

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**“Desempeño sísmico de un edificio multifamiliar
con 5 niveles en Shancayán – Huaraz”**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Meléndez Sevillano, Youlyr Michael

Asesor

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote - Perú

2021

Palabras clave

Tema	Desempeño Sísmico
Especialidad	Estructuras

Keywords:

Topic	Seismic design
Specialty	Structures

Línea de investigación:

Línea de Investigación : Estructuras

Área : Ingeniería y Tecnología

Sub área : Ingeniería Civil

Disciplina : Ingeniería de la Construcción

Título.

DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES
EN SHANCAYÁN – HUARAZ.

Resumen.

El objetivo principal de la investigación fue determinar el desempeño sísmico para un edificio Multifamiliar con 5 niveles en Shancayán– Huaraz. Esta investigación fue de tipo descriptiva: contemplan un enfoque cuantitativo y su diseño es no experimental, se trabajó el análisis de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar ubicado en el barrio de Shancayán, perteneciente a Independencia - Huaraz, la técnica a utilizar fue la observación con instrumento de fichas de observación, el proceso de los datos se realizó con los software Excel y ETABS, el análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes.

El análisis sísmico no lineal fue desarrollado en base a la norma técnica de diseño sismorresistente E-0.30. De la misma las normas ATC – 40 y el FEMA – 440. La fuerza cortante Estática (V_e) fue de 58.84 ton y la fuerza cortante Dinámica también calculada fue de 18.1% de la V_e . Por lo que, según el procedimiento, para que se determine la cortante de diseño $V_d = 52.96$ ton se tuvo que determinar en primer lugar el factor de escala para ajustar las cortantes del modelo. Las fuerzas cortantes son determinantes para el cálculo de la fuerza monotónica que es la que empuja lateralmente a la edificación, también conocido como análisis pushover. El nivel de desempeño sísmico total que alcanzó la edificación proporciona los parámetros máximos de cargas y desplazamiento de 171.11 ton y un desplazamiento de 15.80cm que es adecuado para la estructura. La estructura alcanzó su punto de desempeño generado por una carga de 164.70 toneladas y se presentó un desplazamiento lateral de 8.90cm.

Abstract.

The objective of this study was to determine the seismic performance of a Multifamily building with 5 levels in Shancayán - Huaraz. This research was descriptive with a quantitative approach and a non-experimental design, the seismic performance analysis of a multifamily building located in the neighborhood of Shancayán, belonging to Independencia - Huaraz, was worked, the technique to be used was the observation with an instrument of observation cards, the data processing was performed with Excel and ETABS software, the analysis was performed with tables, graphs, percentages.

The nonlinear seismic analysis was developed based on the E-0.30 seismic resistant design technical standard. The ATC - 40 and FEMA - 440 standards are the same. The Static shear force (V_e) was 58.84 ton and the Dynamic shear force also calculated was 18.1% of V_e . Therefore, according to the procedure, to determine the design shear $V_d = 52.96$ tonf. the scale factor had to be determined first to fit the model shears. The shear forces are decisive for the calculation of the monotonic force that is the one that pushes the building laterally, also known as pushover analysis. The level of total seismic performance reached by the building provided the maximum load and displacement parameters of 171.11 tons and a displacement of 15.80cm that is adequate for the structure. The structure reached its performance point generated by a load of 164.70 tons and a lateral displacement of 8.90 cm was presented.

Índice

	Página
Palabras clave – Línea de investigación	i
Título.	ii
Resumen.	iii
Abstract.	iv
Índice	v
I. INTRODUCCION.	1
II. METODOLOGÍA.	55
III. RESULTADOS	60
IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN	82
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
VIII. AGRADECIMIENTOS	88
IX. ANEXOS Y APENDICE.	89

Índice de tablas

TABLA N° 1: Sismos de gran magnitud ocurridos en el Perú.	5
TABLA N° 2: Clasificación de Sismos.	9
TABLA N° 3: Objetivo básico de la seguridad (FEMA-356).	10
TABLA N° 4: Objetivos de rehabilitación (FEMA-356).	11
TABLA N° 5: Los objetivos de desempeño según el Comité visión 2000 (SEAOC)12	
TABLA N° 6: Criterio de aceptación no lineal para vigas de concreto.	30
TABLA N° 7: Criterio de aceptación no lineal para columnas de concreto.....	31
TABLA N° 8: α 1 y PFR1 coeficiente para edificios regulares.	47
TABLA N° 9: Nivel de Desempeño de la edificación.....	73
TABLA N° 10: Parámetros sísmicos de la edificación.	74
TABLA N° 11: Parámetros sísmicos de la edificación.	75
TABLA N° 12: Cortantes basales por piso en la edificación.	77

Índice de figuras

<i>FIGURA N° 1:</i> Modelo Elastoplástico perfecto.	13
<i>FIGURA N° 2:</i> Modelo esfuerzo - deformación curva completa para el acero.....	14
<i>FIGURA N° 3:</i> Modelo Trilineal.	14
<i>FIGURA N° 4:</i> Modelo modificado de Hognestad.....	15
<i>FIGURA N° 5:</i> Diagrama parábola - rectángulo de cálculo del CEB.....	16
<i>FIGURA N° 6:</i> Modelo de Kent y Park para concreto confinado por estribos rectángulos.....	17
<i>FIGURA N° 7:</i> Modelo de Mander.....	17
<i>FIGURA N° 8:</i> Relación inicial lineal elástica momento curvatura.	18
<i>FIGURA N° 9:</i> Momento/Curvatura Completa: momento máximo (M^+) y momento mínimo (M^-).	19
<i>FIGURA N° 10:</i> Idealización de daños en vigas.....	20
<i>FIGURA N° 11:</i> Diagrama de momento /curvatura: Forma simplificada.	21
<i>FIGURA N° 12:</i> Modelo trilineal y un momento actuante Md ante un sismo muy fuerte.	22
<i>FIGURA N° 13:</i> Diagrama momento - curvatura.	24
<i>FIGURA N° 14:</i> Modelo bilineal.	25
<i>FIGURA N° 15:</i> Modelos de plasticidad extendidas empleados para el análisis lineal y no lineal.....	26
<i>FIGURA N° 16:</i> Procedimiento para hallar relaciones momento curvatura en vigas (FEMA-356).	29
<i>FIGURA N° 17:</i> Procedimiento para hallar relaciones momento curvatura en placas (FEMA-356).	29

<i>FIGURA N° 18:</i> Esquema del método de cálculo de la peligrosidad determinista. ...	33
<i>FIGURA N° 19:</i> Espectro de respuesta de demanda sísmica.....	38
<i>FIGURA N° 20:</i> Curva de capacidad de una estructura.....	40
<i>FIGURA N° 21:</i> Mecanismo de colapso formado (SEAOC, 1995).	41
<i>FIGURA N° 22:</i> Patrones de distribución de cargas laterales para un análisis Pushover.	41
<i>FIGURA N° 23:</i> Transformación de la curva de capacidad a espectro de capacidad.	43
<i>FIGURA N° 24:</i> Sistema de múltiples grados de libertad.	45
<i>FIGURA N° 25:</i> Sistema de múltiples GDL, representado por un sistema equivalente de masa única.....	46
<i>FIGURA N° 26:</i> Representación bilineal de la curva de capacidad.	49
<i>FIGURA N° 27:</i> Procedimiento después del paso 2.	51
<i>FIGURA N° 28:</i> Procedimiento después del paso 5.	51
<i>FIGURA N° 29:</i> Procedimiento después del paso 6.	51
<i>FIGURA N° 30:</i> Distribución arquitectónica en planta.	58
<i>FIGURA N° 31:</i> Vista en elevación de la edificación.	58
<i>FIGURA N° 32:</i> Vista de plano estructural en planta.....	59
<i>FIGURA N° 33:</i> Secciones de las columnas.....	59
<i>FIGURA N° 34:</i> Secciones de las vigas.....	59
<i>FIGURA N° 35:</i> Vista en planta de identificación de las grillas.	61
<i>FIGURA N° 36:</i> Modelo tridimensional de las grillas.....	61
<i>FIGURA N° 37:</i> Asignamos las propiedades al material.....	62
<i>FIGURA N° 38:</i> Generación y elección de distintos tipos de secciones estructurales.	62

<i>FIGURA N° 39:</i> Modelo de columna sección C1 (60x25cm ²) con 12 varillas de 5/8".	63
<i>FIGURA N° 40:</i> Modelo de Columna de sección C2 (50x25cm ²) con 10 varillas de 5/8"	63
<i>FIGURA N° 41:</i> Modelo de columna de sección C3 (40x25cm ²) con 8 varillas de 5/8".	64
<i>FIGURA N° 42:</i> Modelo de viga de sección (25x40cm ²) con 5 Varillas de 5/8".....	64
<i>FIGURA N° 43:</i> Modelo de viga de sección (25x50cm ²) con 5 varillas de 5/8".....	65
<i>FIGURA N° 44:</i> Modelo de viga de sección (25x60cm ²) con 5 varillas de 5/8".....	65
<i>FIGURA N° 45:</i> Vista de modelo de Eje en elevación con las secciones asignadas.	66
<i>FIGURA N° 46:</i> Definición de modelo de losa aligerada de espesor e=0.20m.....	66
<i>FIGURA N° 47:</i> Modelo tridimensional de edificio de cinco niveles.....	67
<i>FIGURA N° 48:</i> Vista de modelo elaborado del espectro de pseudo - aceleración. .	68
<i>FIGURA N° 49:</i> Asignación de patrones de cargas en el modelo.	68
<i>FIGURA N° 50:</i> Asignación de carga muerta (CM).....	69
<i>FIGURA N° 51:</i> Asignación de carga viva (CV).....	69
<i>FIGURA N° 52:</i> Rigidización y centro de masa por piso de la estructura.....	70
<i>FIGURA N° 53:</i> Casos de cargas CGNL (carga gravitacional no lineal) - pushover.	70
<i>FIGURA N° 54:</i> Asignación de rotulas en las vigas en el modelo de edificación.....	71
<i>FIGURA N° 55:</i> Asignación de rotulas en las columnas en el modelo de edificación.	71
<i>FIGURA N° 56:</i> Modelo con rotulas plásticas generado por análisis Pushover en la edificación.....	72
<i>FIGURA N° 57:</i> Curva de capacidad de la estructura.	75
<i>FIGURA N° 58:</i> Curva de capacidad de la estructura.	76

<i>FIGURA N° 59:</i> Representación del punto de desempeño - FEMA 440.....	76
<i>FIGURA N° 60:</i> Características del punto de desempeño - FEMA 440.	77
<i>FIGURA N° 61:</i> Primer Paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la estructura.....	78
<i>FIGURA N° 62:</i> Segundo paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.	78
<i>FIGURA N° 63:</i> Tercer paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.....	79
<i>FIGURA N° 64:</i> Décimo tercer paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.	79
<i>FIGURA N° 65:</i> Vigésimo sexto de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.	80
<i>FIGURA N° 66:</i> Valores de fuerzas cortantes y desplazamientos de las rotulas.....	80
<i>FIGURA N° 67:</i> Valores de fuerzas cortantes y desplazamientos de las rotulas.....	81

I. INTRODUCCION.

1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTÍFICA.

Las investigaciones y estudios que tienen como tema principal el análisis sísmico por desempeño, a nivel mundial y especialmente en los países desarrollados, tales como Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, Canadá, Japón entre otros, no se encuentran con mucha frecuencia, es casi nula el desarrollo de investigaciones en el tema, caso contrario sucede en los países latinoamericanos como Colombia, México, Chile, y el Perú , también el Brasil, países en los se han desarrollado muchos trabajos de investigación teniendo el análisis sísmico por desempeño como temática central.

En nuestro país la normatividad, específicamente la Norma E-060 toma en consideración el diseño por resistencia teniendo para ello un criterio de desempeño propio de la edificación, el cual nos arroja aceptables resultados, siempre y cuando se elaboren estudios o análisis no lineales que permitan mejorar como definimos a los parámetros de control y los parámetros de evaluación desde el contexto del desempeño sísmico. A continuación, se presentan una serie de estudios que aportan a mejorar este análisis y nos sirve de insumo para desarrollar la presente investigación.

En Chimbote (Flores, 2018), realizó una investigación que lleva por título: “Desempeño sísmico de un edificio de concreto armado en jr. Manuel Ruiz manzana. 32 lote 10ª – Distrito de Chimbote, 2018” cuyo objetivo fue determinar cuál es el comportamiento de este la edificación de 7 niveles incluida la azote. El análisis sísmico lineal se desarrolló en base a nuestra norma técnica de diseño sismorresistente (E-0.30). Asimismo, para el análisis sísmico no lineal se utilizó los procedimientos que establecen las normas ATC – 40 y el FEMA – 440, que se base en la reducción del espectro de aceleraciones y posteriormente la curva de capacidad sea intersectada. Como resultado el espectro de capacidad de la estructura se obtuvo de su curva de capacidad obtenida de un análisis estático no lineal, el análisis estático el autor lo realizó con ayuda del software ETABS 2016. Como inicio del análisis

se realizó la visita al lugar para aplicar el instrumento guía de observaciones, verificando el estado de la estructura, dimensiones de las secciones de los elementos y los ambientes del edificio. Analizada la estructura en base al método de espectro de capacidad se concluye que el nivel de desempeño del edificio está entre Funcional y seguridad de vida, por lo cual este método resulta un instrumento eficaz a la hora de verificar que el diseño este elaborado correctamente.

A nivel Nacional, (Vergara & Zevallos, 2014) en su tesis realizado en la universidad privada Antenor Orrego, titulado: “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de una edificio de 6 niveles – Trujillo – La Libertad” se planteó como objetivo general determinar mediante el análisis no lineal estático y su respectivo diseño por desempeño de la estructura del edificio de 6 niveles ubicado en la ciudad de Trujillo y con las condiciones de cimentación similares tanto para el diseño estructural tradicional como el análisis por desempeño, y así poder obtener y establecer los parámetros de calidad y así compararlos entre sí. Los autores llegaron a la conclusión que, al realizar el análisis estático no lineal, conocido también como análisis pushover, permite obtener el comportamiento de la edificación de 6 niveles ante un evento sísmico, y se obtienen una secuencia de aparición progresiva de rotulas que de forma mínima llevan al colapso de la estructura, utilizando la normatividad vigente detallada en la E-030 se obtiene también el nivel de daño (desplazamiento) se produciría.

En Lima, (Santana, 2012) en su tesis realizado en la Universidad Nacional de Ingeniería Perú, titulado: “Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada”, en este caso, la investigación se fijó como objetivo central poder determinar si una edificación de 4 niveles de tipo de construcción: albañilería confinada, la cual estaba ubicada en la ciudad de Huacayo y se construyó según la normatividad peruana vigente a la fecha, podría cumplir con un desempeño sísmico tal que permita equipararse o presentar resultados similares o mejores que un desempeño propuesto, todo

ello con el análisis no lineal de la estructura. Llegando a la conclusión que los registros de los movimientos sísmicos ocurridos en la costa del Perú, son la base de la norma convencional o norma peruano E-0.30; al ser tan propensa la actividad sísmica en la costa produce una incertidumbre mayor y variación de los espectros sísmicos en dicha zona es decir Zona 2. El sobredimensionamiento de los elementos estructurales en un diseño elástico y lineal se deben a los espectros de pseudo aceleración, lo que confirma que el nivel de daño que se obtiene en los elementos de tabiquería es menor, y se confirma con el análisis no lineal estático.

Para, (Borda & Pastor, 2007) en su tesis elaborada en la Universidad Católica del Perú, titulada: “Desempeño sísmico de edificio aporticado de 6 pisos”, tuvo como objetivo diseñar y posteriormente evaluar un edificio aporticado de concreto armado y con secciones de columnas con lados similares es decir sección cuadradas, además se debió cumplir con la condición respecto a las vigas: peralte mayor de la viga es igual a lado de la columnas del primer nivel de la edificación. Como conclusión, Borda señala que al realizar la estructuración bajo los lineamientos de la norma peruana de diseño sismoresistente de un edificio de seis niveles y del tipo aporticado respecto al control que se tiene de las derivas, conduce a tener elementos estructurales verticales (columnas) con una sección de 55 x 55 centímetros para los tres primeros niveles de la edificación, la sección disminuye a 50 x 50 centímetros para los tres últimos niveles y respecto a los elementos estructurales horizontales (vigas) se tiene una sección de 30 x 55 centímetros. Aplicando la norma E -060 (concreto armado) se obtuvo un diseño que arroja cuantías de 1% para columnas y cuantías de 5.5% de la cuantía balanceada en vigas.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El Perú posee un alto riesgo sísmico, ante esto es importante que las edificaciones se elaboren con procedimientos actuales basados en el correcto desempeño sísmico, desarrollando estructuras con un desempeño controlable y predecible ante cualquier eventualidad sísmica.

Al desarrollar el análisis no lineal, se encuentran deficiencias en la estructuración y en el cálculo de densidad de muros ante esto se tuvo el tiempo de corregir estas falencias y garantizar el correcto funcionamiento de la estructura.

Esta investigación se justifica porque impartirá procedimientos y metodologías actuales, llevando a cabo la evaluación por desempeño y análisis sísmico no-lineal estático que sirva como soporte para el diseño y desarrollo de futuras construcciones.

La aplicación de un correcto diseño estructural nos genera un costo elevado en etapas tempranas del proyecto, debido a la ardua labor del profesional estructural, esto se ve compensado si en caso ocurriese una eventualidad sísmica, ya que los daños estructurales serían mínimos por ende se generarían pérdidas insignificantes si se comparase con una estructura que no cumpla con un desempeño sísmico adecuado, generando rentabilidad económica y la optimización de recursos.

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación es mostrar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles, esta se ubica geográficamente en el barrio de Shancayán, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash y es asentada en un suelo intermedio.

1.3. PROBLEMA.

El Perú, un país altamente sísmico, pertenece al cinturón de fuego del pacífico, donde se suscitan más del 80% de los sismos en el mundo. Asimismo, también posee fallas geológicas localizadas en la región sierra como: Tambomachay (Cusco), Cordillera Blanca (Ancash), Huaytapallana (Junín), Quiches (Ancash), Rioja-Moyobamba (San Martín), las cuales también contribuyen a que el país sea altamente sísmico.

En muchas ocasiones, el país se ha visto golpeado por sismos de gran magnitud que azotaron el territorio, debido a la vulnerabilidad de las construcciones procedente de cálculos estructurales erróneos, materiales de baja calidad y así como también el desarrollo inadecuado de procesos constructivos, etc. Lo cual genera daños estructurales, pérdidas de recursos materiales y sobre todo pérdidas humanas. Por ello a continuación se indican los datos de las eventualidades sísmicas ocurridas en los últimos años en el territorio nacional:

TABLA N° 1: *Sismos de gran magnitud ocurridos en el Perú.*

LUGAR	AÑO	MAGNITUD (Esc. De Richter)
Ancash	1970	7.70 grados
Lima	1974	7.50 grados
Rioja	1990	7.00 grados
Moyobamba	1991	6.50 grados
Nazca	1996	6.40 grados
Arequipa	2001	8.40 grados
Lamas	2005	7.00 grados
Ica	2007	7.00 grados

Fuente: Elaboración Propia.

La provincia de Huaraz, está sujeta a un riesgo sísmico intermedio debido a su proximidad de la falla de la cordillera blanca, con un silencio sísmico de casi 49 años aproximadamente, y asimismo a la costa peruana, por esto se

deduce que está próximo a presenciar un evento sísmico de gran magnitud. Ante esta circunstancia surge la preocupación respecto a la vulnerabilidad latente en gran parte de sus edificaciones, especialmente las viviendas del barrio de Shancayán.

Ante estas situaciones, con la investigación planteada se quiere conseguir un óptimo comportamiento de la estructura de un edificio de uso multifamiliar con 5 niveles en etapa inelástica. Para poder llevar a cabo esta idea la investigación se plantea realizar el análisis y también el diseño de un edificio multifamiliar con 5 niveles, si sus diseños estructurales contemplan tener un diseño basado en el desempeño según la metodología en mención.

¿Cómo estimar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán – Huaraz?

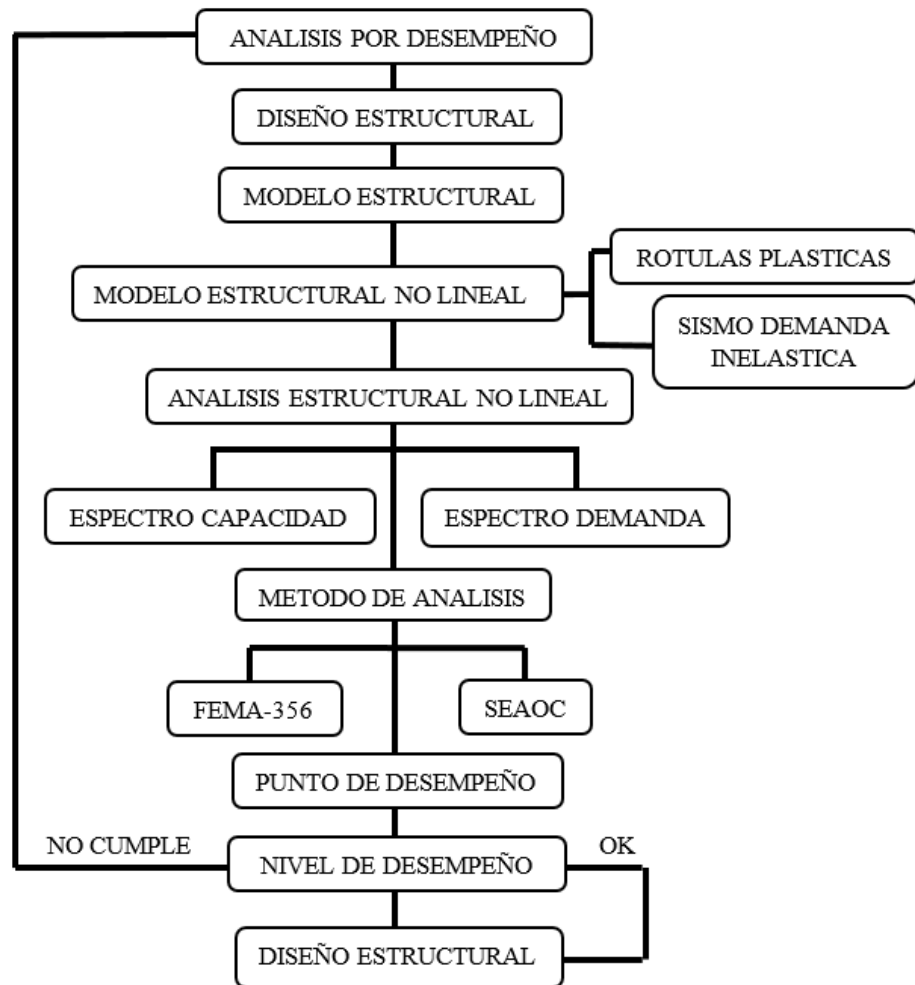
1.4. MARCO REFERENCIAL.

