	0.392	0.267	0.077	0.036		
Columna	B-1	0.320	0.511	0.684	0.772	0.663	0.539	0.414	0.292	0.125	0.090		
Columna	B-2	0.659	0.584	0.552	0.792	0.652	0.537	0.423	0.307	0.096	0.040		
Columna	B-3	0.674	0.599	0.541	0.799	0.660	0.543	0.428	0.311	0.097	0.041		
Columna	B-4	0.660	0.585	0.547	0.792	0.652	0.537	0.423	0.307	0.096	0.040		
Columna	B-5	0.379	0.525	0.694	0.943	0.671	0.450	0.294	0.135	0.121	0.126		
Columna	C-2	0.793	0.832	0.913	0.634	0.492	0.362	0.243	0.070	0.039	0.031		
Columna	C-3	0.534	0.515	0.568	0.847	0.678	0.574	0.465	0.356	0.160	0.107		
Columna	C-4	0.796	0.786	0.931	0.682	0.534	0.396	0.269	0.079	0.040	0.031		
Viga Secundaria	1-A-B	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429		
Viga Secundaria	1-B-C	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108		
Viga Secundaria	2-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527		
Viga Secundaria	2-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527		
Viga Secundaria	3-A-B	0.919	0.919	0.919	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.550		
Viga Secundaria	3-B-C	0.919	0.919	0.919	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.948	0.550		
Viga Secundaria	4-A-B	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527		
Viga Secundaria	4-B-C	0.919	0.919	0.919	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921	0.527		

Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108		
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429		
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111		
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452		
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115		
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438		
Viga Principal	B-1-2	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418		
Viga Principal	B-2-3	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418		
Viga Principal	B-3-4	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418		
Viga Principal	B-4-5	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418		
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438		
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115		
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452		
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111		
Placa	A-1-2	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	A-4-5	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	C-1-2	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	C-4-5	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	1-A-B	0.012	0.008	0.007	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	1-B-C	0.012	0.008	0.007	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	5-A-B	0.012	0.008	0.007	-	-	-	-	-	-	-		
Placa	5-B-C	0.012	0.008	0.007	-	-	-	-	-	-	-		
Arriostre	A-1-2	-	-	-	0.702	0.688	0.618	0.541	0.449	0.323	0.110		
Arriostre	A-4-5	-	-	-	0.701	0.707	0.629	0.555	0.464	0.350	0.244		
Arriostre	C-1-2	-	-	-	0.532	0.552	0.488	0.426	0.343	0.235	0.071		
Arriostre	C-4-5	-	-	-	0.539	0.564	0.502	0.440	0.358	0.250	0.083		
Arriostre	1-A-B	-	-	-	0.861	0.797	0.715	0.616	0.497	0.355	0.112		
Arriostre	1-B-C	-	-	-	0.868	0.787	0.717	0.618	0.500	0.358	0.215		
Arriostre	5-A-B	-	-	-	0.819	0.713	0.605	0.491	0.362	0.227	0.082		
Arriostre	5-B-C	-	-	-	0.821	0.713	0.605	0.491	0.363	0.228	0.084		
Columna	A-1	-	-	-	0.893	0.652	0.445	0.270	0.067	0.034	0.026		
Columna	A-5	-	-	-	0.941	0.743	0.535	0.352	0.202	0.047	0.036		
Columna	C-1	-	-	-	0.939	0.729	0.515	0.333	0.094	0.053	0.035		
Columna	C-5	-	-	-	0.944	0.814	0.598	0.407	0.245	0.060	0.034		



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00038	0.00085	0.00112	0.00192	0.00190	0.00181	0.00166	0.00146	0.00121	0.00097		
	Eje Y	0.00027	0.00061	0.00082	0.00250	0.00245	0.00250	0.00250	0.00242	0.00250	0.00203		