1.4.1. GENERALIDADES.

Se analizó estructuralmente una estructura con 5 niveles, llegando a la conclusión que de acuerdo a un estado de performance de la edificación en estudio al momento de la investigación y se está analizando y describiendo la forma como reacciona frente a un evento sísmico (diseño) según RNE 0.30 siempre que se tome en cuenta las incursiones no lineales en la totalidad de los elementos estructurales que lo conforman.

Dicho proyecto de investigación se realizó en el barrio de Shancayán, perteneciente al distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

1.4.2. ESQUEMA DE TRABAJO.



1.4.3. DISEÑO POR DESEMPEÑO.

Según (Bertero, 1997), El diseño que se fundamenta y basa en el desempeño de una estructura frente a la afectación de distintas fuerzas producidas por los movimientos sísmicos, se lleva a cabo mediante diversos esquemas que se seleccionan, y posteriormente se realiza una debida evaluación, la cual proporcionará las dimensiones y los detalles de cada uno de los elementos estructurales que componen el edificio, también se definen los elementos no estructurales y demás contenidos, de tal forma que, los daños que se produzcan en la edificación no superen los estados limites indicados para esta categoría, debido a los movimientos de los diferentes niveles del terreno.(Santana, 2012)

Según, (Santana, 2012). El desempeño de una estructura se muestra de forma numérica de acuerdo a la cantidad de los daños producidos, y también relaciona estos daños ocurridos con las actividades posteriores a los sismos, es decir, el impacto que tuvieron los daños en la funcionalidad del edificio. NO solo a los edificios es que se pueda aplicar estos conceptos, sino también se puede aplicar a todo tipo de estructuras verticales u horizontales, e incluso a los elementos no estructurales de la edificación

1.4.4. CONCEPTOS SÍSMICOS EN PROCEDIENTOS DE ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL.

a) Sismo

Los movimientos geológicos generados en la litosfera más conocidos como sismos, son las consecuencias de otros movimientos relativos que se producen por debajo de la superficie, entre las placas tectónicas, en el caso de Perú, las placas de Nazca y placa Sudamericana, los cuales son los responsables de generar energía, la cual se va acumulando y cuando se libera esa energía se producen ondas sísmicas. Estas ondas sísmicas producen los sismos, y originan grandes desastres naturales, usualmente responsables de grandes cantidades de vidas humanas en el mundo por

estos fenómenos naturales. Siendo nuestra responsabilidad la seguridad de la vida humana se hace necesario e indispensables un estudio más amplio de formas que ayuden a disipar la energía y prevengan o disminuyan los efectos de estos fenómenos naturales. (Vergara & Zevallos, 2014)

b) Intensidad de los movimientos sísmicos.

Según, (Delgadillo, 2005) la actividad sísmica en un punto de la tierra generada por el movimiento de las placas tectónicas, se expresa con una probabilidad de poder o no ocurrir, por ello la consideración de fuerzas eventuales o esporádicas; en referencia de la máxima sacudida que se estima en determinada área o superficie específica que es el origen de la falla, llamada también “propuesta probabilística”.

Para ser usado en los diseños estructurales el nivel del sismo se debe expresar términos ingenieriles, como espectro de respuesta o acelerogramas del sismo, los cuales son detectados en las distintas zonas de estudio de ocurrencia de los movimientos telúricos, estos términos ingenieriles se usan entonces en el diseño de los elementos.

Los sismos se clasifican de la siguiente manera:

TABLA N° 2: *Clasificación de Sismos.*

Clase de sismo	Siglas	Descripción
Servicio	SE	Sismo que tiene la probabilidad del 50% de ser superado en 50 años
Diseño	DE	Sismo que tiene la probabilidad del 10% de ser superado en 50 años
Máximo	ME	Sismo que tiene la probabilidad del 5% de ser superado en 50 años

Fuente: Elaboración Propia.

c) Objetivo de desempeño.

Cuando el proyectista tiene como meta el poder determinar un grado óptimo o ideal que tenga un edificio ante los esfuerzos que soporta debido

a uno o varios eventos sísmicos, es que se puede estar describiendo el objetivo del desempeño. Por lo que el máximo estado de daño que se permite en un edificio debe corresponder a su comportamiento sísmico.

Cuando se plantea un objetivo de desempeño, también es posible que se incluyan diversos niveles de comportamiento según los niveles de demanda sísmica, si es así, se le conoce como objetivo de desempeño dual o también múltiple. (Vergara & Zevallos, 2014)

Cuando se selecciona un determinado nivel de desempeño para un nivel de demanda sísmica, se considera entonces como objetivo de desempeño.

Cuando se selecciona dos o más de un nivel de comportamiento o desempeño para cada uno del nivel de demanda sísmica, se considera entonces como objetivo de comportamiento dual o múltiple.

d) El objetivo básico de seguridad.

Según la tabla mostrada N°01 un objetivo de seguridad básico, viene a ser un objetivo desde un nivel de desempeño de la edificación al ser afectado por un sismo: de servicio, de diseño o un sismo de máxima intensidad o también desde un desempeño dual. El comportamiento de la edificación a nivel de desempeño de la seguridad de vida alcanzado corresponde pues a un nivel de sismo de diseño, así como también nivel de desempeño de la estabilidad de la estructura en su conjunto. Además, considera 5E para un nivel de sismo máximo.

TABLA N° 3: Objetivo básico de la seguridad (FEMA-356).

El objetivo Básico de Seguridad				
Movimiento de Suelo por Sismo	Nivel de Comportamiento del Edificio			
	operacional	Ocupación inmediata	Seguridad de Vida ↓	Estabilidad Estructural ↓
Sismo de servicio (SE)				
Sismo de Diseño (DE) →				
Sismo máximo (ME) →				

Fuente: Tesis para obtener el grado de maestro (Delgadillo Alanya J. E., 2005).

TABLA N° 4: *Objetivos de rehabilitación (FEMA-356).*

Objetivos de Rehabilitación					
		Niveles de Comportamiento del Edificio Objetivo			
		Comportamiento operacional	Comportamiento de inmediata ocupación	Comportamiento de seguridad de vida	Comportamiento de colapso prevenido
Nivel de peligro por terremoto	50% / 50 años	a	b	c	d
	20% / 50 años	e	f	g	h
	10% / 50 años	i	j	k	l
	2% / 50 años	m	n	o	p

Fuente: Tesis para obtener el grado de maestro (Delgadillo Alanya J. E., 2005).

e) Objetivos de desempeño dado por FEMA-356.

- 1- Los objetivos de rehabilitación discretos están considerados en la tabla anterior, en cada celda.
- 2- En la tabla anterior se muestran los objetivos de rehabilitación, de la forma siguiente:

K + P	BSO= Basic Safety Objective (Objetivo Básico de Seguridad)
K + P + *	BSO incrementado
Dónde: * = a, e, i, b, f, j ó n	Solo n , solo m
c g d h i	BSO limitados

f) Los objetivos de desempeño dado por el comité visión 2000 (SEAOC).

Este comité, lo clasifica en cuatro grandes grupos según su importancia durante y posterior a una eventualidad sísmica:

Estructuras Críticas	Estructuras esenciales	Edificaciones importantes	Estructuras comunes
Plantas nucleares	Hospitales y centro educativos	Teatros y estadios	Viviendas, hoteles y restaurantes

TABLA N° 5: *Los objetivos de desempeño según el Comité visión 2000 (SEAOC)*

		NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA ESTRUCTURA			
		Operatividad completa	Operatividad	Protección de vida	Cerca al colapso
NIVEL DE SISMO DE DISEÑO	Frecuente (43 años)				
	Orasional (72 años)				
	Raro (475 años)				
	Muy raro (970 años)				

Diagonal de objetivos: Objetivo Básico, Objetivo Esencial Riesgo, Objetivo Seguridad Crítica

Fuente: Tesis para obtener el grado de maestro – Ciencias con Mención en Ingeniería estructural (Santana R. D., 2012).

Estos niveles recomendados generan una utilidad en proyectos que están en una etapa de elaboración y diseño, sin embargo, para edificaciones ya existentes, estos niveles resultan poco rentables.

1.4.5. MODELO NO-LINEAL GENERAL DE LA ESTRUCTURA.

Se requiere un modelo con un nivel de detalle superior para el correcto desarrollo de un análisis no lineal, en donde se pueda representar la fluencia en vigas, columnas y uniones de estos elementos en mención. (Vergara & Zevallos, 2014).

En la investigación se elaboró el análisis sísmico estático de la estructura de forma no lineal, en él se tuvo en consideración, la presencia en la estructura de las rotulas plásticas en los elementos horizontales y verticales a lo largo de un movimiento telúrico.

1.4.6. MODELO ESTRUCTURALES EN CONCRETO

1.4.6.1. MODELO ESFUERZO / DEFORMACIÓN EN EL ACERO DE REFUERZO.

a) *ELASTOPLÁSTICO PERFECTO.*

Al mencionar este tipo de modelo Bilineal nos referimos al modelo más simple. La resistencia elevada del grado de fluencia del acero es ignorada y el crecimiento del esfuerzo como consecuencia del endurecimiento por la deformación. Para realizar una evaluación por desempeño, no es recomendable el uso de este método bilineal debido a que no se cuantifica de forma adecuada los esfuerzos del acero por sobre los límites de su fluencia. (Allauca & Takuma, 2006)

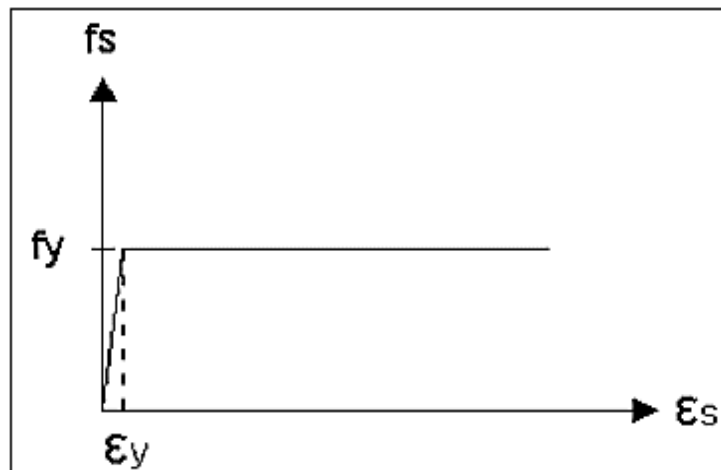


FIGURA N° 1: Modelo Elastoplástico perfecto.

b) *ELASTOPLÁSTICO CON ENDURECIMIENTO CURVO*

El modelo elastoplástico con el endurecimiento curvo presenta una fluencia del acero y un rango de elasticidad se representan en tramos

rectilíneos, y el endurecimiento en tramos en forma de parábolas de segundo y tercer grado. (Vergara & Zevallos, 2014).

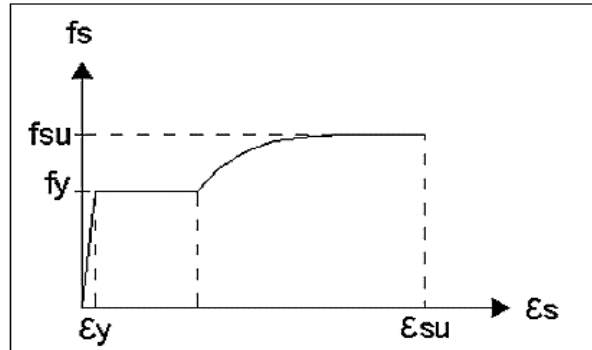


FIGURA N° 2: Modelo esfuerzo - deformación curva completa para el acero.

c) **MODELO TRILINEAL.**

Este modelo está sujeto a deformaciones mayores al de fluencia, debido que se presenta el fenómeno de fluencia y endurecimiento en aceros. Asimismo, permite el aumento de los esfuerzos producidos en la zona o área de la fluencia del acero a través de una variación de forma lineal. (Santana, 2012)

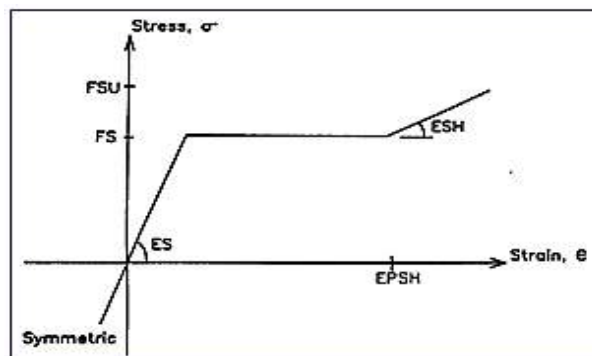


FIGURA N° 3: Modelo Trilineal.

Dónde:

FS= esfuerzo de fluencia del acero

FSU= el esfuerzo Ultimo

ES= El módulo de elasticidad

ESH= EL módulo de endurecimiento

EPSH= La deformación producida al inicio del endurecimiento

1.4.6.2. MODELO ESFUERZO/DEFORMACIÓN EN EL CONCRETO.

1.4.6.2.1. MODELO PARA CONCRETO NO CONFINADO.

A) *MODELO DE HOGNESTAD.*

Según, (Allauca & Takuma, 2006), este comprende de un tramo de forma parabólica de 2do grado y en el tramo lineal que está asociada a la deformación unitaria del concreto con $\epsilon_0 = 1.8 \frac{f'_c}{E_c}$ que se produce en el esfuerzo máximo del mismo f'_c , posteriormente se presenta un comportamiento de forma lineal y una progresiva disminución en su comportamiento lineal hasta llegar a 0.0038 de deformación unitaria, lo que corresponde a un tras esto sigue un comportamiento lineal decreciente hasta una deformación unitaria máxima de 0.0038 al cual corresponde a $\epsilon_o = 0.85 f'_c$ de esfuerzo.

Cabe indicar que la ecuación del presente modelo tiene una forma parabólica y es la siguiente:

$$f_c = f'_c \left[\frac{2\epsilon_c}{\epsilon_0} - \left(\frac{\epsilon_c}{\epsilon_0} \right)^2 \right]$$

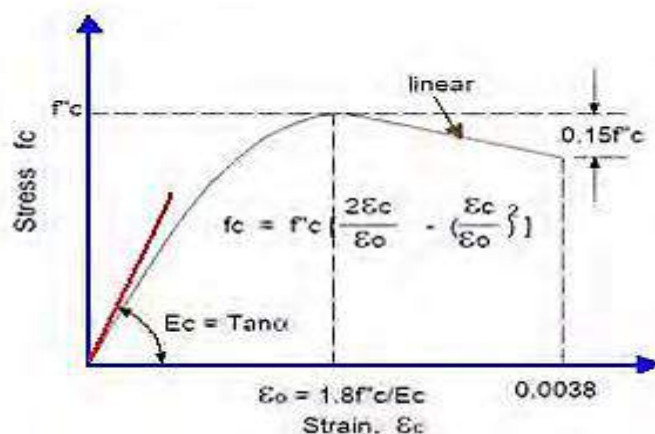


FIGURA N° 4: Modelo modificado de Hognestad.

B) MODELO DEL COMITÉ EUROPEO DE CONCRETO -1978

Corresponde a un modelo también que presenta una forma parabólica inicial y posteriormente su forma es lineal, y cuya resistencia inicial del concreto es $f'_c = 0.85 * f'_c$ y $\epsilon_s = 0.002$, de deformación unitaria, posteriormente debido a un esfuerzo constante, se acrecienta hasta llegar a un valor máximo de $\epsilon_{cu} = 0.0035$.(Jurado & Mendoza, 2012)

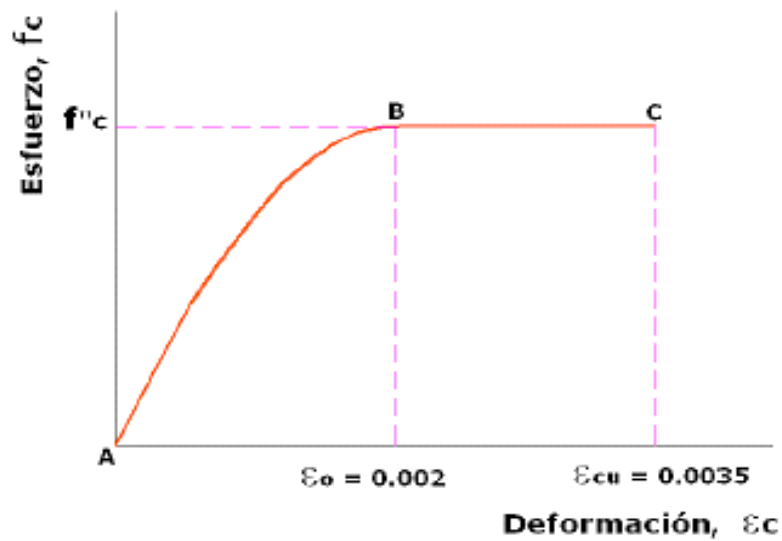


FIGURA N° 5: Diagrama parábola - rectángulo de cálculo del CEB.

1.4.6.2.2. MODELO PARA CONCRETO CONFINADO.

A) MODELO DE KENT Y PARCK.

Este es empleado con frecuencia en elementos de confinamiento para los estribos rectangulares. Tiene un desarrollo en dividido en tres tramos, donde:

Tramo 01, corresponde a una parábola donde el esfuerzo f'_c representa el valor máximo y una deformación unitaria de 0.002.

Tramo 02, a comparación del primer tramo este es lineal y el esfuerzo solo representa un 20% del valor de f'_c como máximo.

Tramo O3, este tercer tramo es llano (con un 20% de la resistencia de diseño- f'_c) y suele ser discriminado cuando se realiza el respectivo análisis sísmico de la estructura.(Santana, 2012)

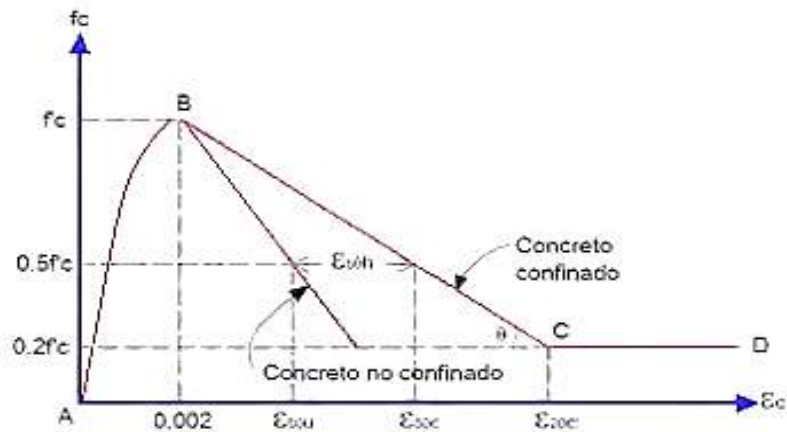


FIGURA N° 6: Modelo de Kent y Park para concreto confinado por estribos rectángulos.

B) MODELO DE MANDER.

Este es el más utilizado para el desarrollo de análisis sísmicos de edificaciones, asimismo se aplica en los diversos elementos verticales y horizontales cuyas secciones transversales y su nivel de confinamiento sean variables.(Allauca & Takuma, 2006).

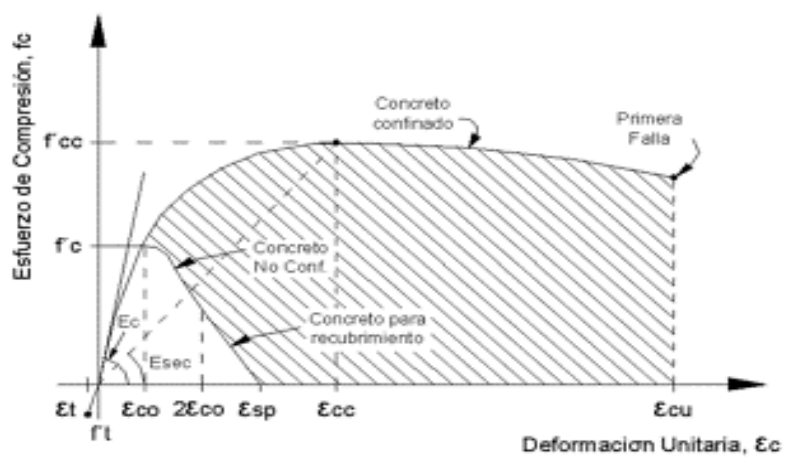


FIGURA N° 7: Modelo de Mander.

1.4.7. MODELAMIENTO DE RÓTULAS PLÁSTICAS.

1.4.7.1. MOMENTO/ CURVATURA.

En casos donde el momento flector sea menor al momento de agrietamiento (M_{cr}), se guardara una relación lineal entre la curvatura y el momento en una sección de concreto armado. (Vergara & Zevallos, 2014)

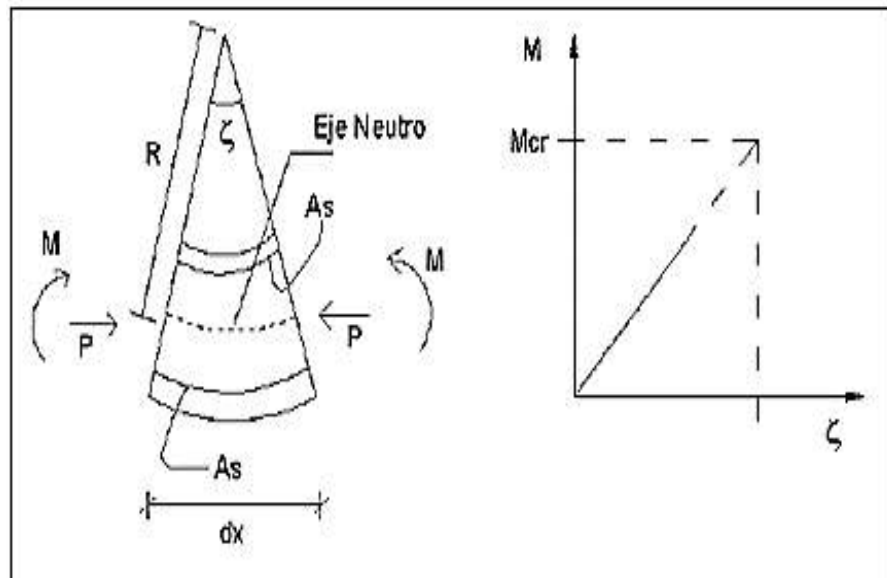


FIGURA N° 8: Relación inicial lineal elástica momento curvatura.

(Ottazzi, 2003) señala que tanto la fluencia del acero como el agotamiento del concreto tienen una relación continua lineal luego del agrietamiento, donde surgen dos posibilidades respecto a cuál de ambos se produce primero, entonces si se desarrolla la fluencia del acero, la sección puede deformarse hasta que el concreto alcanza su máximo esfuerzo primero y finalmente su máxima deformación. (Allauca & Takuma, 2006)

Según (Vergara & Zevallos, 2014), para la realización del análisis no lineal de un elemento estructural se necesita utilizar la rigidez de este elemento, el cual se obtiene del diagrama de momento curvatura, el cual está representado como una curva en el diagrama que se utiliza en el análisis normalmente como un momento trilineal donde se tiene un

punto “A” cuando el concreto llega a su máximo esfuerzo a la tracción. Y se tiene un punto “U” cuando el concreto alcanza su deformación máxima útil a esfuerzos de compresión.

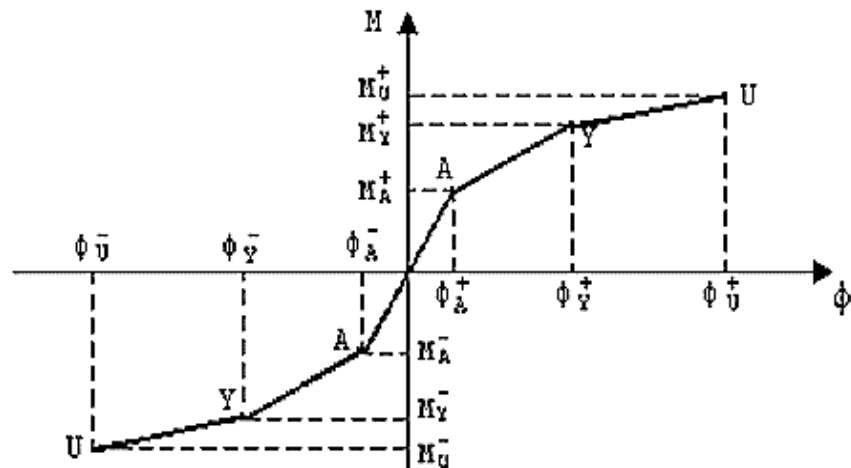


FIGURA N° 9: Momento/Curvatura Completa: momento máximo (M^+) y momento mínimo (M^-).

Según (Vergara & Zevallos, 2014), está pendiente curva que se muestra en el diagrama momento/curvatura pertenece a la rigidez a la flexión es decir a EI_0 , se debe trabajar con la rigidez EI_1 cuando el momento actuante/real, es menor que el Momento M_y y mayor que el Momento M_a , en caso contrario se debe traba con la rigidez EI_2 cuando el momento actuante/real es mayor que el Momento ultimo M_u .

Estas rigideces se obtienen de la forma siguiente:

$$(EI)_0 = \frac{M_a}{\phi_a} = \frac{E b h^3}{12}$$

$$(EI)_1 = \frac{M_y - M_a}{\phi_y - \phi_a}$$

$$(EI)_2 = \frac{M_u - M_y}{\phi_u - \phi_y}$$

En el diagrama de Momento / curvatura es necesario adicionar un efecto o consecuencia producto del “corte” para poder así constatar si la

distribución de acero longitudinal y transversal logrará arribar hasta un punto de falla última.

En el caso de que la falla por corte se muestra en un momento precedente a la flexión del elemento, se ha de restringir la posición del punto “U” para con esto sea posible la determinación de la rigidez EI_2 .

Durante una eventualidad sísmica, los elementos estructurales: vigas y columnas, absorben gran parte del sismo, particularmente en su unión (Jurado & Mendoza, 2012), como se muestra en la figura siguiente, para los elementos horizontales se debe utilizar rótulas en los extremos del elemento en número de dos.

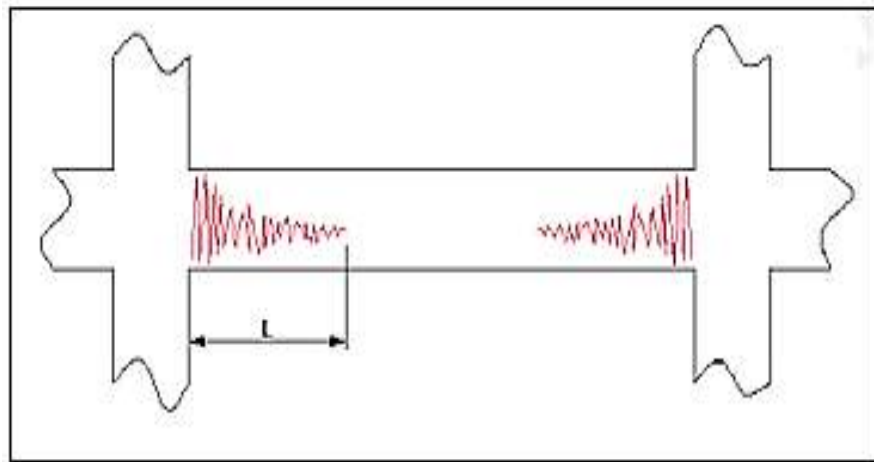


FIGURA N° 10: Idealización de daños en vigas.

(Según, FEMA-356) Se tiene que realizar el desarrollo del análisis de momento/curvatura para poder definir todas las propiedades de las rotulas plásticas del elemento. El análisis se ha de realizar de la sección transversal en el que se determinan las coordenadas correspondientes al punto B: giro de la fluencia y del momento ϕ_y y M_y . Se debe mencionar también los puntos a través de factores de ductilidad y de la sobre resistencia respecto a este punto “B” para el caso de los elementos horizontales o vigas. (Vergara & Zevallos, 2014)

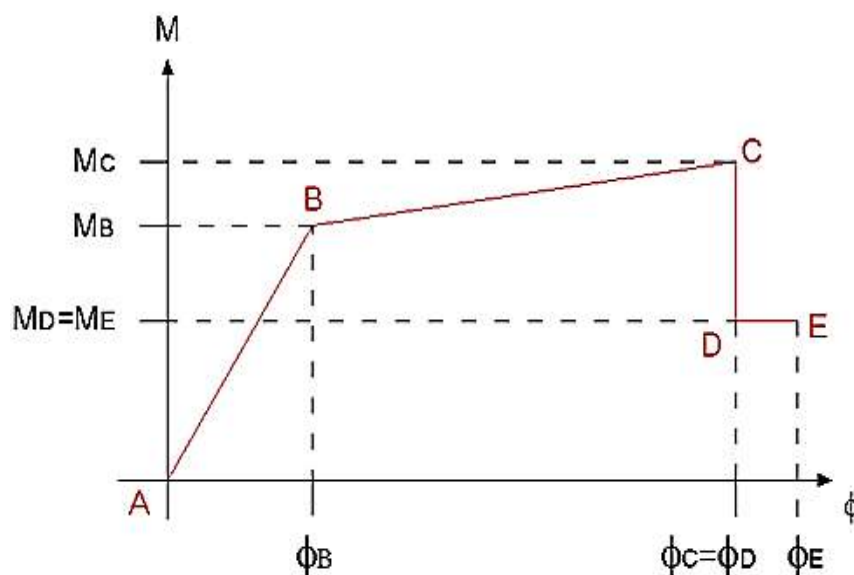


FIGURA N° 11: Diagrama de momento /curvatura: Forma simplificada.

Cabe resaltar que, el colapso de muchas estructuras se debe particularmente por un inadecuado confinamiento en la zona de rotula plástica, para ello se debe tener un mayor control en la colocación de estribos, verificando que tenga una correcta distribución y separación según se indica en los planos.

A) APLICACIÓN DE LA RELACIÓN MOMENTO - CURVATURA.

- **La ductilidad por curvatura local del elemento**

Llamada también con el nombre de capacidad de ductilidad en la sección u_{ϕ} y la curvatura de la fluencia u_y . (Aguilar, 2003)

$$u_{\phi} = \frac{\phi_u}{\phi_y}$$

Ante un sismo muy severo, es primordial considerar que el valor de u_{ϕ} sea el máximo, ya que de acuerdo a este valor la estructura será capaz de disipar gran cantidad de energía sísmica.

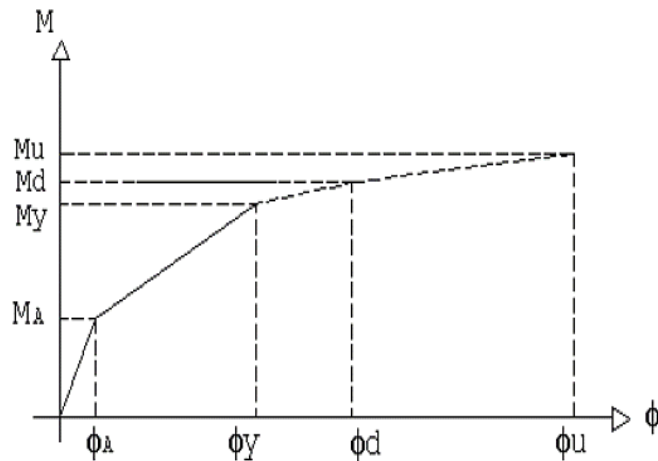


FIGURA N° 12: Modelo trilineal y un momento actuante M_d ante un sismo muy fuerte.

- **La Reserva de la ductilidad por curvatura**

Es la solicitud o demanda de la ductilidad por curvatura u_d , y se muestra en la siguiente expresión;

$$u_d = \frac{\phi_d}{\phi_y}$$

Así mismo, se denomina la reserva de la ductilidad por curvatura a la relación de diferencia entre dos propiedades de la ductilidad: capacidad y demanda, considerando esta última ductilidad de curvatura. (Aguiar, 2003)

$$u_r = \frac{\phi_u}{\phi_y} - \frac{\phi_d}{\phi_y}$$

Para un óptimo comportamiento sísmico de una edificación, la reserva de ductilidad por curvatura debe ser la más alta posible respecto a los elementos que conforman la estructura.

Cuando más elevada sea la reserva de la ductilidad por curvatura de los distintos elementos estructurales: vigas y columnas, el comportamiento ante un evento sísmico será mucho mejor. (Santana, 2012)

- ***Redistribución de momentos.***

Particularmente la zona crítica de un elemento estructural ante un evento sísmico son sus extremos, por lo cual si se desea realizar nuevamente la distribución de momentos es indispensable considerar que estos elementos tengan suficiente reserva de ductilidad por curvatura. (Aguiar, 2003)

Se debe tener en cuenta que, para una correcta distribución de momentos, se debe cumplir que la sumatoria de momentos en las vigas deben ser iguales tanto antes de la redistribución como después de esta.

Esta nueva distribución o re-distribución, tiene que realizarse de acuerdo al siguiente procedimiento o secuencia:

- **Re-distribución de momento mediante un nudo.** (Paulay & Priestley, 1992), Al aplicar una determinada redistribución de momentos esta se debe realizar de tal forma que no altere la distribución total, esto significa que si el momento negativo es reducido en un determinado porcentaje, dicho porcentaje debe ser añadido al momento positivo y viceversa. (Aguiar, 2003)

- **Re-distribución de momento en viga que involucra redistribución de acciones entre las columnas.**

Teniendo en consideración la redistribución anterior, se realiza la redistribución de momentos en vigas buscando el equilibrio del nudo, modificando de igual forma los momentos en las columnas de tal forma se establecerán nuevos cortante que actúan sobre la columna. (Santana, 2012)

B) LAS ROTULAS PLASTICAS

Realizando el análisis de la curva N°1 la cual corresponde a la idealización que tiene el comportamiento del elemento de concreto armado (vigas o columnas), con la suposición de alcanzar el punto A,

donde la tensión del acero es similar a su límite elástico, el elemento se agota. Se presenta dos significados para este fenómeno de agotamiento que sucede en el elemento y son:

- El Valor máximo M_A es la Máxima capacidad resultante.
- La curvatura de φ_A no es muy exacta cuando alcanza su máximo valor.

Algunos fenómenos presentes en el elemento como la retracción, figuración y fluencia, presentan un comportamiento no lineal debido a su tienen aspectos o condiciones de mayor complejidad. (Santana, 2012).

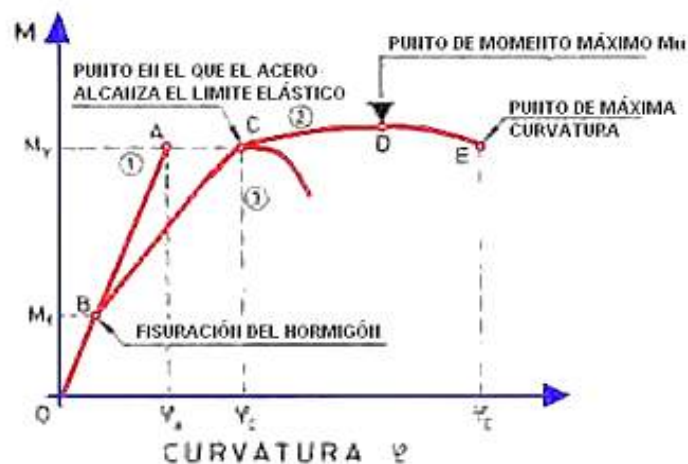


FIGURA N° 13: Diagrama momento - curvatura.

Un comportamiento de forma recurrente de una sección de concreto armado sometida a esfuerzos de flexión en un proceso de carga de forma creciente está dado por la curva 2 de la Figura N° 13. En él se observa que la ley lineal sólo es dable en un campo de deformaciones relativamente restringidas. Además el punto B indica el punto de fisuración y, a partiendo desde ese punto, aunque se muestre un diagrama es aceptablemente a una ley lineal, lo cual lo hace con un coeficiente menor, ya que en el producto EI la inercia (I) se verá reducido por consecuencia de la fisuración del concreto. Luego a partir

del punto C , donde ya se alcanza el límite elástico del acero, el diagrama cambia radicalmente, ya que se ubica por un punto de momento máximo alcanzando finalmente al punto E de agotamiento. La diferencia del valor máximo de M alcanzado entre las curvas 1 y 2 es minúscula, sin embargo, la diferencia en deformaciones es muy importante y la curvatura φ_C puede ser mayor o superior a φ_A en distintas ocasiones.

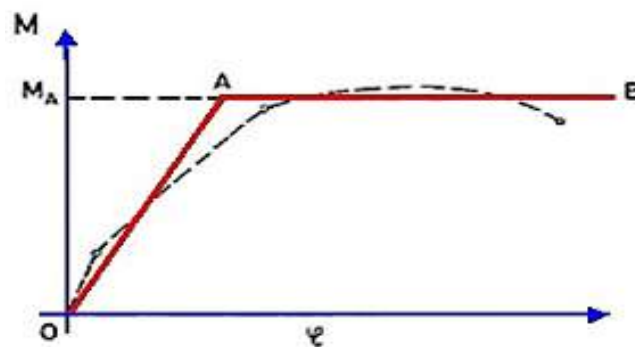


FIGURA N° 14: Modelo bilineal.

De la Figura N° 14 se visualiza que al crecer el momento flector M en una sección del elemento, la curvatura aumentará proporcionalmente al momento. Pues esto ocasiona que en la sección el valor de M_A aumente, donde la curvatura sigue en crecimiento pero sin el incremento del momento aplicado, generándose lo que se conoce como *rótula plástica*. Por tanto, si algún elemento estructural cuenta con suficiente ductilidad y es capaz de llegar a su momento máximo y después, seguir incrementado sus deformaciones este tendrá las condiciones de redistribuir momentos (en el caso que el elemento estructural forme parte de un sistema hiperestático). Entonces en los puntos donde se ubiquen esos momentos máximos será donde se espera la presencia de lo que se llama rótulas plásticas, sabiendo que las rótulas plásticas en caso superen el grado de hiperestaticidad de la estructura, indicaría que la estructura se convierte en una estructura inestable y posiblemente a un mecanismo de falla y el colapso de la estructura. (Santana, 2012)

C) MODELOS DE PLASTICIDAD.

En movimientos sísmicos son los extremos de los elementos los que van a estar expuestos a grandes esfuerzos. Por tanto, el daño se va ocasionando en estos puntos y se expande hacia el centro de luz del eje. Existen diversos modelos de plasticidad como se explica en la Figura N° 16, los mismos que se describen a continuación. Previamente se indica que $(EI)_a, (EI)_o, (EI)_b$, son la rigidez a flexión en el nudo de inicio, centro de luz y nudo final respectivamente. (Aguiar, 2001)

Cuando el elemento se ubica en el rango elástico la rigidez a flexión del nudo inicial, centro de luz y nudo final son iguales (cuando se trata de elementos de área constante), pero una vez que se ubica en el rango no lineal esta rigidez (EI) se reduce. (Aguiar, 2003)

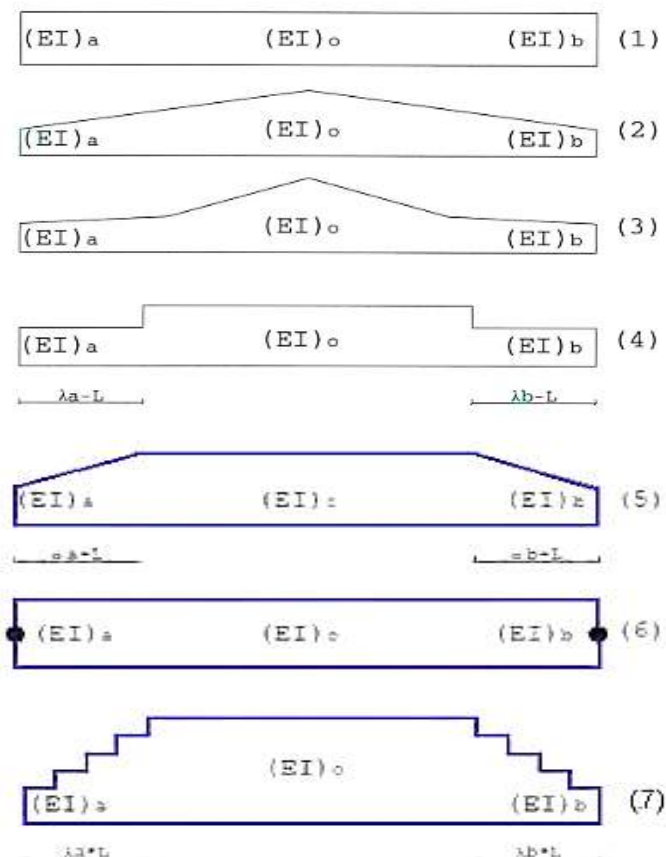


FIGURA N° 15: Modelos de plasticidad extendidas empleados para el análisis lineal y no lineal.

1. **Modelo de Plasticidad para Análisis Lineal.** El modelo (1) que indica Figura N° 16, se usa cuando se realiza un análisis en todo el rango elástico ya que las rigideces a flexión en el punto de partida al centro de luz como en el punto final $(EI)_a, (EI)_0, (EI)_b$, respectivamente, todas son constantes. (Santana, 2012)
2. **Modelo de Plasticidad Rigidez Lineal.** Este modelo tal como se muestra en el modelo (2) de la Figura N° 16, se considera cierta variación de rigidez es lineal, desde el valor de $(EI)_a$ o $(EI)_b$, donde existe deficiencia de rigidez hasta la rigidez $(EI)_0$ que se conserva en el rango elástico. Para la matriz de flexibilidad sus términos son deducidos para cuando existe punto de inflexión y cuando no existe. (Aguiar, 2003)
3. **Modelo de Plasticidad Rigidez Parabólico o No Lineal.** Guía de ductilidad tensión parabólica o no lineal. En la guía (3) de la figura N°16 la variación de la tensión a la deformación no se considera lineal. El componente de la matriz de transigencia se obtiene por integración numérica. Tanto la guía (2) como la guía (3) no se considera la distancia de la zona del componente que ingresa a la categoría no lineal. (Aguiar, 2001)
4. **Modelo de Plasticidad Rigidez Constante.** Guía de ductilidad tensión constante. La guía determina la distancia de la zona que estará en la categoría no lineal $\lambda_a.L$, para el enlace inicial y $\lambda_b.L$ para el enlace final, todo acorde de los momentos actuantes y tomando en cuenta ante actividad sísmicas el diagrama de momentos tiene forma triangular. (Aguiar, 2003)
5. **Modelo de Valles.** El modelo (5) de la Figura N° 16, considera la longitud de las zonas que ingresan al rango no lineal y permite que el centro de luz pueda ingresar al rango no lineal. Este modelo fue

desarrollado por Valles et al. (1996). Los términos de la matriz de flexibilidad fueron deducidos por Lobo (1994) e incluyen el efecto de corte. (Aguiar, 2001)

6. Modelo de Giberson. El modelo (6) de la Figura N° 16, es denominado como modelo de plasticidad concentrada de la inelasticidad en los extremos del elemento. Es un modelo sencillo debido a que el daño se ubica en un solo punto, y no contempla la longitud de daño. Su uso genera resultados positivos. (Santana, 2012)

7. Modelo de Rigidez Constante Escalonada. Es el nuevo modelo de plasticidad propuesto. En la longitud daño $\lambda_a \cdot L$ del nudo inicial se consideran cuatro niveles de rigidez a flexión y no uno solo como en el modelo (4). Lo propio se considera para el nudo final como se aprecia en el modelo (7) de la Figura N° 16. La longitud de cada nivel de inercia en el nudo inicial es igual a $\lambda_a \cdot L/4$, y la magnitud se considera proporcional a las rigideces comprendidas entre $(EI)_a (EI)_0$. Para el nudo final se tienen las mismas consideraciones. (Aguiar, 2003).

1.4.7.2. PROCEDIMIENTOS PARA MODELOS NO-LINEALES EN RÓTULAS SEGÚN FEMA-356.

a) **Tipo I:** En esta curva, las deformaciones son expresadas sin ambages en términos de esfuerzo, curvatura, rotación o elongación. Los parámetros “a” y “b” son en esencia porciones de deformación que ocurren a posterior de la fluencia, es rectificar las deformaciones plásticas. El parámetro “c” es la resistencia limitada a la que se llega tras la reducción de C a D. Los parámetros “a”, “b”, “c” pertenecen al

marco de la legislación FEMA-356, no obstante alternativamente se pueden cuantificar mediante una confirmación empírico.

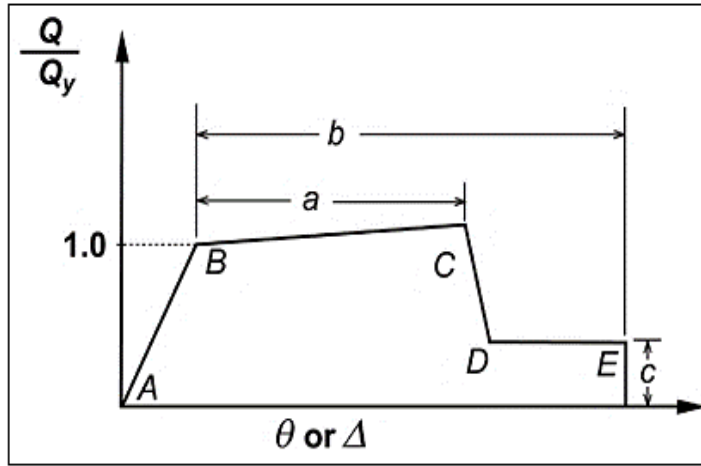


FIGURA N° 16: Procedimiento para hallar relaciones momento curvatura en vigas (FEMA-356).