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	36.11	48.15	55.93	OK
2	62.18	82.91	99.44	OK
3	37.62	50.16	55.93	OK
4	11.63	15.51	55.93	OK
5	39.38	52.51	99.44	OK
6	29.64	39.52	99.44	OK
7	39.67	52.89	99.44	OK
8	13.46	17.95	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	54.07	72.09	124	OK
A-3	84.67	112.89	124	OK
A-4	53.88	71.84	124	OK
B-1	32.83	43.77	124	OK
B-2	92.21	122.95	134	OK
B-3	92.48	123.31	134	OK
B-4	91.44	121.92	134	OK
B-5	37.97	50.63	124	OK
C-2	57.74	76.99	124	OK
C-3	84.87	113.16	124	OK
C-4	58.09	77.45	124	OK

Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108	
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429	
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111	
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452	
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115	
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438	
Viga Principal	B-1-2	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418	
Viga Principal	B-2-3	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418	
Viga Principal	B-3-4	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418	
Viga Principal	B-4-5	0.906	0.906	0.906	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418	
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438	
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115	
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452	
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111	
Placa	A-1-2	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	A-4-5	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	C-1-2	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	C-4-5	0.009	0.008	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	1-A-B	0.007	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	1-B-C	0.007	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	5-A-B	0.007	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Placa	5-B-C	0.007	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Arriostre	A-1-2	-	-	-	0.690	0.689	0.617	0.556	0.486	0.406	0.304	0.106	
Arriostre	A-4-5	-	-	-	0.689	0.697	0.628	0.569	0.500	0.421	0.319	0.236	
Arriostre	C-1-2	-	-	-	0.502	0.522	0.481	0.437	0.381	0.310	0.215	0.069	
Arriostre	C-4-5	-	-	-	0.509	0.542	0.494	0.451	0.395	0.324	0.229	0.081	
Arriostre	1-A-B	-	-	-	0.869	0.802	0.737	0.660	0.569	0.461	0.331	0.106	
Arriostre	1-B-C	-	-	-	0.865	0.802	0.727	0.662	0.571	0.464	0.335	0.108	
Arriostre	5-A-B	-	-	-	0.823	0.722	0.631	0.539	0.438	0.322	0.213	0.079	
Arriostre	5-B-C	-	-	-	0.825	0.723	0.632	0.539	0.438	0.324	0.214	0.080	
Columna	A-1	-	-	-	1.021	0.784	0.576	0.394	0.241	0.061	0.032	0.024	
Columna	A-5	-	-	-	1.092	0.871	0.665	0.478	0.315	0.091	0.044	0.034	
Columna	C-1	-	-	-	1.078	0.853	0.641	0.456	0.297	0.086	0.051	0.033	
Columna	C-5	-	-	-	1.145	0.934	0.723	0.533	0.364	0.221	0.056	0.033	



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00037	0.00084	0.00112	0.00194	0.00196	0.00192	0.00182	0.00169	0.00150	0.00127	0.00105	
	Eje Y	0.00026	0.00059	0.00081	0.00267	0.00250	0.00261	0.00267	0.00266	0.00259	0.00244	0.00225	

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	39.83	53.11	55.93	OK
2	69.04	92.05	99.44	OK
3	41.01	54.68	55.93	OK
4	12.16	16.21	55.93	OK
5	43.53	58.04	99.44	OK
6	32.61	43.48	99.44	OK
7	42.12	56.16	99.44	OK
8	14.37	19.16	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	58.95	78.60	124	OK
A-3	93.01	124.01	124	falla
A-4	60.5	80.67	124	OK
B-1	34.3	45.73	124	OK
B-2	101.41	135.21	134	falla
B-3	102.26	136.35	134	falla
B-4	100.57	134.09	134	falla
B-5	40.55	54.07	124	OK
C-2	63.47	84.63	124	OK
C-3	93.17	124.23	124	falla
C-4	62.12	82.83	124	OK