- a) **Tipo II:** En esta curva las deformaciones se presentan en términos de cortante, y ratio de desplazamiento de entrepiso relativo. Los parámetros “d” y “e” indican una deformación total desde el origen. Los parámetros “c” y “d” y “e” están descritos numéricamente en el marco de la legislación FEMA-356, no obstante alternativamente se pueden cuantificar mediante una confirmación empírico.

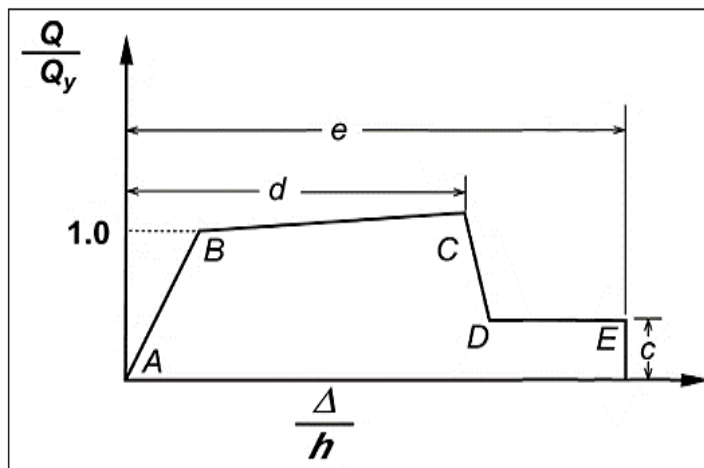


FIGURA N° 17: Procedimiento para hallar relaciones momento curvatura en placas (FEMA-356).

TABLA N° 6: Criterio de aceptación no lineal para vigas de concreto.

Parámetros de modelado y criterios de aceptación numéricos para procedimientos no lineales – Vigas de concreto armado.										
Condiciones	Parámetros de modelado					Criterios de aceptación				
	Ángulo de rotación de plástico, radianes.		Relación de resistencia residual	Ángulo de rotación de plástica, radianes						
	a	b		Nivel de desempeño.						
			Tipo de componente.							
			Primario.		Secundario.					
				IO	LS	CP	LS	CP		
i. Vigas controladas por flexión.										
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Trans. Ref.	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.0	C	≤ 3	0.025	0.050	0.2	0.0100	0.020	0.025	0.020	0.050
≤ 0.0	C	≥ 6	0.020	0.040	0.2	0.0050	0.010	0.020	0.020	0.040
≥ 0.5	C	≤ 3	0.020	0.030	0.2	0.0050	0.010	0.020	0.020	0.030
≥ 0.5	C	≥ 6	0.015	0.020	0.2	0.0050	0.005	0.015	0.015	0.020
≤ 0.0	NC	≤ 3	0.020	0.030	0.2	0.0050	0.010	0.020	0.020	0.030
≤ 0.0	NC	≥ 6	0.010	0.015	0.2	0.0015	0.005	0.010	0.010	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3	0.010	0.015	0.2	0.0050	0.010	0.010	0.010	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6	0.005	0.010	0.2	0.0015	0.005	0.005	0.005	0.010
ii. Vigas controladas por corte.										
Espaciamiento del estribo $\leq d/2$			0.0030	0.020	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.010	0.020
Espaciamiento del estribo $> d/2$			0.0030	0.010	0.2	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.010
iii. Vigas controladas por desarrollo inadecuado de empalme a lo largo del tramo.										
Espaciamiento del estribo $\leq d/2$			0.0030	0.020	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.010	0.020
Espaciamiento del estribo $> d/2$			0.0030	0.010	0.0	0.0015	0.0020	0.0030	0.005	0.010
iv. Vigas controladas por incrustaciones inadecuadas en la unión viga-columna.										
			0.015	0.030	0.020	0.010	0.010	0.015	0.020	0.030
1. Cuando más de una de las condiciones i, ii, iii y iv ocurre para un componente dado, use el valor numérico apropiado mínimo de la tabla.										

Fuente: Tesis para optar el título de grado académico de Ingeniería Civil (Alemán García L. X. y Naranjo Quimbiulco L. F., 2011).

IO: Ocupación inmediata.

LS: Seguridad de vida.

CP: Prevención de colapso.

- Componente primario: La deformación controlada por flexión.
- Componente secundario: La deformación controlada por otro tipo de fuerza.

TABLA N° 7: Criterio de aceptación no lineal para columnas de concreto.

Parámetros de modelado y criterios de aceptación numéricos para procedimientos no lineales – Columnas de concreto armado.											
Condiciones		Parámetros de modelado			Criterios de aceptación						
		Ángulo de rotación de plástico, radianes	Relación de resistencia residual	c	Ángulo de rotación de plástico, radianes						
					Nivel de desempeño						
					Tipo de componente						
a	b	IO	Primaria		Secundaria		LS	CP	LS	CP	
i. Columnas controladas por flexión.											
$\frac{P}{A_s f_c'}$	Trans. Reinf.	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c'}}$									
≤ 0.1	C	≤ 3	0.020	0.030	0.2	0.005	0.015	0.020	0.020	0.030	
≤ 0.1	C	≥ 6	0.016	0.024	0.2	0.005	0.012	0.016	0.016	0.024	
≥ 0.4	C	≤ 3	0.015	0.025	0.2	0.003	0.012	0.015	0.018	0.025	
≥ 0.4	C	≥ 6	0.012	0.020	0.2	0.003	0.010	0.012	0.013	0.020	
≤ 0.1	NC	≤ 3	0.006	0.015	0.2	0.005	0.005	0.006	0.010	0.015	
≤ 0.1	NC	≥ 6	0.005	0.012	0.2	0.005	0.004	0.005	0.008	0.012	
≥ 0.4	NC	≤ 3	0.003	0.010	0.2	0.002	0.002	0.003	0.006	0.010	
≥ 0.4	NC	≥ 6	0.002	0.008	0.2	0.002	0.002	0.002	0.005	0.008	
ii. Columnas controladas por corte.											
Todos los casos			-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.0030	0.0040
iii. Columnas controladas por desarrollo inadecuado o empalme a lo largo de la altura libre.											
Espaciado del estribos $\leq d/2$			0.010	0.020	0.4	0.005	0.005	0.01	0.010	0.02	
Espaciado del estribos $> d/2$			0.000	0.010	0.2	0.000	0.000	0.00	0.005	0.01	
iv. Columnas con cargas axiales que excedan $0.70P_0$.											
Conformando estribos en toda la longitud			0.015	0.025	0.02	0.0	0.005	0.01	0.01	0.02	
Todos los demás casos			0.000	0.000	0.00	0.0	0.000	0.00	0.00	0.00	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando más de una de las condiciones i, ii, iii y iv ocurre para un componente dado, use el valor numérico apropiado mínimo de la tabla. 2. "C" y "NC" son abreviaturas para conformar y reforzar el refuerzo no conforme. Un componente es conforme si, dentro de la región de la bisagra plástica en flexión, los estribos están espaciados en $\leq d/3$, y si, para componentes de demanda de ductilidad moderada y alta, la fuerza proporcionada por los estribos (V_s) es al menos tres cuartas partes del diseño de corte. De lo contrario, el componente se considera no conforme. 3. Para calificar, las columnas deben tener refuerzo transversal compuesto de estribo. De lo contrario, las acciones serán tratadas como controladas por la fuerza. 4. Se permitirá la interpolación lineal entre los valores enumerados en la tabla. 5. Para las columnas controladas por corte, véase la sección 6.5.2.4.2 para los criterios de aceptación 											

Fuente: Tesis para optar el título de grado académico de Ingeniería Civil (Alemán García L. X. y Naranjo Quimbiulco L. F., 2011).

IO: Ocupación inmediata.

LS: Seguridad de vida.

CP: Prevención de colapso.

- Componente primario: La deformación controlada por flexión.
- Componente secundario: La deformación controlada por otro tipo de fuerza.

1.4.8. ANALISIS NO LINEAL ESTÁTICO – PUSHOVER.

El método de Pushover es aplicar una distribución vertical de carga lateral a la estructura la cual debe aumentar monótonamente hasta el punto que la estructura alcance el desplazamiento máximo, mediante la gráfica del cortante en la base y el desplazamiento en el tope de la estructura. Por lo general se coloca una carga triangular representando las fuerzas del primer modo de vibración. (Oviedo, 2015)

El análisis inelástico consiste en el análisis no lineal completo de historia con respecto al tiempo, a veces se considera complejo e impráctico para uso general. Un análisis simplificado es el proceso de análisis estático no lineal, para estimar el desempeño de la estructura. (Oviedo, 2015)

1.4.8.1. DEMANDA SISMICA.

a) Peligro sísmico.

El Perú, país altamente sísmico, pertenece al cinturón del pacífico donde se concentra una gran actividad sísmica, un posible evento sísmico de gran magnitud generaría pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales.

Es importante conocer el comportamiento que tendrá una estructura ante alguna eventualidad sísmica, para poder planificar y anticipar posibles daños que se puedan dar, la mejor manera de conocer el comportamiento sísmico de alguna zona requerida es mediante la evaluación del peligro sísmico de forma determinística o probabilísticos. (Santana, 2012)

La peligrosidad sísmica se conoce como el hecho de ocurrencia, dentro de un intervalo de tiempo específico y dentro de una zona determinada, entre algunos parámetros del suelo tenemos: aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados. (Aguilar, 2008)

- **Peligro sísmico determinístico.**

Según, (Aguilar, 2016) El análisis de peligro sísmico determinístico abarca el desarrollo de un terremoto escenario sobre el cual se basa la evaluación del peligro del movimiento sísmico en un lugar. El escenario consiste en la ocurrencia de un terremoto de tamaño especificado en una zona determinada. Para un análisis típico de peligro sísmico se puede dividir en 4 pasos.

- i) Identificación y caracterización de todas las fuentes sismogénicas capaces de producir movimientos sísmicos significativos en el sitio de interés. La caracterización de la fuente incluye la definición de cada fuente y su potencial sísmico. (Aguilar, 2016)
- ii) Selección del parámetro de distancia fuente-a-sitio para cada fuente. En la mayoría de los análisis de peligro sísmico determinístico, se selecciona la menor distancia entre la fuente y el sitio de interés. La distancia será expresada en distancias epicentrales o hipocentrales, esto depende de los valores que se consideren en cuenta a las relaciones de predicción. (Santana, 2012)

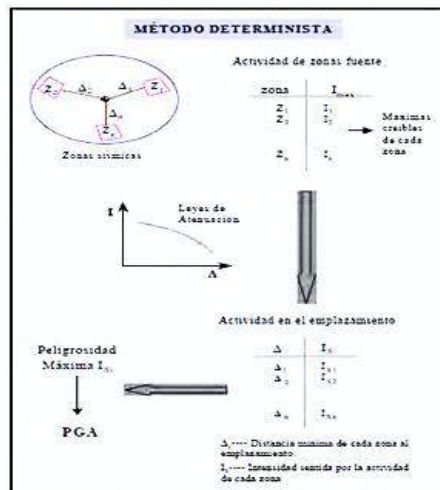


FIGURA N° 18: Esquema del método de cálculo de la peligrosidad determinista.

- iii) El sismo dominante (es decir, el sismo que genere prominente niveles de movimiento=, expresamos en términos de algún parámetro en el sitio del desplazamiento tectónico. Para esto será necesario comprar los seísmos identificados en el paso a), suponiendo que aquello suceda a distancias determinadas en el paso b). Aquí el seísmo dominante se determina su magnitud y longitud del sitio interesado. . (Aguilar, 2016).
- iv) La existencia de riesgo en el sitio está definida, donde comúnmente se ve en términos del desplazamiento tectónico ocasionado en el lugar del seísmo dominante. Su principal naturaleza están descritas por los picos de aceleración, rapidez y ordenadas del espectro de respuesta, estos parámetros surgen mediante el entrelazo de predicción, que se basan principalmente de las ecuaciones de ondas. Como se vio, siguiendo este proceso de análisis de riesgo sísmico determinístico es simple. Este método proporciona directamente la evaluación del desplazamiento tectónico y generalmente se aplica para el diseño de estructuras cuyas fallas generarían consecuencias fatales.

Como se vio, siguiendo este proceso de análisis de peligro sísmico determinístico es simple. Este método proporciona directamente la evaluación del movimiento sísmico y generalmente se aplica para el diseño de estructuras cuyas fallas generarían consecuencias fatales. (Aguilar, 2016)

- **Ventajas y desventajas del peligro sísmico determinístico.**

El peligro sísmico determinístico cuenta como una ventaja por el hecho de que es muy simple y claro, permitiendo hallar directamente el valor de peligro en el sitio e ir actualizándolo a medida que se conozca información reciente respecto al sismo máximo. Pero este método determinístico tiene como desventaja de que no considera las incertidumbres en las magnitudes y la

localización de los sismos, incluido el nivel de movimiento de suelo que pueda ocurrir en el tiempo de vida útil de cierta estructura. (Bolaños & Monroy, 2004)

b) Análisis de demanda sísmica determinística.

- **Estimación del movimiento sísmico de diseño.**

El autor nos hace referencia a los movimientos que sufre la cimentación libre de estratos; que quiere decir eso, como sabemos los estratos son las capas en qué se presentan dividido los sedimentos sin perjudicar a dicha estructura. Pero cuando el movimiento corresponde a un punto diferente se tendrá que calcular con técnicas de deconvolución que se refiere a las operaciones matemáticas empleadas para recuperar datos de un proceso físico. (Aguilar, 2016).

En el diseño de obras civiles se recomienda llevar a cabo una estimación de movimientos sísmicos, y almacenarlos mediante un registro, obteniendo así espectros de respuesta de la estructura, y así verificar si presentan niveles de movimiento que pueden ocasionar a la misma estructura. (Santana, 2012)

- **Métodos para estimar y generar movimientos sísmicos de diseño.**

Hay 5 probabilidades a la hora de estimar y generar movimientos sísmicos para diseño. (Aguilar, 2016)

- a. Usar registros de movimientos sísmicos obtenidos en el lugar, para el nivel sísmico de diseño deseado.
- b. Método teórico basado en el modelo de falla.
- c. Método Semi-empírico basado en el modelo de falla.
- d. Usar espectros de estándar duración del movimiento.
- e. Usar registros de movimientos sísmicos alternativos.

La jerarquía en que estas probabilidades indican las prioridades del uso de las mismas, teniendo en cuenta la información disponible. Cuando existan asientos de desplazamientos tectónicos obtenidos en el lugar, estos contendrán toda la información real de la respuesta del suelo, siendo los más adecuados para representar el desplazamiento de diseño. En el caso que no existan asientos tectónicos se podría especificar los parámetros de la falla y la estructura de velocidades del trayecto de propagación de las ondas entre la fuente y el lugar, se deberá usar la segunda opción. Si sólo se pueden especificar los parámetros de la falla y se cuentan con los asientos de desplazamientos pequeños en el lugar, se podrá usar la tercera opción. La cuarta opción se podrá utilizar cuando se conozcan la dimensión del sismo de diseño y la longitud de la fuente al lugar. (Aguilar, 2016).

Desde el punto de vista de la analogía de estas metodologías, las cinco posibilidades se pueden clasificar en tres métodos:

- i. Método del uso de asientos de desplazamientos tectónicos (opciones a y e).
- ii. Método basado en el modelo de falla (opciones b y c).
- iii. Método del uso del espectro estándar (opción d)

c) *Espectro de demanda sísmica.*

La Demanda Sísmica actúa de manera rápida para identificar el desplazamiento máximo o punto de desempeño representado en un espectro. Estos espectros nos ayudan a determinar el Desempeño Sísmico de Edificaciones con la base de estudios de la Dinámica. (Santana, 2012)

• **Construcción de espectros de respuesta.**

Un problema fundamental en dinámica de estructuras es hallar un sistema, con una masa m , una rigidez k y un amortiguamiento ε a

ante un requerimiento sísmico en la base de la estructura caracterizada por una cierta aceleración $\ddot{x}_g(\tau)$.

$$S = \int_0^t e^{-\omega\varepsilon(t-\tau)} \cdot \ddot{x}_g(\tau) \cdot \text{Sen}\omega\sqrt{1-\varepsilon^2}(t-\tau) d\tau$$

$$C = \int_0^t e^{-\omega\varepsilon(t-\tau)} \cdot \ddot{x}_g(\tau) \cdot \text{Cos}\omega\sqrt{1-\varepsilon^2}(t-\tau) d\tau$$

Ecuación básica de la aceleración absoluta para el método tiempo-historia.

$$X(t) = \frac{1-2\varepsilon^2}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} \cdot \omega \cdot S + 2\omega\varepsilon \cdot C$$

Para sistemas con poco amortiguamiento ($\varepsilon \leq 20\%$) como son las estructuras convencionales:

$$\sqrt{1-\varepsilon^2} \cdot \omega = 0.98\omega \approx \omega$$

$$\ddot{X}(t) = \omega \cdot \int_0^t e^{-\omega\varepsilon(t-\tau)} \cdot \ddot{x}_g(\tau) \cdot \text{Sen}\omega(t-\tau) d\tau$$

Para el diseño sismo resistente nos interesa conocer principalmente la respuesta máxima. Por ejemplo, nos interesa conocer el desplazamiento lateral máximo, la cortante basal máxima, el momento de volteo máximo, etc. (Santana, 2012)

Para elaborar el espectro de respuesta de aceleraciones absolutas a una sollicitación sísmica expresada $\ddot{x}_g(\tau)$, se hará uso de la integral de Duhamel, la misma que es evaluado para una familia de sistemas de 1GDL en función a su frecuencia w_i , y amortiguamiento común " ε ", respuesta máxima S_{a_i} .

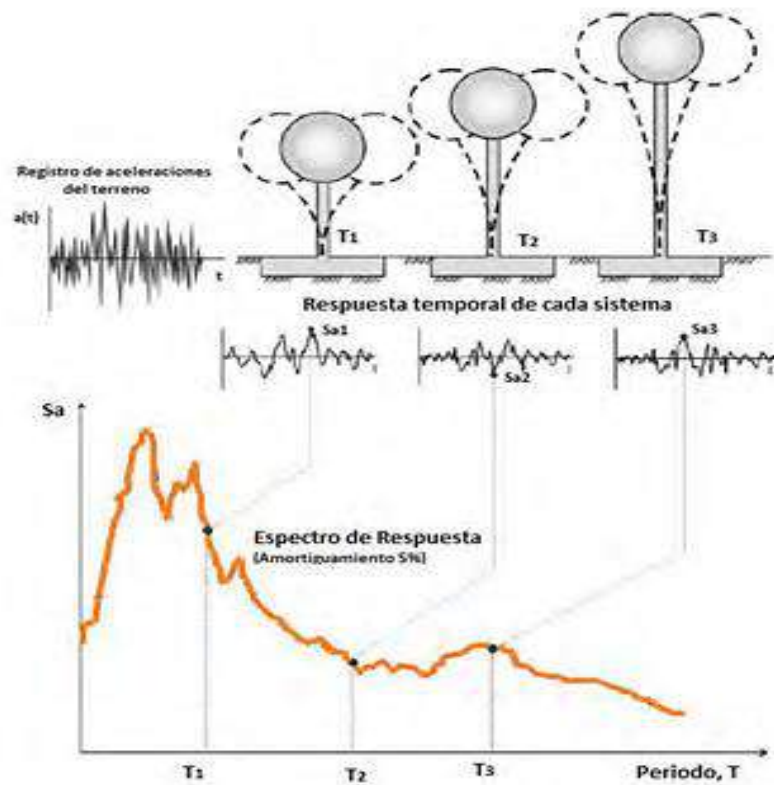


FIGURA N° 19: Espectro de respuesta de demanda sísmica.

El espectro de respuesta consiste en la representación gráfica de la respuesta (aceleración, velocidad o desplazamiento) en función del periodo natural de vibración del sistema. Esto es, el espectro de respuesta nos da información de la respuesta máxima para toda una familia de sistemas de 1 GDL. Por lo tanto, si queremos determinar la respuesta máxima disponiendo del diagrama espectral para una excitación específica en la base, es necesario saber solamente la frecuencia natural del sistema. (Santana, 2012)

- Conversión del espectro de respuesta en formato (ADRS).**
 (Freeman, 1982) Tradicionalmente, en la ingeniería sísmica se utiliza un espectro de respuesta indicado las aceleraciones en función del periodo para temas de análisis y diseño de estructuras basados en las fuerzas. Sin embargo, durante los últimos años se ha conocido que los parámetros más influyentes a la hora del diseño

son: desplazamientos y deformaciones. Por lo tanto, se ha promovido el uso de espectros de respuesta en el formato ADRS (S_a vs S_d) para propósitos de diseño basado en el desempeño sísmico. La principal ventaja de este formato es que la capacidad y la demanda pueden superponerse propiamente en el diagrama, obteniendo una solución gráfica indicando el nivel de desempeño de alguna estructura. (Santana, 2012)

Para la conversión al formato (S_a versus S_d), se usará la expresión siguiente:

$$S_{di} = \left(\frac{T_i^2}{4\pi^2} \right) \cdot S_{ai}$$

1.4.8.2. CAPACIDAD ESTRUCTURAL.

La capacidad de una estructura depende principalmente de la resistencia y deformación máxima. Por tanto para conocer sus capacidades superando el límite elástico, será necesario utilizar un tipo de análisis no lineal, como puede ser el análisis estático no lineal de Pushover. El modelo matemático de la estructura se va variando para tener en cuenta la reducción de resistencia de los elementos que estas ceden. De esta forma, se aplican grupos de fuerzas horizontales. Donde se incrementan de manera monotónica hasta alcanzar si máxima capacidad de la estructura. (Bonett, 2003).

Una curva de capacidad se define como la relación existente de la resistencia a la carga lateral de la estructura y el desplazamiento lateral característico. La capacidad de una estructura depende de la resistencia y deformación máxima de sus componentes individuales.

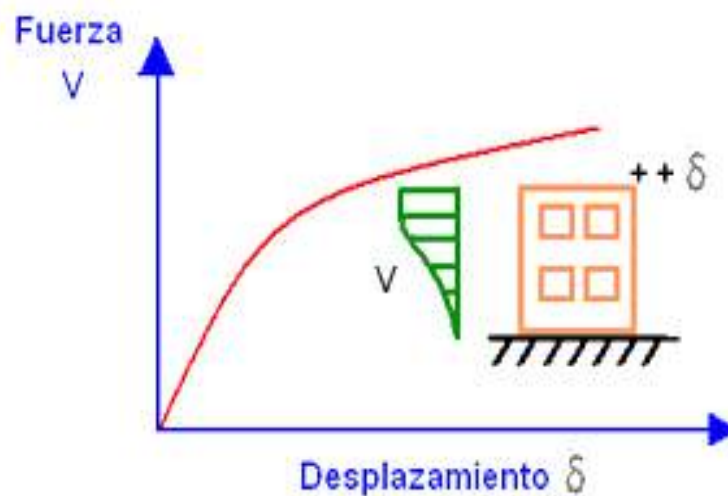


FIGURA N° 20: Curva de capacidad de una estructura.

a) Curva de capacidad.

El valor de capacidad de una estructura dependerá de la resistencia y capacidades de deformación de sus componentes individuales. Para hallar la capacidad superando los límites elásticos, necesariamente se debe realizar un análisis no lineal, como el procedimiento pushover.

El procedimiento se puede abreviar en lo siguiente: la guía matemática de una estructura, inicialmente sin rótulas, es expuesto a la resistencia lateral que intervienen a nivel de piso hasta que algunos componentes alcancen su límite elástico, luego la estructura es modificada para tomar en cuenta la resistencia reducida de componentes donde su espacio ha sido rebasada y se han producido rótulas. Este proceso se continúa hasta que la estructura se convierta inestable o que un predeterminado límite sea alcanzado. La curva de capacidad Pushover indica que como se comporta la estructura luego de exceder su límite elástico. (Delgadillo, 2005)

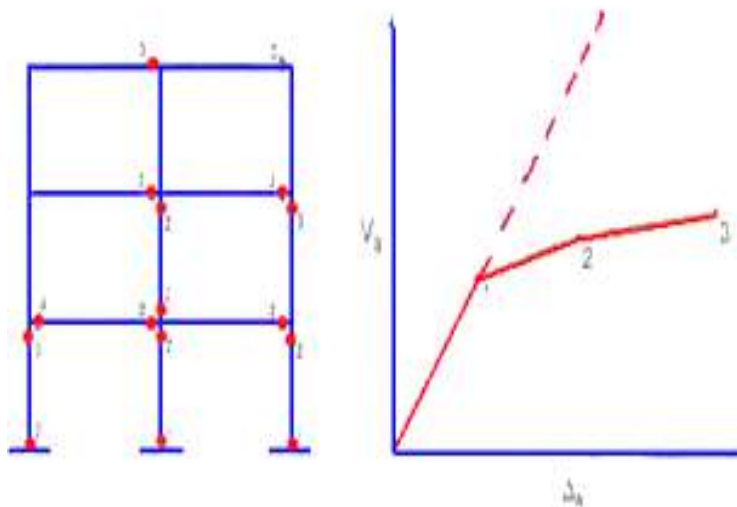


FIGURA N° 21: Mecanismo de colapso formado (SEAOC, 1995).

Para obtener una representación realista de los esfuerzos sísmicos, se hace uso una distribución de las fuerzas sísmicas laterales con similitud a las de las fuerzas sísmicas estáticas equivalentes, las cuales siguen la forma del modo fundamental.

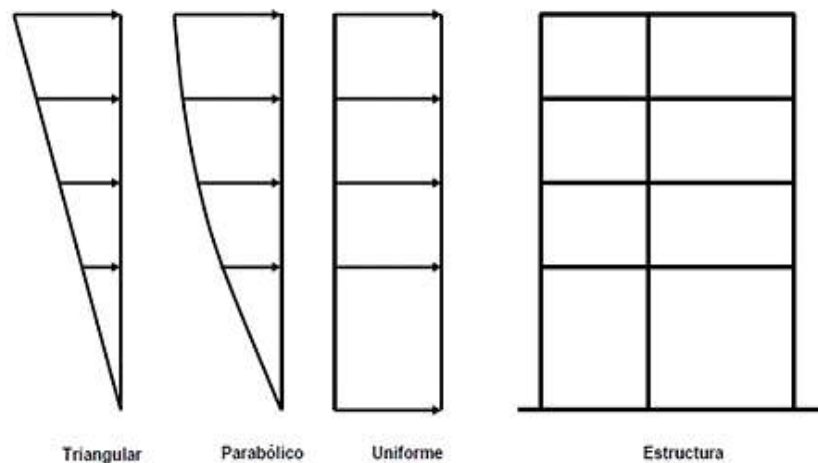


FIGURA N° 22: Patrones de distribución de cargas laterales para un análisis Pushover.

(Chopra y Goel, 1999) La forma de distribución de las fuerzas laterales (triangular, parabólica, uniforme, etc.) aplicadas a una estructura, influye en la evaluación de las curvas de capacidad. No

existe un único patrón de fuerzas que sea universalmente aceptado. (Santana, 2012)

- **Limitaciones de la técnica del Pushover.**

- El procedimiento utilizado en el análisis pushover se asume que el deterioro solo depende de la distorsión lateral de la estructura, prescindiendo los efectos de la duración y disolución de la energía acumulada. Por lo tanto, la adaptabilidad de esta medida del deterioro es simplista principalmente para estructuras no dúctiles, cuyos ciclos inelásticos presentan un rígido estrechamiento y una forma errática. (Bonett, 2003).
- El Pushover habitualmente es perceptivo al patrón de cargas aplicadas ya sea triangular, parabólico o uniforme.
- Los cambios progresivos en las propiedades modales que ocurren en la estructura cuando experimenta transferencia no lineal cíclica durante un seísmo no son considerados en este tipo de análisis. (Bonett, 2003)

b) Espectro de capacidad.

Para favorecer un balance directa con el espectro de demanda, la curva de capacidad se convierte a un espectro de capacidad mediante un cambio de variable, de forma que el cortante en la base V_{base} , se transforma a aceleración espectral S_a , y el desplazamiento en el último piso Δ_{techo} , a desplazamiento espectral S_d . Esto se hace utilizando las características dinámicas de la estructura. (Santana, 2012)

- **Conversión de la curva de capacidad a un espectro de capacidad.**

Para usar el Método del Espectro de Capacidad propuesto por la ATC-40, será necesario la conversión de la curva de

Capacidad, que se encuentra en términos del cortante basal y desplazamiento del techo, a un Espectro de Capacidad que es una representación de la Curva de Capacidad en un formato de Espectro de Respuesta Aceleración-Desplazamiento ADRS (S_a versus S_d). (Santana, 2012)

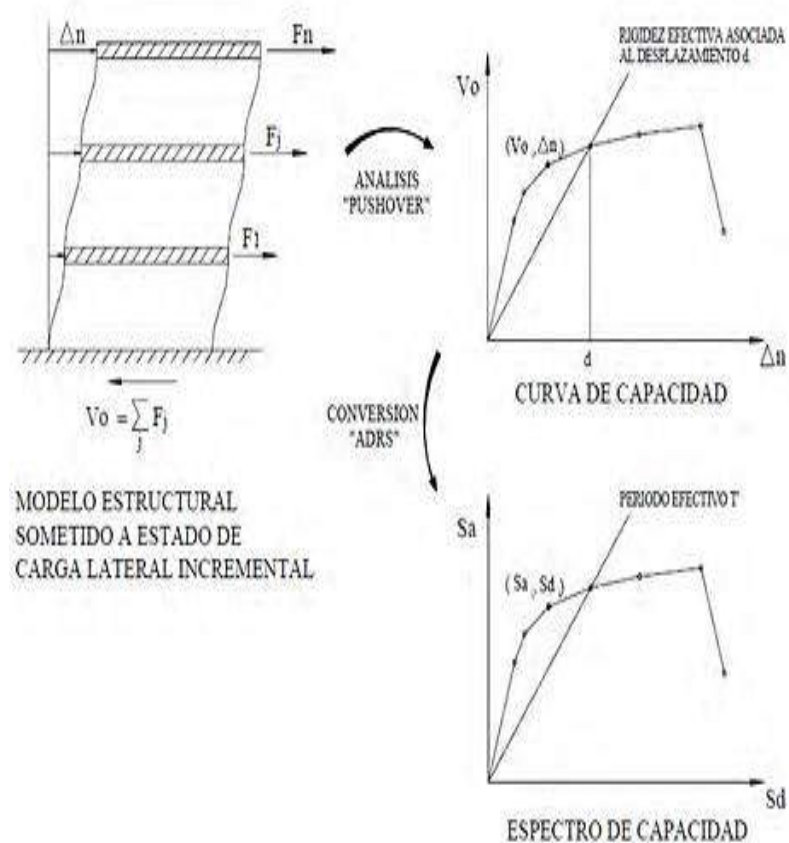


FIGURA N° 23: Transformación de la curva de capacidad a espectro de capacidad.

Según, (Santana, 2012) El proceso para la conversión de la Curva de Capacidad a Espectro de Capacidad es:

Primero para el modo fundamental calcular el factor de participación modal PF_1 y el coeficiente de masa efectiva α_1 , Segundo, para cada punto sobre la curva de capacidad

(V, Δ_{techo}) , hallar el asociado punto (S_a, S_d) , usando las ecuaciones descritas a continuación:

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{w_i}{g}\right) \phi_{i1}}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{w_i}{g}\right) \phi_{i1}^2}$$

$$\alpha_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N \left(\frac{w_i}{g}\right) \phi_{i1}\right]^2}{\left[\sum_{i=1}^N \left(\frac{w_i}{g}\right)\right] \left[\sum_{i=1}^N \left(\frac{w_i}{g}\right) \phi_{i1}^2\right]}$$

$$S_{di} = \frac{V_i}{\alpha_1 w}$$

$$S_{di} = \frac{\Delta_{techo,i}}{PF_{R1} w} = \frac{\Delta_{techo,i}}{PF_1 \phi_{techo,1}}$$

En donde:

PF_1 = Factor de participación modal para el primer modo natural.

α_1 = Coeficiente modal de masa efectiva para el primer modo natural.

S_{ai} = Aceleración espectral.

S_{di} = Desplazamiento espectral (S_a y el asociado S_d componen puntos sobre espectro de capacidad).

T_i = Periodo modal de vibración.

PF_{R1} = Factor de participación modal para el primer modo natural en el techo.

w_i = Peso asignado al nivel i

ϕ_{i1} = Amplitud del modo 1 en el nivel i

N = Nivel N , el nivel que es el más alto en la parte principal de la estructura.

V_i = Cortante basal.

w = Peso muerto del edificio más probable carga viva.

$\Delta_{techo,i}$ = Desplazamiento del techo.

- **Factor de participación modal y coeficiente de masa efectiva.**

El método Pushover modifica un sistema de grados de libertad múltiples a un sistema equivalente de un grado de libertad, haciéndose uso de las propiedades dinámicas del modo de vibración, permitiendo calcular el Factor de Participación Modal y el Coeficiente de Masa Efectiva. (Santana, 2012)

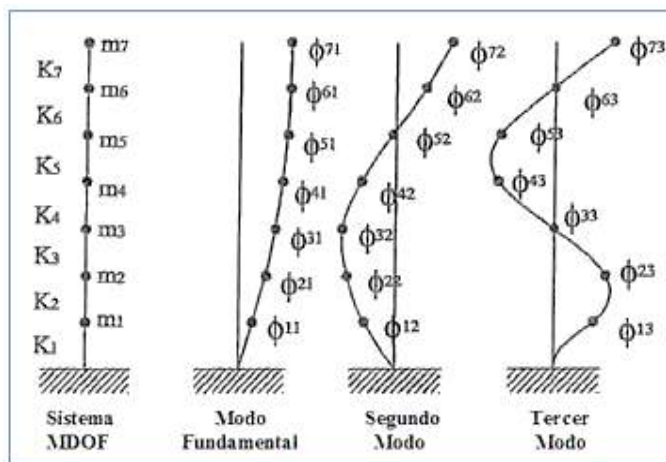


FIGURA N° 24: Sistema de múltiples grados de libertad.

Según, (Santana, 2012) Cada sistema de múltiples GDL puede ser representado por un sistema equivalente de un GDL con masas (M^*) y rigideces (K^*) efectivas. M^* y K^* se encuentran en función de las formas de modo. Este concepto, como se muestra en la Figura 26, representan a los cimientos del cálculo de espectros de capacidad para el análisis de edificios de varios niveles.

Para cada forma de modo de vibración, con el periodo, la forma de modo, la distribución de masas, y la obtención del espectro de respuesta y del espectro de capacidad por el procedimiento descrito, se puede calcular la máxima respuesta de la estructura frente a eventos sísmicos de gran magnitud.

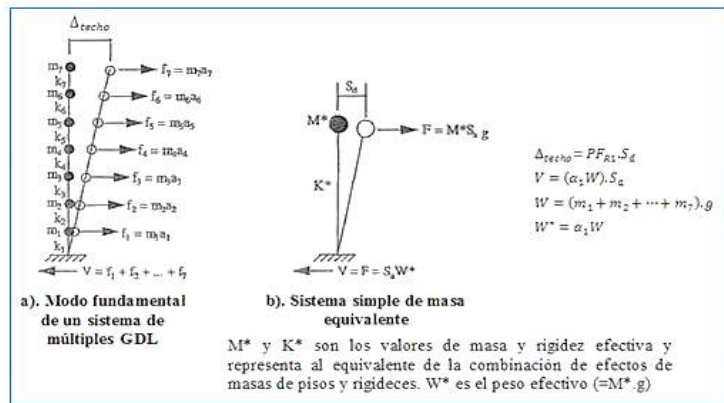


FIGURA N° 25: Sistema de múltiples GDL, representado por un sistema equivalente de masa única

- **Factor de participación modal.**

En la Figura N° 25 el diagrama b) es equivalente al diagrama a). En otras palabras, si durante un movimiento sísmico se mueve la masa M^* una distancia de S_d , el techo del edificio se moverá una distancia Δ_{techo} . La proporción de Δ_{techo} a S_d , es definido por la participación modal para el modo fundamental en el nivel del techo, el cual es $PF_{R1} = PF_1 \cdot \phi_{techo,1}$.

$$PF_1 = \frac{m_7 \phi_{71} + m_6 \phi_{61} + \dots + m_1 \phi_{11}}{m_7 \phi_{71}^2 + m_6 \phi_{61}^2 + \dots + m_1 \phi_{11}^2}$$

$$PF_{R1} = PF_1 \cdot \phi_{71}$$

$$\Delta_{techo} = PF_{R1} \cdot S_d$$

- **Coefficiente de masa efectiva.**

En la Figura N° 26 (a), la adición de las fuerzas f_1 a f_7 es la cortante basal V , para el modo fundamental. Los valores de f_i son los mismos que los valores F_{i1} en la ecuación $F_{i1} = PF_1 \phi_{techo,1} S_{a1} W$ (por ejemplo, $f_7 = F_{71}$). La adición de las fuerzas de los pisos F_{i1} para el modo 1, es igual a la cortante basal V .

De esta relación podemos señalar lo siguiente:

$V = (\alpha_1 w). S_a$; es la cortante en el diagrama de la Figura N° 25 (a).

$V = (w^*). S_a$; es la cortante basal en el diagrama de la Figura N° 25 (b).

$w^* = \alpha_i w$; es el peso efectivo

$w = (m_1 + m_2 + \dots + m_7). g$

Para el modo 1:

$$\alpha_1 = \frac{(m_7 \phi_{71} + m_6 \phi_{61} + \dots + m_1 \phi_{11})^2}{(m_7 + m_6 + \dots + m_1)(m_7 \phi_{71}^2 + m_6 \phi_{61}^2 + \dots + m_1 \phi_{11}^2)}$$

- **Valores estándar de α_1 y PF_{R1} .**

La Tabla 6, muestra ciertos valores de forma estándar que pueden ser empleados como aproximaciones en reemplazo de los valores calculados.

TABLA N° 8: α_1 y PF_{R1} coeficiente para edificios regulares.

Número de pisos	α_1	PF_{R1}
1	1.00	1.00
2	0.90	1.20
3	0.86	1.30
5	0.82	1.35
Mayor a 10	0.78	1.40

Fuente: Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con Mención en Ingeniería Estructural (Santana Tapia R. D., 2012).

c) **Representación Bi lineal de la curva de capacidad.**

Según, (Burgos, 2007) Para fines del presente análisis, se ha admitido dicho procedimiento con algunas pequeñas variaciones en la determinación del desplazamiento último y en el cálculo de la rigidez efectiva de la estructura, con el fin de ser coherentes con lo

que se ha venido desarrollando en los párrafos anteriores. Según esto, se describe el procedimiento mediante los siguientes pasos:

- i) Se conoce el desplazamiento último D_u y su correspondiente cortante basal V_u , cuando un componente de la edificación alcanza su momento o resistencia última. Estos valores definen el punto B de la Figura N° 26. El FEMA 356 indica que este desplazamiento con el método del coeficiente de desplazamiento. (Burgos, 2007)
- ii) Se calcula el área bajo la curva de capacidad A_{curva} utilizando un método de integración como la regla de los trapecios.
- iii) Se calcula la rigidez lateral efectiva de la estructura o pendiente inicial K_e de la curva bilineal. Se obtiene combinando, con una línea recta, el origen O y el punto sobre la curva de capacidad, en donde se ha producido la primera fluencia (D_y'', V_y'').

$$K_e = \frac{V_y}{D_y}$$

- iv) Se halla la cortante basal de fluencia V_y . Este valor se elige arbitrariamente, y se redefine mediante un proceso iterativo que iguala las áreas bajo la curva real de capacidad A_{curva} y la curva bilineal idealizada $A_{bilineal}$. (Burgos, 2007)
- v) Se calcula el desplazamiento de fluencia D_y , el cual se define como:

$$D_y = \frac{V_y}{K_e}$$

- vi) Se define la curva bilineal mediante las rectas OA y AB y se calcula el área de la curva bilineal $A_{bilineal}$.
- vii) Se determina el error ε en la representación bilineal como:

$$\varepsilon = \frac{A_{curva} - A_{bilineal}}{A_{curva}} \times 100$$

Según, (Burgos, 2007) Indica que si el error es mayor al nivel de tolerancia mínimo, será necesario una nueva iteración, en donde el nuevo valor de cortante basal de fluencia sería:

$$V_y^{i+1} = \frac{A_{curva}}{A_{bilineal}} \times V_y^i$$

Y eso se repite los pasos 4 a 7 con el nuevo V_y .

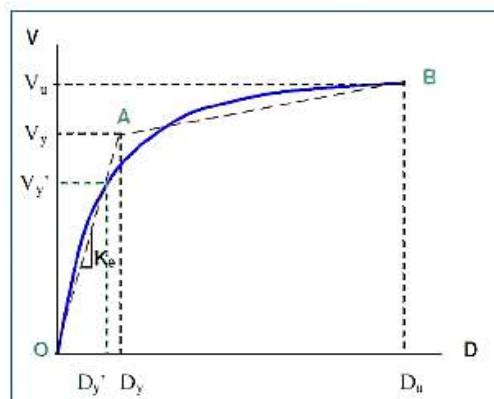


FIGURA N° 26: Representación bilineal de la curva de capacidad.

1.4.8.3. PUNTO DE DESEMPEÑO.

El punto de desempeño sísmico de la estructura se calcula cuando la condición de su capacidad es igual a la condición de la demanda sísmica impuesta, que gráficamente lo representa el punto de intersección entre las curvas de capacidad estructural y demanda sísmica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la curva de capacidad se determina reduciendo la curva de capacidad inicial o espectro elástico de la demanda hasta interceptar la curva de capacidad. (Sinisterra, 2017)

- **Métodos para determinar el punto de desempeño.**

Existen diversos procedimientos de análisis estático no lineal para calcular la planificación de nuevas estructuras, para tema de estructuras existentes y para el análisis de vulnerabilidad y daño causado por seísmo. Entre los resaltantes procedimientos simplificados de análisis estático no lineal destacan:

- **Método del Espectro Capacidad - Demanda.** Permite encontrar el punto de desempeño gráficamente en el formato ADRS, el cual sería el punto de intersección del espectro de capacidad con el espectro de demanda inelástica. (Burgos, 2007)
- **Método del Coeficiente de Desplazamiento.** Proceso numérico que estima la demanda de desplazamiento. no es necesario a conversión la curva de capacidad a coordenadas espectrales. Este método se limita a edificios regulares y que no sean afectados apreciablemente por los modos superiores ni por torsión. (Delgadillo, 2005)
- **Método de la Secante.** Es un método numérico que reemplaza la estructura por otra con rigidez secante o efectiva.

Para propósito de este análisis, se ha adoptado el método del espectro de capacidad-demanda con algunas pequeñas variaciones con respecto al ATC 40, ya que este método permite hacer una contemplación gráfica muy clara comparando directamente al espectro de capacidad global (fuerza-desplazamiento) de la estructura con el espectro de respuesta representativo de la demanda sísmica, facilitando una rápida interpretación de la respuesta ante un movimiento del campo. (Santana, 2012).

- **Método del espectro capacidad - demanda.**

Este método es de directa aplicación; incluye los siguientes pasos. Transformar la curva de capacidad a un espectro de capacidad.

1. Desarrollar un espectro de respuesta de demanda elástico, apropiado para el sitio.
2. Transformar la curva de capacidad a un espectro de capacidad.
3. Superponer el espectro de capacidad y el espectro de respuesta de demanda elástico en el mismo formato ADRS. ($S_a - S_d$).

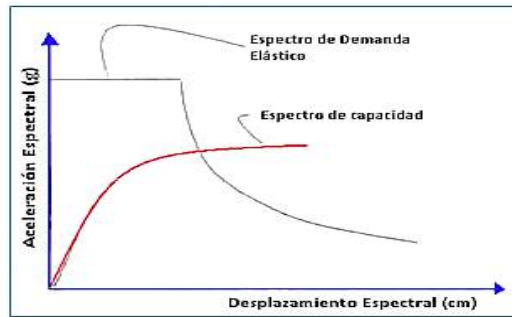


FIGURA N° 27: Procedimiento después del paso 2.

4. Se impone una ductilidad del sistema μ , y se calcula el factor de reducción R_μ .
5. Se encuentra el espectro inelástico dividiendo el espectro elástico por R_μ .

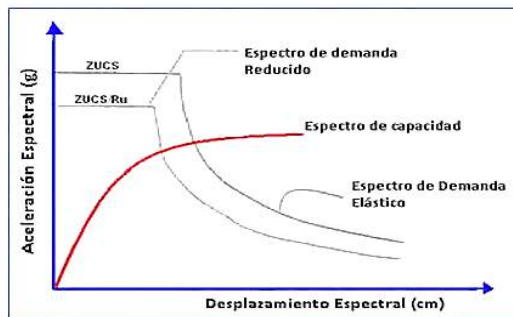


FIGURA N° 28: Procedimiento después del paso 5.

6. Se determina el punto de intersección del espectro de capacidad con el espectro de demanda inelástico y se calcula la ductilidad efectiva μ_{ef} , dividiendo el desplazamiento máximo entre el desplazamiento de fluencia. (Burgos, 2007)

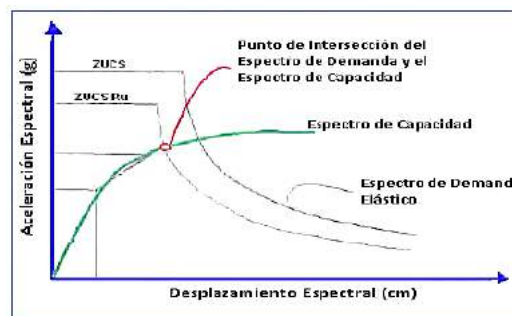


FIGURA N° 29: Procedimiento después del paso 6.