Viga Secundaria	5-A-B	0.919	0.919	0.919	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.185	0.108
Viga Secundaria	5-B-C	0.919	0.919	0.919	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.429
Viga Principal	A-1-2	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111
Viga Principal	A-2-3	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452
Viga Principal	A-3-4	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115
Viga Principal	A-4-5	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438
Viga Principal	B-1-2	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418
Viga Principal	B-2-3	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418
Viga Principal	B-3-4	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418
Viga Principal	B-4-5	0.900	0.900	0.900	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.730	0.418
Viga Principal	C-1-2	0.913	0.913	0.913	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.438
Viga Principal	C-2-3	0.913	0.913	0.913	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.115
Viga Principal	C-3-4	0.913	0.913	0.913	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.452
Viga Principal	C-4-5	0.913	0.913	0.913	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.195	0.111
Placa	A-1-2	0.009	0.008	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	A-4-5	0.009	0.008	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	C-1-2	0.009	0.008	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	C-4-5	0.009	0.008	0.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	1-A-B	0.011	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	1-B-C	0.011	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	5-A-B	0.011	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Placa	5-B-C	0.011	0.007	0.008	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arriostre	A-1-2	-	-	-	0.685	0.683	0.614	0.550	0.505	0.444	0.373	0.281	0.102
Arriostre	A-4-5	-	-	-	0.683	0.691	0.625	0.574	0.518	0.458	0.387	0.295	0.227
Arriostre	C-1-2	-	-	-	0.479	0.512	0.471	0.438	0.397	0.349	0.287	0.106	0.068
Arriostre	C-4-5	-	-	-	0.486	0.524	0.483	0.451	0.411	0.363	0.300	0.215	0.079
Arriostre	1-A-B	-	-	-	0.851	0.789	0.746	0.685	0.614	0.531	0.432	0.313	0.101
Arriostre	1-B-C	-	-	-	0.859	0.800	0.747	0.686	0.616	0.533	0.434	0.305	0.104
Arriostre	5-A-B	-	-	-	0.822	0.724	0.644	0.568	0.486	0.396	0.292	0.108	0.077
Arriostre	5-B-C	-	-	-	0.825	0.725	0.645	0.568	0.486	0.396	0.293	0.109	0.078
Columna	A-1	-	-	-	1.140	0.908	0.702	0.518	0.357	0.220	0.056	0.031	0.023
Columna	A-5	-	-	-	1.203	0.989	0.788	0.602	0.434	0.288	0.084	0.042	0.033
Columna	C-1	-	-	-	1.188	0.969	0.761	0.577	0.413	0.272	0.082	0.049	0.031
Columna	C-5	-	-	-	1.248	1.044	0.841	0.655	0.484	0.333	0.205	0.053	0.032



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estructura de acero para el aprovechamiento de aires y su repercusión en el comportamiento sísmico
estructural de edificación, Chorrillos Lima 2021”

FICHA DE REGISTRO DE DATOS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DERIVA DE ENTREPISO	Eje X	0.00037	0.00084	0.00112	0.00196	0.00200	0.00200	0.00195	0.00186	0.00173	0.00156	0.00135	0.00115
	Eje Y	0.00026	0.00059	0.00081	0.00223	0.00255	0.00269	0.00281	0.00286	0.00285	0.00278	0.00265	0.00248

Cortante en la cimentación				
Franja	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
1	43.16	57.55	55.93	Falla
2	75.90	101.20	99.44	Falla
3	45.03	60.04	55.93	Falla
4	12.67	16.89	55.93	OK
5	47.69	63.59	99.44	OK
6	35.79	47.72	99.44	OK
7	47.07	62.76	99.44	OK
8	15.28	20.37	55.93	OK

Punzonamiento en la cimentación				
Ejes	Vu	Vn	Vc	Vn < Vc
A-2	63.93	85.24	124	Ok
A-3	101.09	134.79	124	Falla
A-4	65.21	86.95	124	Ok
B-1	35.76	47.68	124	Ok
B-2	109.57	146.09	134	Falla
B-3	112.04	149.39	134	Falla
B-4	109.27	145.69	134	Falla
B-5	43.12	57.49	124	Ok
C-2	69.19	92.25	124	Ok
C-3	101.4	135.20	124	Falla
C-4	59.74	79.65	124	Ok