7. Se compara la ductilidad efectiva con la ductilidad impuesta en el paso 4, si el error es menor a una tolerancia dada, se habrá encontrado el punto de demanda, caso contrario se repite desde el paso 2. (Burgos, 2007)

1.4.9. ANÁLISIS Y DESEMPEÑO SÍSMICO

El análisis sísmico de las edificaciones se desarrolla en dos procedimientos como el estático y dinámico. Asimismo, estos, poseen dos metodologías como la linealidad y la no-linealidad, que su uso dependerá de las características que presenta el edificio. (Flores, 2018)

El análisis lineal de una edificación, se efectúa de una manera simplificada. Teniendo en cuenta el comportamiento de este, en el rango elástico lineal; aceptando que la elasticidad del material y el momento de inercia se desarrollan de manera constante. En cambio, en el análisis no lineal, se desarrolla con una aproximación más cercana a la realidad. Ya que el material inicialmente mostrara un comportamiento elástico lineal hasta alcanzar la cedencia, en la cual el elemento mostrara un cambio en la rigidez teniendo el comportamiento plástico.

El análisis sísmico basado en desempeño analiza los diferentes comportamientos tanto del material con la que está conformado el elemento estructural como también la sección que este presenta. (Flores, 2018)

1.4.10. MODELAMIENTO DE VIGAS.

De acuerdo al diseño por capacidad (columna fuerte/viga débil), se espera que las vigas fluctúen antes que las columnas. Para modelar cada rótula plástica se necesita la siguiente información, que contempla el comportamiento inelástico de los diferentes componentes estructurales, ante una sollicitación sísmica. (Vergara & Zevallos, 2014)

- Rigidez Inicial (Momento por unidad de rotación).
- El momento de fluencia efectivo.

- Rigidez Secundaria (Estado inelástico).
- Localización de rótula plástica con respecto al lado de la columna.

1.4.11. MODELAMIENTO DE COLUMNAS.

Según, (Vergara & Zevallos, 2014) Para el caso de componentes sometidos a fuerzas de flexo-compresión, se deberá elegir rótulas de tipo P-M2-M3, la presenta un acondicionamiento para la formación de rótulas debido a flexión y carga axial. Rigidez Inicial (Momento por unidad de rotación).

- Rigidez Inicial (Momento por unidad de giro considerando una carga axial P).
- El momento de fluencia efectivo.
- Rigidez Secundaria (Estado inelástico)
- Localización de rótula plástica con respecto al lado de la viga.

1.4.12. VARIABLES.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
Desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán	El desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán será capaz de soportar las acciones sísmicas.	Las columnas, vigas y losas del edificio multifamiliar con 5 niveles será capaz de soportar las acciones de flexión y a las fuerzas sísmicas que se pueden producir.	<p>Diseño y predimensionamiento de los elementos estructurales del edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán.</p> <p>Modelamiento en software del edificio multifamiliar con 5 niveles.</p> <p>Verificar la resistencia sísmica de un edificio multifamiliar con 5 niveles.</p> <p>Modelar la estructura del edificio induciendo rotulas plásticas de los elementos estructurales.</p>

1.4.13. HIPOTESIS.

Con los criterios técnicos estructurales se podrá realizar el análisis de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán – Huaraz.

1.4.14. OBJETIVOS.

1.4.14.1. Objetivo General.

- Determinar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán – Huaraz.

1.4.14.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el modelamiento estructural de una edificación induciendo rotulas plásticas y las características propias de materia y sección de los elementos estructurales.
- Realizar un análisis sísmico estático no-lineal que contemple la variabilidad del material en el tiempo.
- Determinar el punto de performance o comportamiento después del sismo buscado para la edificación.

II. METODOLOGÍA.

Tipo y diseño de investigación.

a) **Tipo de investigación.**

El tipo de investigación es analítica y descriptiva, porque los resultados obtenidos mediante la aplicación del software servirán para evaluar y dar solución a problemas relacionados a la estructura

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque los datos consignados son numerales, se estudiará las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuestas en los instrumentos de recolección de datos (Software ETABS y el Microsoft Excel 2016).

b) **Diseño de investigación.**

El diseño de la investigación es un diseño no experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos las variables estadísticas probables según los resultados de la evaluación de un edificio multifamiliar.

Población y muestra.

a) **Población.**

Para esta investigación la población está considerada por la vivienda seleccionada del barrio de Shancayán – Huaraz que se evaluara el desempeño sísmico de las estructuras.

b) **Muestra.**

La muestra está constituida por un muestreo no probabilístico de sujetos voluntarios, el estudio se realizó en un edificio multifamiliar y a su vez, se evaluó el desempeño sísmico estructural del edificio, también se dió una propuesta de diseño según los resultados obtenidos de la evaluación del edificio multifamiliar.

Para la elaboración de las unidades de estudio (Mecánica de suelos) se utilizó las siguientes referencias:

- Las muestras de suelos para el estudio serán tomados de dos calicatas que se realizara en el lugar de estudio.
- El material será llevado en sacos al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro para su estudio.

Técnicas e instrumentos de investigación.

a) Técnicas.

La técnica de obtención de resultados fue la observación directa, donde se analizó los datos obtenidos del software, también se observó los datos obtenidos de la evaluación de desempeño sísmico de las estructuras según el RNE, también se analizará los datos de laboratorio de mecánica de suelos.

b) Instrumentos.

Los instrumentos necesarios para la recolección de los datos en toda la investigación fueron las plantillas procesadas en la hoja Excel y seguidamente introducida al Software

Las plantillas guía serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Plantilla para pre dimensionamiento de vigas y columnas
- Ensayos de límites de consistencia.
- Contenido de humedad de los agregados.
- Ensayo de corte directo del suelo. Para el siguiente trabajo de investigación se consideraron los datos de una edificación multifamiliar con 5 niveles ubicado en Shancayán, para ello se usó los planos y las especificaciones de cada elemento estructural según el proceso constructivo de la edificación para así poder evaluar el desempeño real de la edificación.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

Arquitectura

- El primer piso es de uso para estacionamiento de vehículos.

- El segundo piso está dividido en dos departamentos, cada departamento compuesto por 3 dormitorios, 1 sala, 1 comedor, 1 cocina, 2 SS. HH. y espacios libres para iluminación.
- El tercer y el quinto piso está dividido también en dos departamentos, cada departamento compuesto por 3 dormitorios, 1 sala, 1 comedor, 1 cocina, 2 SS. HH. y espacios libres para iluminación.
- El cuarto piso está dividido en dos departamentos, cada departamento compuesto por 3 dormitorios, 1 sala, 1 comedor, 1 cocina, 2 SS. HH. y espacios libres para iluminación.
- Componen también de una escalera y un ascensor para desplazarse verticalmente (piso por piso).
- También compone con espacio para jardinería en la parte frontal y posterior.
- La edificación también está distribuida simétricamente para que no exista demasiada excentricidad en la estructura.
- La estructura tiene una altura de entrepiso de 2.80m en los 5 niveles de la edificación.

Estructural

- La edificación principalmente está compuesta estructuralmente de elementos verticales y horizontales
- Las columnas son de diferentes tipos de secciones como 60x25cm, 50x25cm, 40x 25cm.
- Las vigas también son de diferentes tipos de secciones como 25x60cm vigas principales, 25x50cm, 25x40cm vigas secundarias.
- La losa aligerada se compone de un espesor de 20cm de espesor para todos los niveles de la edificación.
- El concreto usado en la edificación fue de $210\text{kg}/\text{cm}^2$ y una fluencia de acero corrugado de $F_y = 420\text{kg}/\text{cm}^2$.
- La estructura fue analizada con las cargas equivalentes como carga muerta, carga viva.

A continuación, se presentan las vistas de la distribución de cada nivel que compone la edificación:

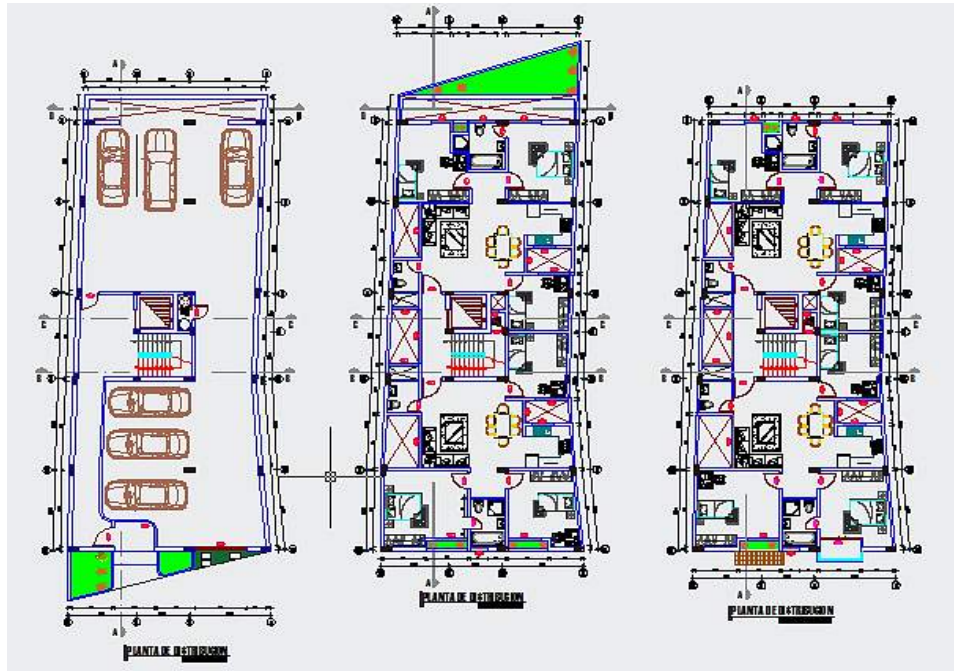


FIGURA N° 30: Distribución arquitectónica en planta.

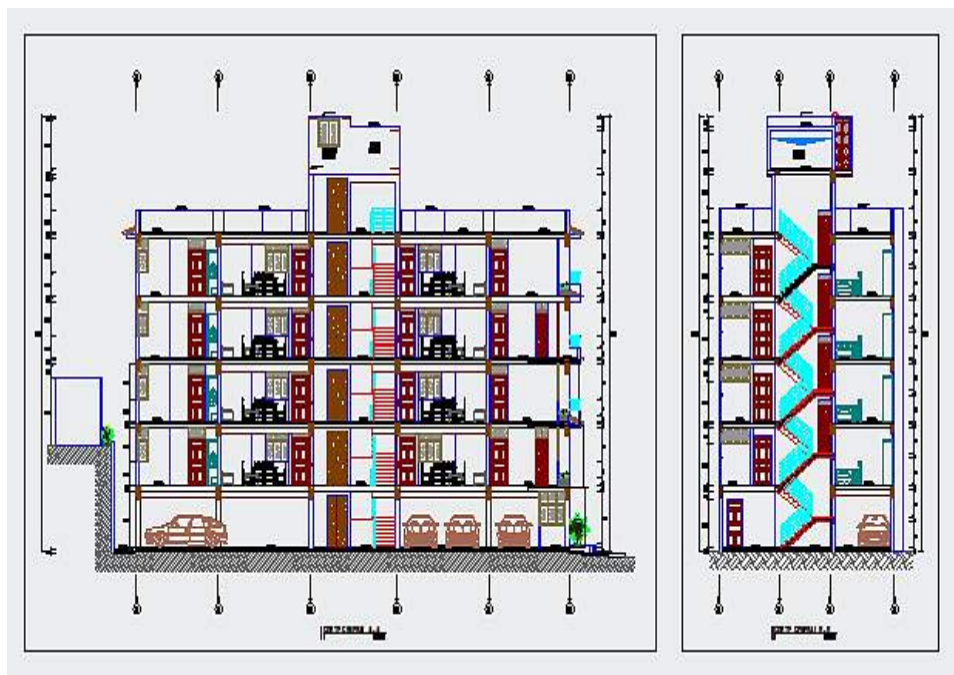


FIGURA N° 31: Vista en elevación de la edificación.

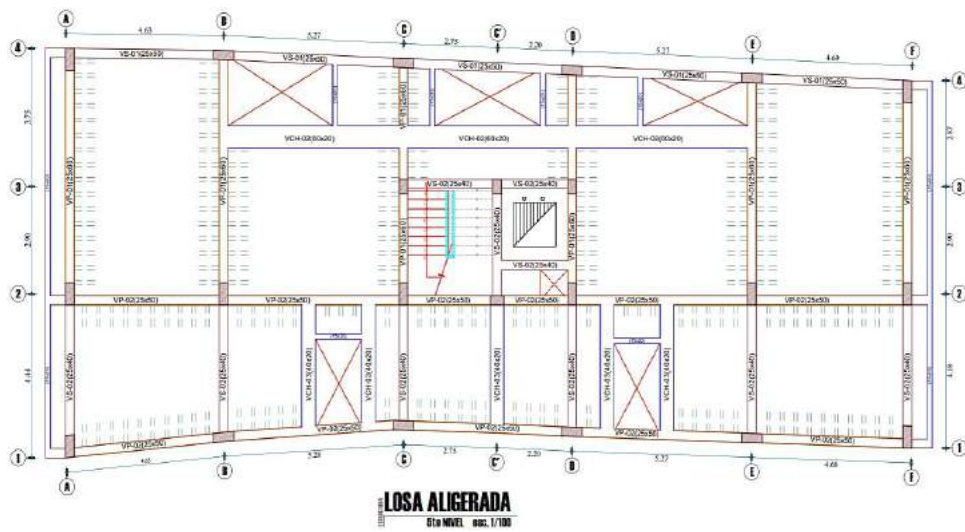


FIGURA N° 32: Vista de plano estructural en planta.

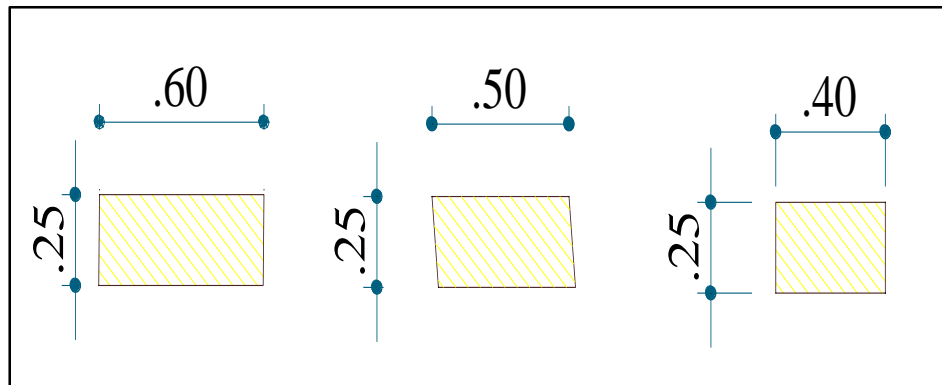


FIGURA N° 33: Secciones de las columnas.

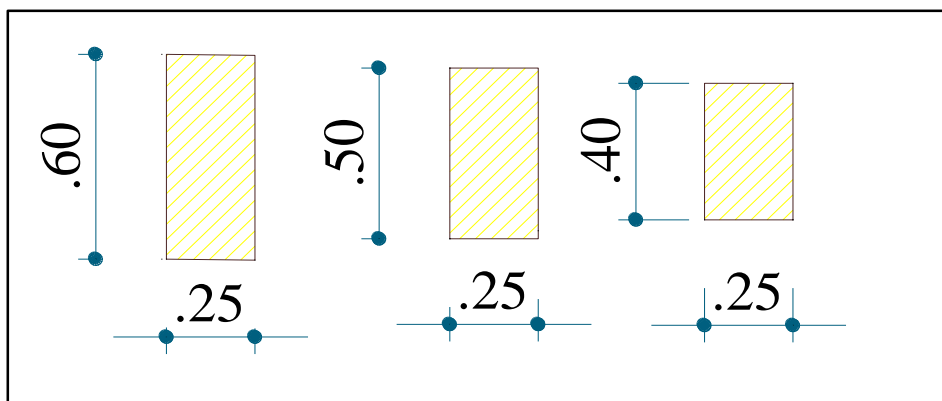


FIGURA N° 34: Secciones de las vigas.

III. RESULTADOS

En este capítulo se da de manifiesto los resultados de los parámetros encontrados en el análisis sísmico de la edificación de 5 pisos, como se muestra a continuación.

3.1 Realizar el modelamiento estructural de una edificación induciendo rotulas plásticas y las características propias de materia y sección de los elementos estructurales.

Parámetros para el modelamiento de la edificación.

Así mismo se consideró los siguientes valores:

- Altura típica de entrepiso: **$h = 2.8 \text{ m}$**
- Resistencia a la compresión del concreto: **$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**
- Fluencia del acero: **$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$**
- Carga muerta (losa aligerada + falso piso + acabados): **$CM = 0.5 \text{ Tn/m}^2$**
- Carga viva: **$CV = 0.2 \text{ Tn/m}^2$**

Además, se consideran los siguientes parámetros sísmicos:

- Factor de Zonificación (Zona 3): **$Z = 0.35$**
- Coeficiente de Uso: **$U = 1.00$**
- Parámetro de Suelo S_3 (Del ensayo de laboratorio: *ver anexo*) **$S = 1.20$**
- Factor de Amplificación Sísmica: **$C = 2.50$**
- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ($I_p = 0.90$): **$R = 7.20$**

Modelamiento de la edificación con el software ETABS 2016.

Para realizar el diseño y análisis estructural por desempeño de la estructura, es necesario de antemano superponer los métodos de diseño propuestos en la Norma Peruana Sismorresistente E.030, ya que el objetivo general de esta tesis es constatar que se cumpla con los objetivos planteados en nuestra norma.

El análisis sísmico de la edificación se realizó en el Software ETABS 2016, y se realizaron tanto el método estático como el método dinámico. En las siguientes figuras se describe el modelamiento realizado por el investigador.

Asignación de grillas para el modelado de los elementos estructurales de la edificación. Por lo que se ha realizado la identificación de grillas en el plano en planta y posteriormente generado en el Software.

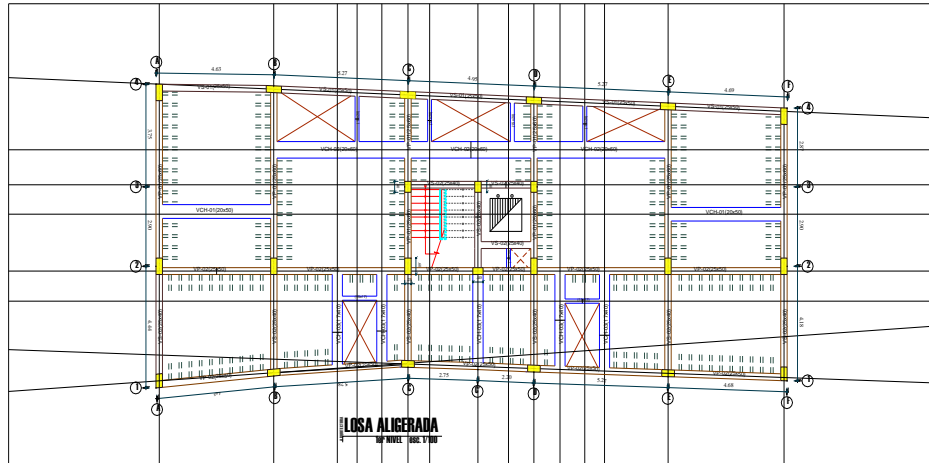


FIGURA N° 35: Vista en planta de identificación de las grillas.

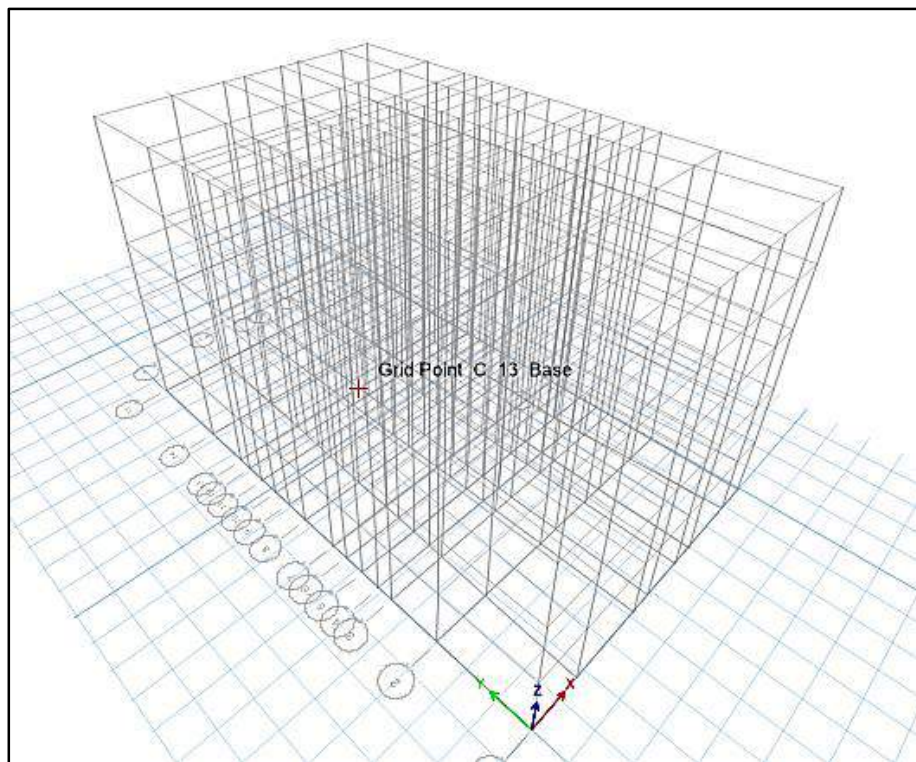


FIGURA N° 36: Modelo tridimensional de las grillas.

Definir materiales para cada elemento estructural vigas, columnas. Se tiene que asignar las propiedades mecánicas como el módulo de elasticidad, coeficiente de Poisson, Coeficiente de expansión termal y el módulo de corte.

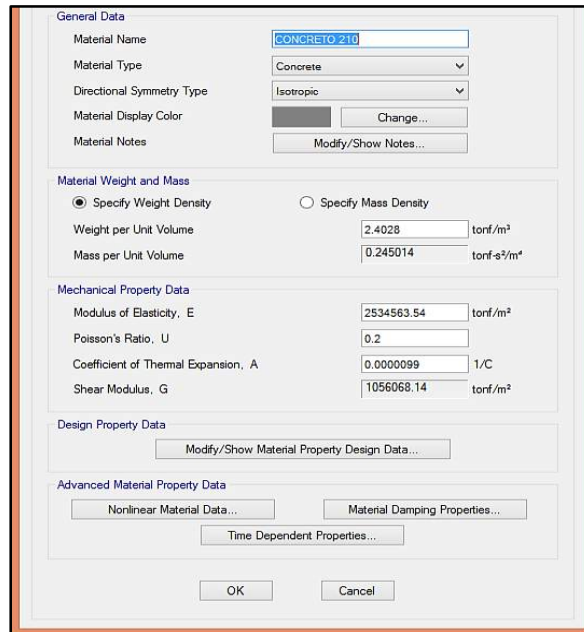


FIGURA N° 37: Asignamos las propiedades al material.

Asignación de secciones. Se creó secciones de vigas y columnas de la estructura modelado, para realizar dicha asignación se realizó anteriormente un predimensionamiento.

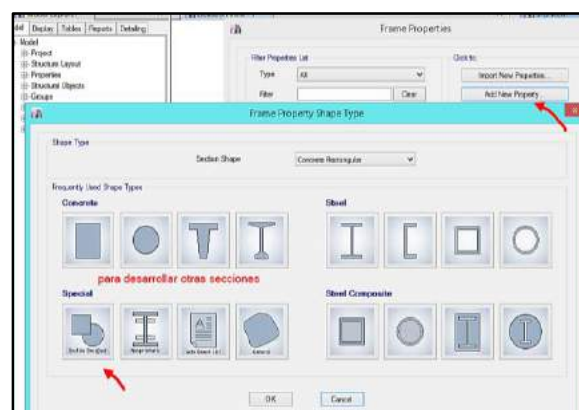


FIGURA N° 38: Generación y elección de distintos tipos de secciones estructurales.

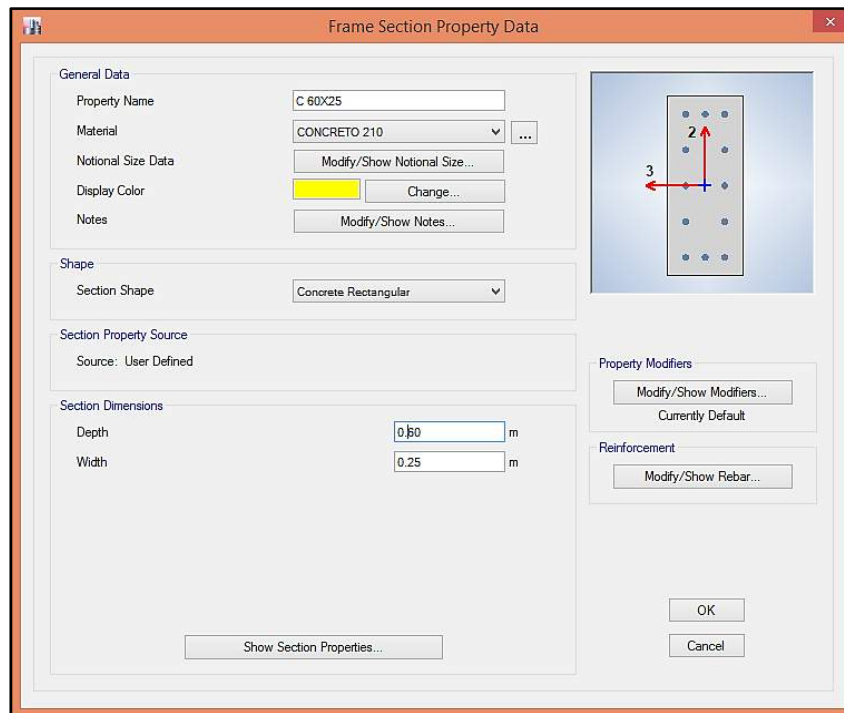


FIGURA N° 39: Modelo de columna sección C1 (60x25cm²) con 12 varillas de 5/8".

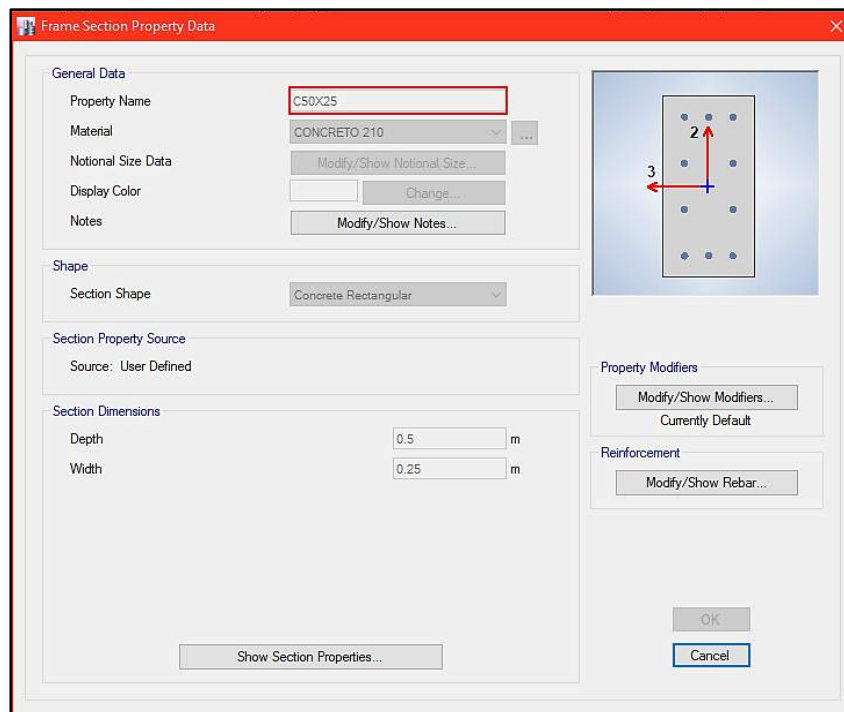


FIGURA N° 40: Modelo de Columna de sección C2 (50x25cm²) con 10 varillas de 5/8"

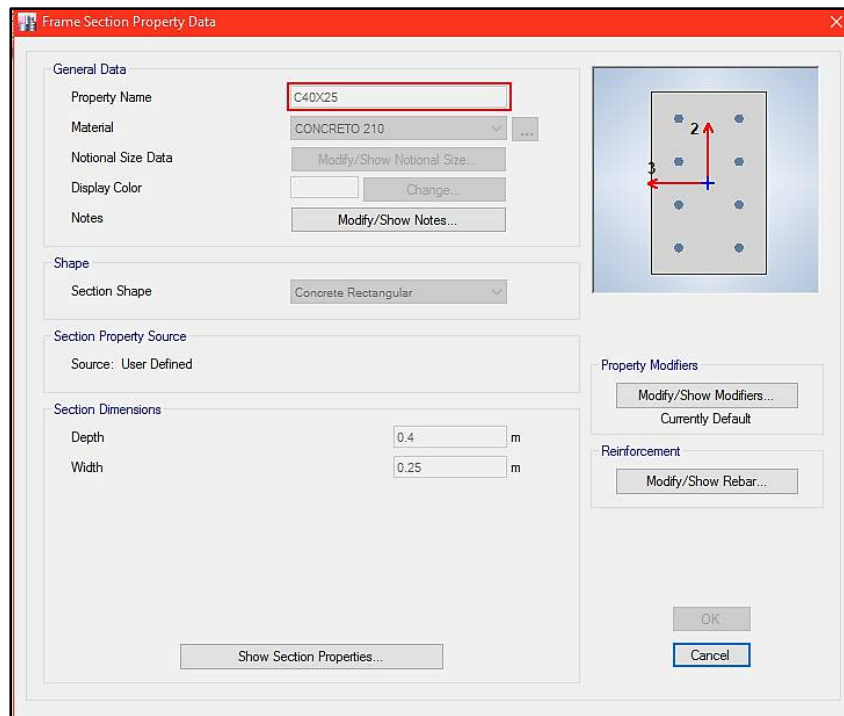


FIGURA N° 41: Modelo de columna de sección C3 (40x25cm²) con 8 varillas de 5/8".

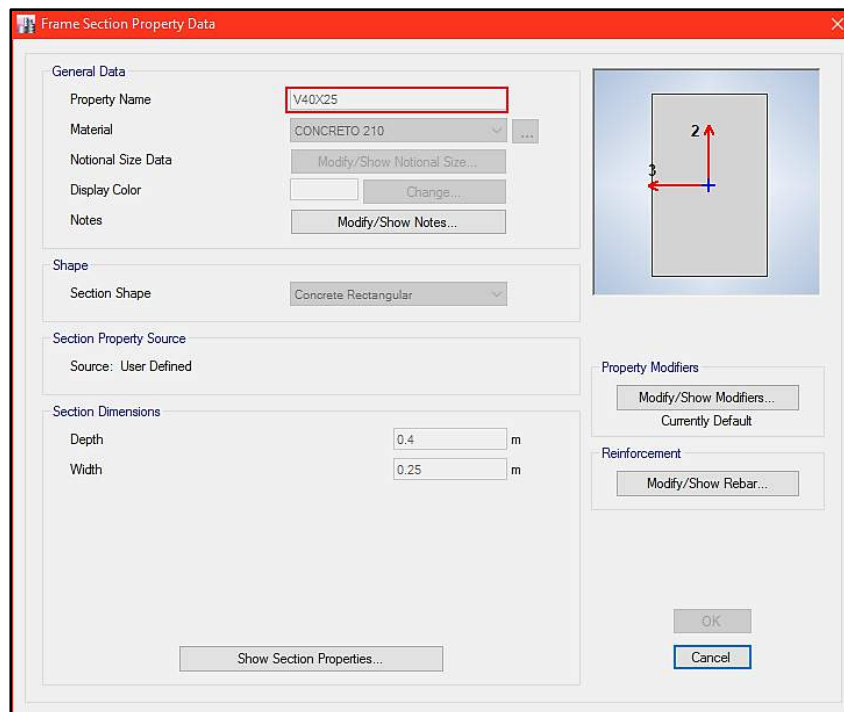


FIGURA N° 42: Modelo de viga de sección (25x40cm²) con 5 Varillas de 5/8".

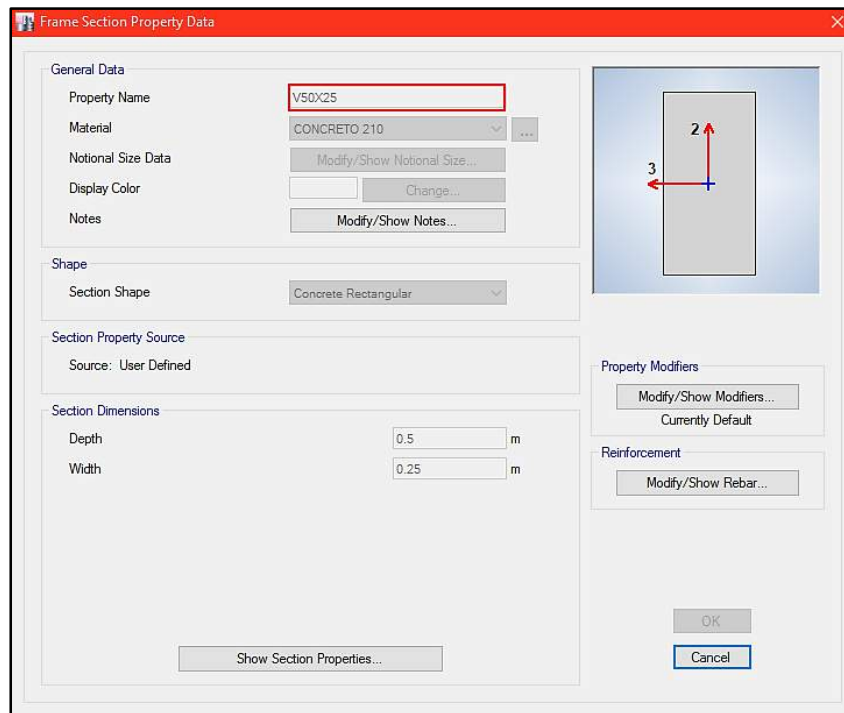


FIGURA N° 43: Modelo de viga de sección (25x50cm²) con 5 varillas de 5/8".

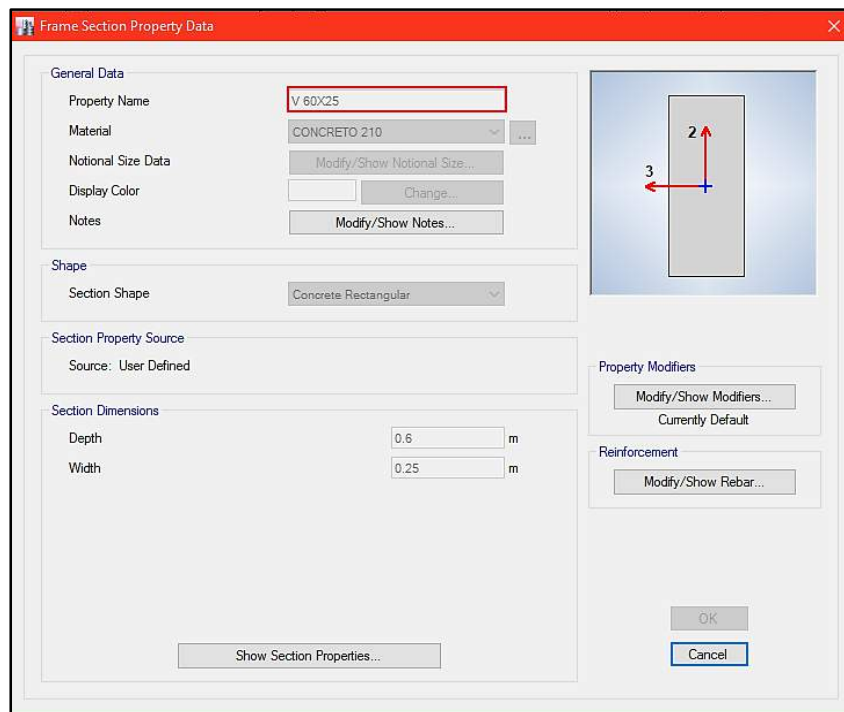


FIGURA N° 44: Modelo de viga de sección (25x60cm²) con 5 varillas de 5/8".

Asignación de secciones a los elementos estructurales, seguidamente se asignó el modelo a cada elemento estructural con sus respectivas propiedades de cada elemento, también las dimensiones de la losa aligerada

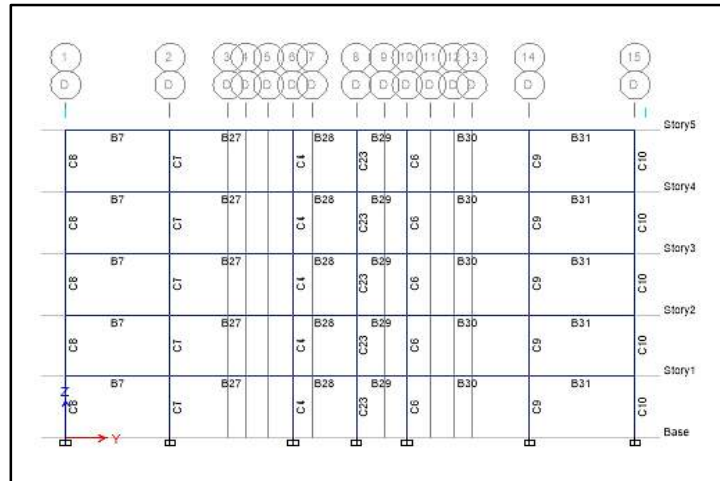


FIGURA N° 45: Vista de modelo de Eje en elevación con las secciones asignadas.

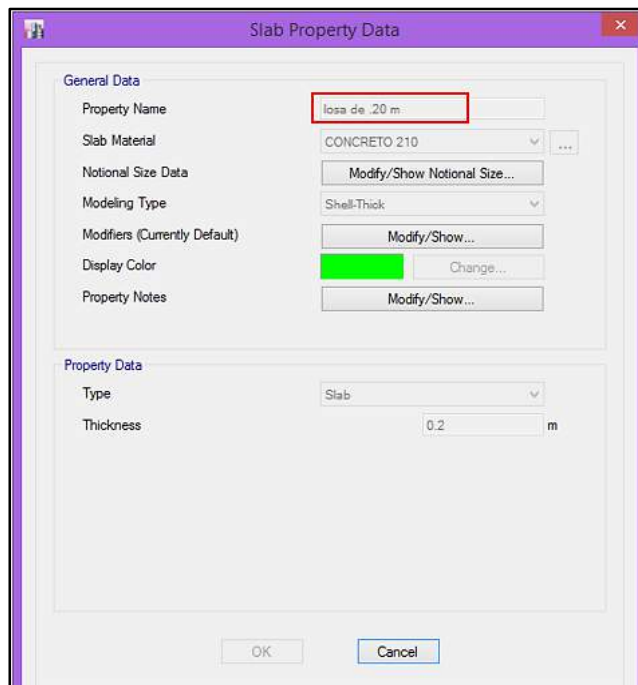


FIGURA N° 46: Definición de modelo de losa aligerada de espesor $e=0.20m$.

La siguiente figura muestra el modelo tridimensional de la vivienda que se realizó para dicho estudio.

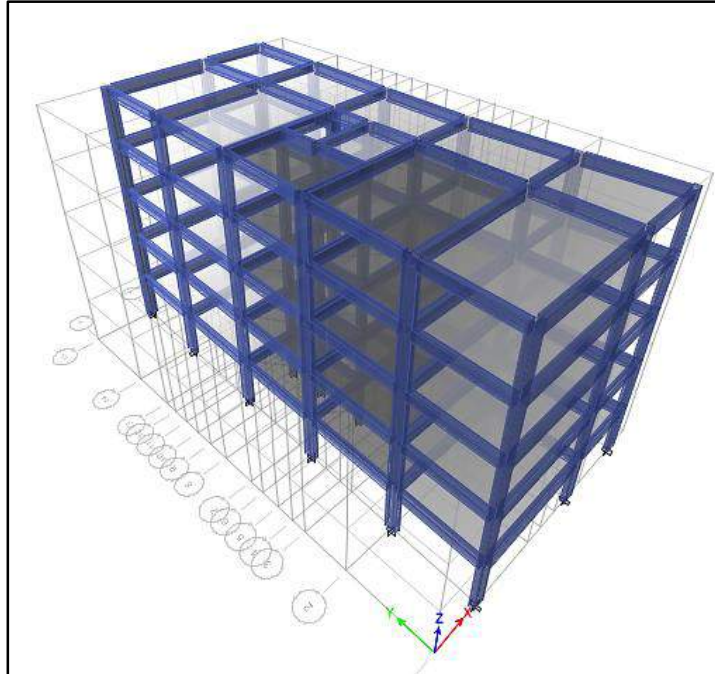


FIGURA N° 47: Modelo tridimensional de edificio de cinco niveles.

3.2 Realizar un análisis sísmico estático no-lineal que contemple la variabilidad del material en el tiempo.

Análisis sísmico no lineal estático – Pushover en el ETABS 2016.

Prosiguiendo la norma técnica peruana de diseño sismorresistente, muestra los parámetros para generar y analizar el espectro inelástico de pseudo – aceleraciones definido por:

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

Para una aceleración de 9.81 m/s^2 y un suelo indicado según el estudio de suelos, considerando además que:

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

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

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

Se obtiene el espectro para cada dirección de la estructura:

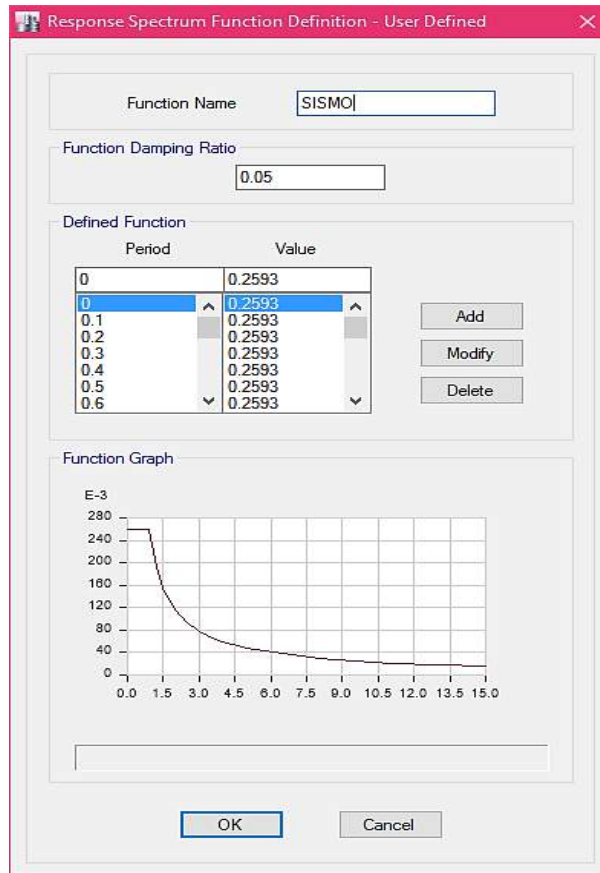


FIGURA N° 48: Vista de modelo elaborado del espectro de pseudo - aceleración.

Asignación de Patrones de Carga, cargas como carga muerta, carga viva y carga gravitacional no lineal (pushover).

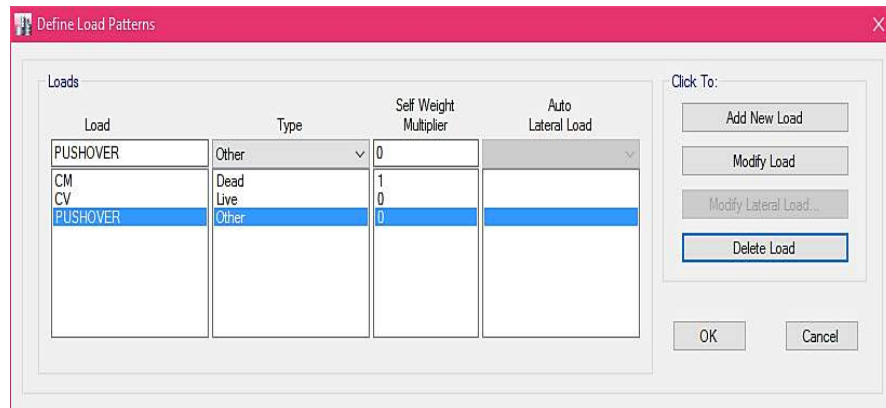
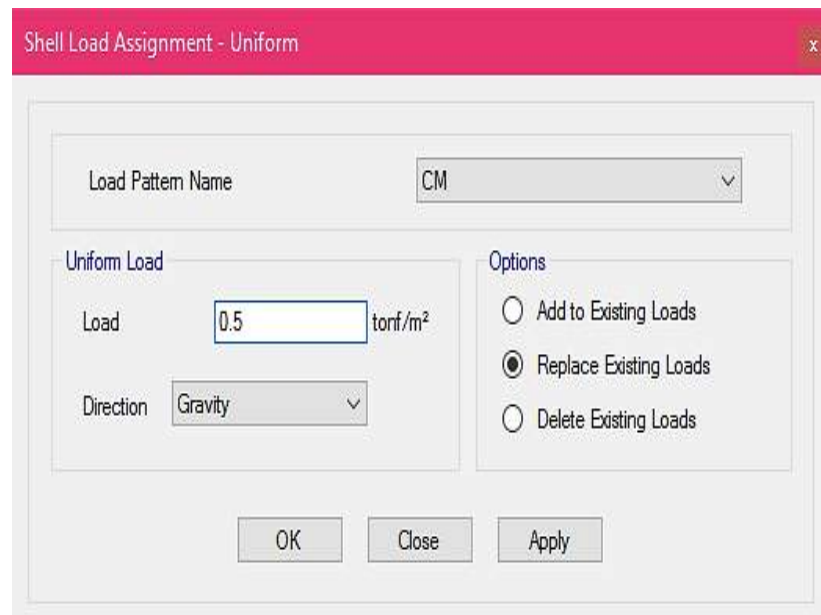


FIGURA N° 49: Asignación de patrones de cargas en el modelo.

Para establecer los patrones de carga, se deben tener en cuenta los siguientes:

- 1 patrón de carga muerta (CM).
- 1 patrón de carga viva (CV).



Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: CM

Uniform Load

Load: 0.5 tonf/m²

Direction: Gravity

Options

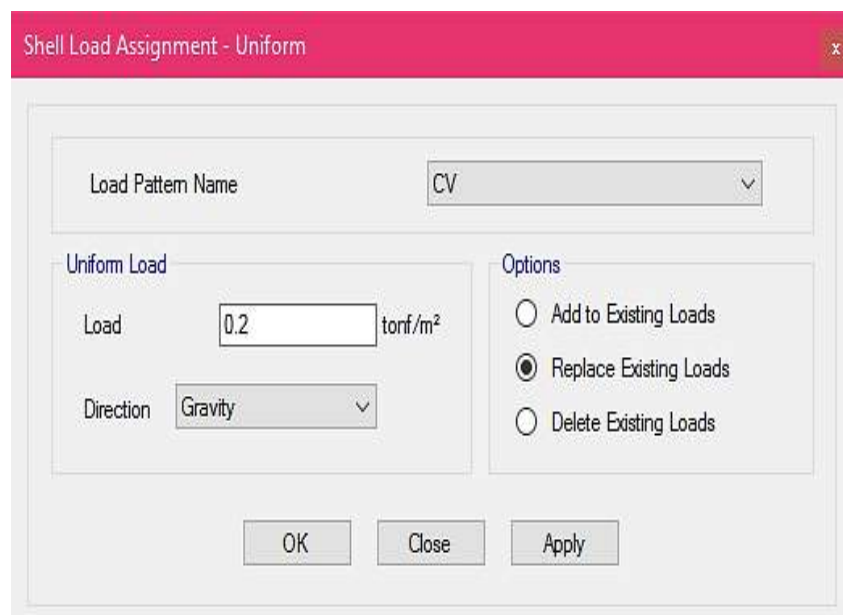
Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Close Apply

FIGURA N° 50: Asignación de carga muerta (CM).



Shell Load Assignment - Uniform

Load Pattern Name: CV

Uniform Load

Load: 0.2 tonf/m²

Direction: Gravity

Options

Add to Existing Loads

Replace Existing Loads

Delete Existing Loads

OK Close Apply

FIGURA N° 51: Asignación de carga viva (CV).

Asignación de Cargas Laterales para ello rigidizamos la estructura y ubicamos el centro de masa por cada nivel, se comprobarán los desplazamientos relativos de entrepiso así como los desplazamientos máximos por niveles.

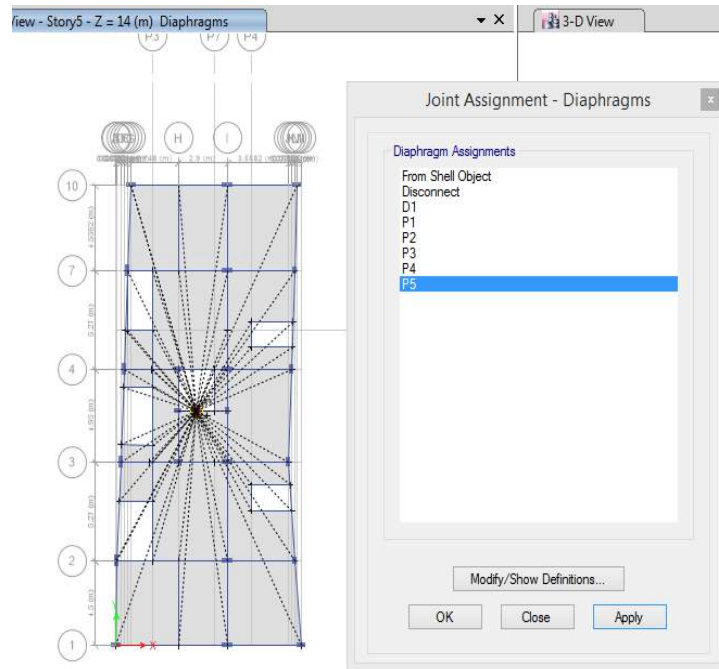


FIGURA N° 52: Rigidización y centro de masa por piso de la estructura.

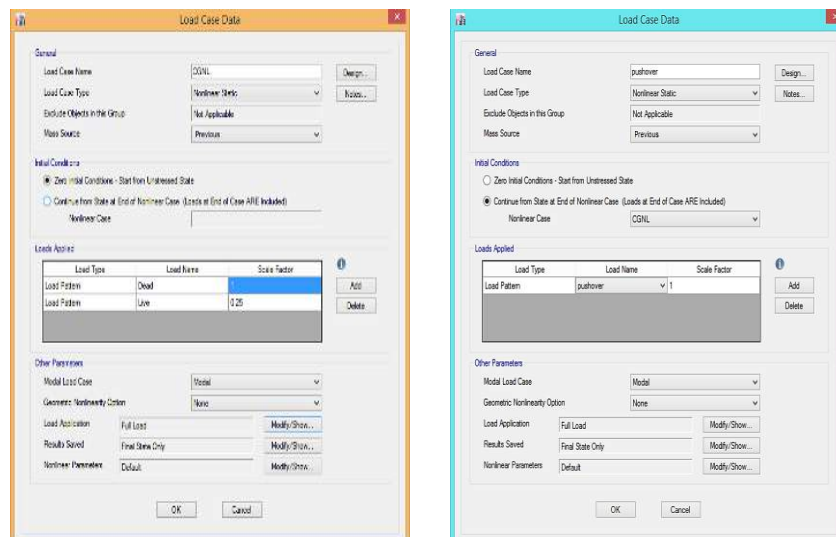


FIGURA N° 53: Casos de cargas CGNL (carga gravitacional no lineal) - pushover.

Asignación de rotulas en los elementos estructurales. Como vigas y columnas con valores de rigideces efectivas. El dominio de tomar estas determinaciones para el analisis no lineal se presentó en el marco referencial de la presente investigación.

FIGURA N° 54: Asignación de rotulas en las vigas en el modelo de edificación.

FIGURA N° 55: Asignación de rotulas en las columnas en el modelo de edificación.

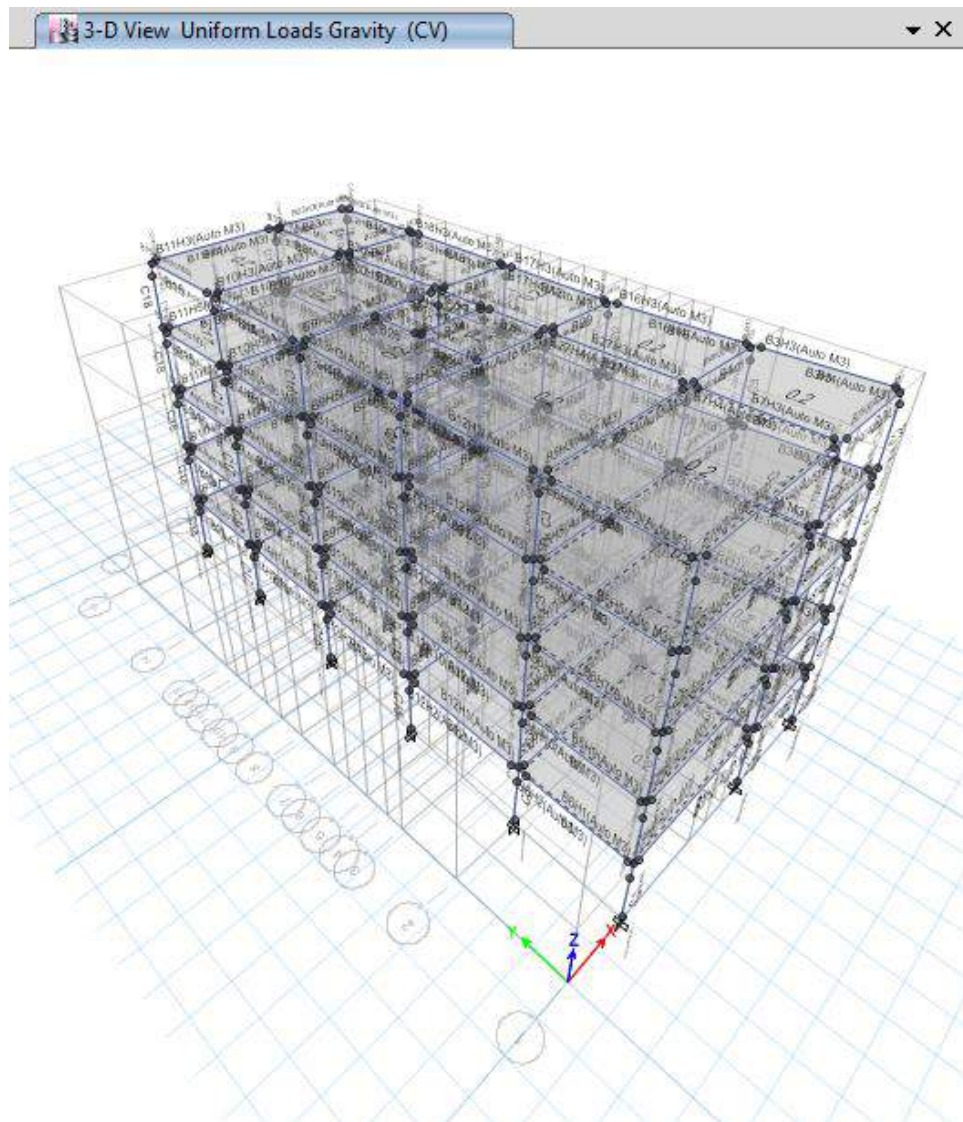


FIGURA N° 56: Modelo con rotulas plásticas generado por análisis Pushover en la edificación.

Por otro lado, se calcularon los siguientes indicadores de desempeño: Pesos sísmicos

$$P_s = 325.1 \text{ tonf}$$

$$\text{Factor de Escala } F_e = 0.181$$

$$\text{Cortante estática } V_e = P_s \times F_e = 58.84 \text{ tonf}$$

$$\text{Cortante dinámica } V_d = V_e \times 0.9 = 52.956$$

3.3 Determinar el punto de performance o comportamiento después del sismo buscado para la edificación.

TABLA N° 9: Nivel de Desempeño de la edificación.

Nivel de desempeño	Límite de desplazamiento
Operaciones	10.4
Funcional	16.14
Seguridad de vida	26.8
Pre-colapso	34.5
Colapso	45.4

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 9 se puede observar el desplazamiento máximo que alcanza la estructura debido al análisis estático no lineal, es de 45.4 cm. Presentando un desplazamiento elástico de 10. cm, menor que el desplazamiento inelástico de 26.8 cm que tiene la estructura. Es por ello que la estructura frente a cargas sísmicas tendrá el 59.03%, basado en la razón (26.8/45.4) del comportamiento inelástico.

El desempeño de la estructura que está en función del desplazamiento que alcanza la estructura se encuentra entre el nivel de desempeño Funcional y seguridad de vida. Debido a que el punto de desempeño tiene un desplazamiento de 9.7 cm.

De la misma forma, se espera que la estructura tenga un comportamiento inelástico cuando supere los 10.4 cm de desplazamiento. Obteniendo como ductilidad total del sistema de 2.3. La cual se considera como demanda de ductilidad moderada referenciado por el ATC – 40.

3.4 Determinar el desempeño sísmico de un edificio multifamiliar con 5 niveles en Shancayán – Huaraz.

TABLA N° 10: *Parámetros sísmicos de la edificación.*

Evaluaciones	N°	Condiciones		%	
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple
Parámetros sísmicos	10	5	5	500%	500%
Parámetros estructurales	9	8	1	88.9%	11.1%
Cargas	9	6	3	66.6%	44.44
Dimensiones de elementos estructurales	2	2	0	100.0%	0.0%
Irregularidades estructurales	10	8	2	80.0%	20.0%
Total	40	29	11	72.5%	27.5%

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 10 se puede observar que, se realizaron 40 evaluaciones, de los cuales un 72.5% (29) están cumpliendo con los parámetros establecidos en el RNE (Reglamento Nacional de edificaciones), según E-020, E-030 y E-060, pero solo el 27.5% (11) no cumplen con fichas especificaciones.

Por otro lado, la evaluación de los parámetros fueron el sísmico, estructurales, cargas dimensiones de los elementos estructurales y también se observó las irregularidades estructurales.

También se tuvo en cuenta la existencia de actualizaciones en el diseño de la norma sismo-resistente, lo cual genera cambios y el resultado fue un coeficiente cortante basal de un 15.80 %.

TABLA N° 11: *Parámetros sísmicos de la edificación.*

Ductilidad		Porcentaje	
Elemento	Mu	Simple	Acumulado
Viga 101	6.40	13.16%	13.16%
Viga 102 a 107 A-A	6.90	14.19%	27.35%
Viga 102 a 107 B-B	5.45	11.21%	38.56%
Viga 108 - V 109 A-A	11.95	24.57%	63.13%
Viga 108 - V 109 B-B	7.98	16.41%	79.54%
Viga 108 - V 109 C-C	9.95	20.46%	100.00%
Total	48.63	100.00%	-

Fuente: Elaboración propia.

En la TABLA N° 11 se puede observar que los resultados de la Ductilidad de las secciones que fueron analizadas, generando un total de 48.63 de Ductilidad. Por otro lado, la sección que tuvo un mayor porcentaje de Ductilidad fue la Viga 108 - V 109 A-A, el cual representa el 25% de la Ductilidad y como función acumulada, un 63.13% como valor acumulado.

En líneas generales, la estructura cuenta con Ductilidad adecuada, Por lo que se puede establecer por ATC-40 y FEMA.



FIGURA N° 57: Curva de capacidad de la estructura.

En la figura 58, se puede observar que la curva de capacidad corresponde a un desplazamiento máximo de 15.80 cm con una cortante de 171.11 tonf.

De la misma forma, en el análisis no lineal se realizó la verificación del diseño de los elementos estructurales, los cuales se puede observar que presentan una falla de sobre-resistencia de la misma forma tienen la falla que relaciona a la demanda de capacidad de los elementos en la cual se verificó que en su mayoría son superiores a la unidad.

Por otro lado, se tuvo en cuenta algunas complicaciones en el momento del diseño de, por lo que produjo 40 evaluaciones de análisis, de la misma manera en que fueron generados mayormente en las columnas.



FIGURA N° 58: Curva de capacidad de la estructura.



FIGURA N° 59: Representación del punto de desempeño - FEMA 440.

En la figura 59 se observa que la representación del punto de desempeño corresponde según FEMA 440 a 7.5cm con una fuerza de 0.33 g

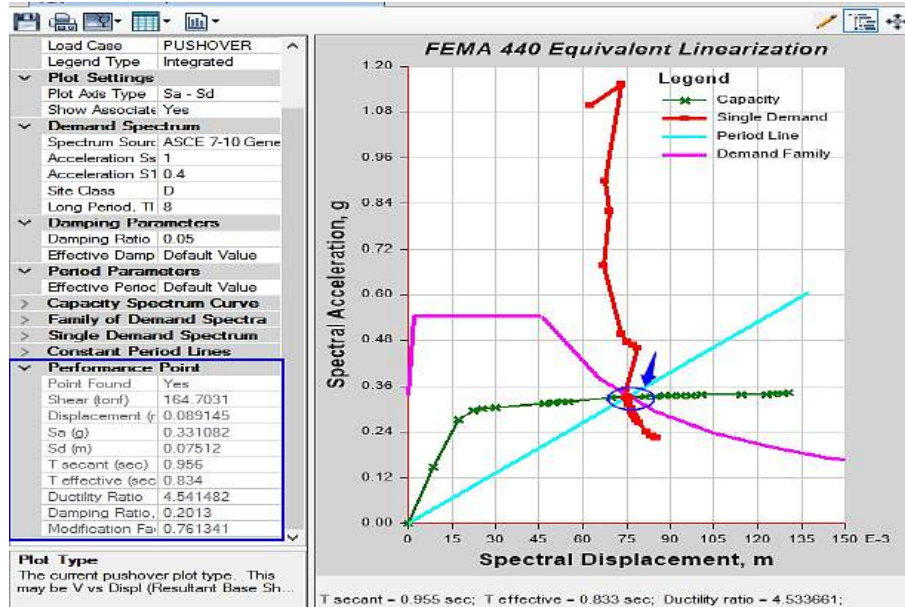


FIGURA N° 60: Características del punto de desempeño - FEMA 440.

En la figura N° 60 se observa que el punto de desempeño de la estructura se encuentra con una carga aplicada de 164.70 ton cuando se desplaza una distancia de 8.9 cm en un sentido horizontal, en dicho punto se encuentra un periodo efectivo de 0.83seg con una aceleración de espectro de demanda de 0.33g y un espectro de diseño de 7.5 cm

TABLA N° 12: Cortantes basales por piso en la edificación.

Cortante basal de los pisos	Elevación	Xe-Dir	Ye-Dir	Xd-Dir	Yd-Dir
5	11.20	0.00	0.00	0.00	0.00
4	8.40	6.12	9.77	6.65	8.89
3	5.60	18.34	28.24	30.10	29.10
2	2.80	31.60	52.50	51.30	50.10
1	0.00	35.20	59.50	57.40	50.40

Fuente: Elaboración propia.

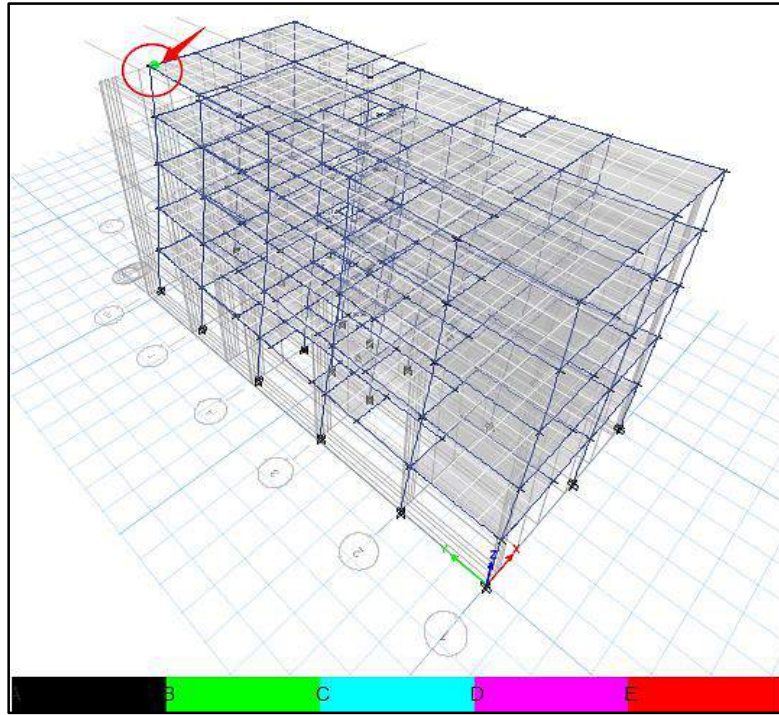


FIGURA N° 61: Primer Paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la estructura.

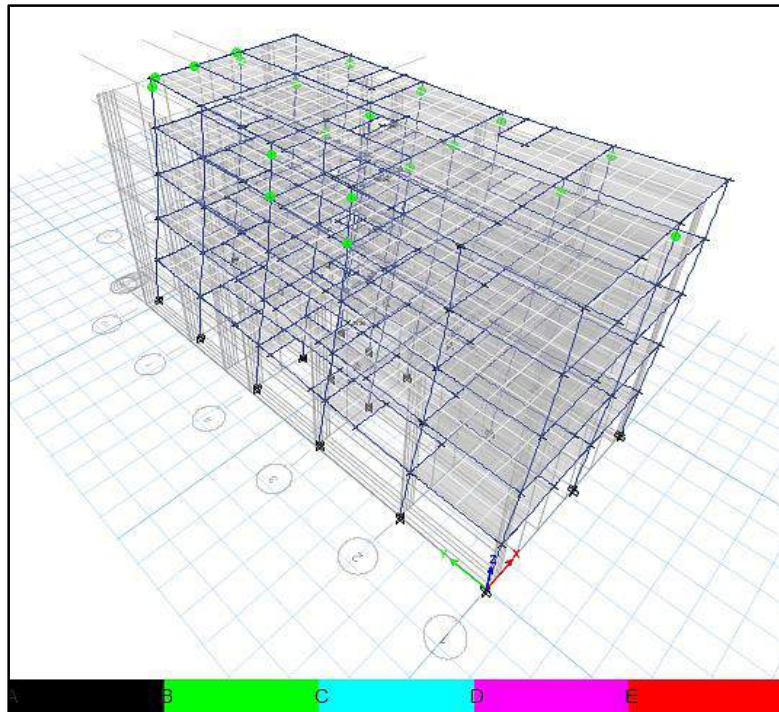


FIGURA N° 62: Segundo paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.

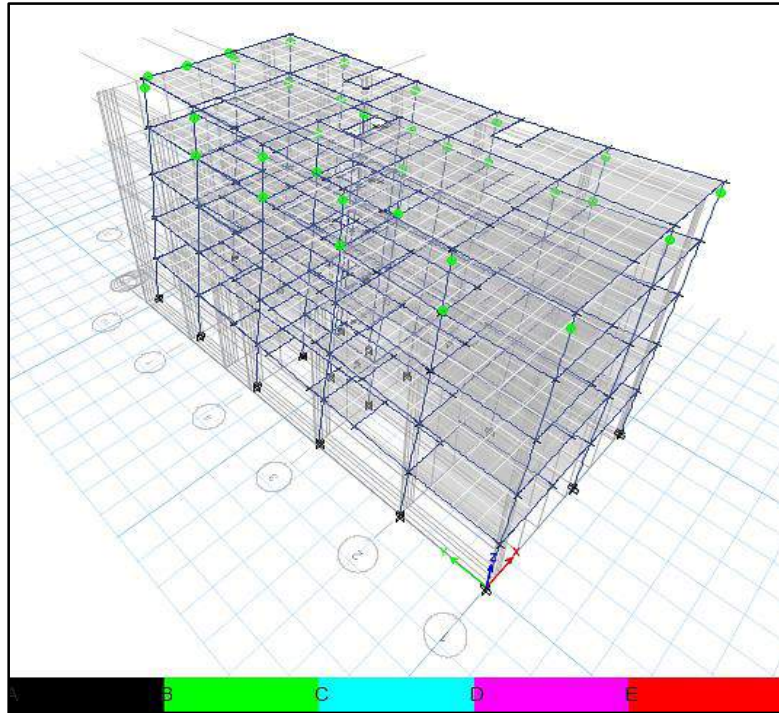


FIGURA N° 63: Tercer paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.

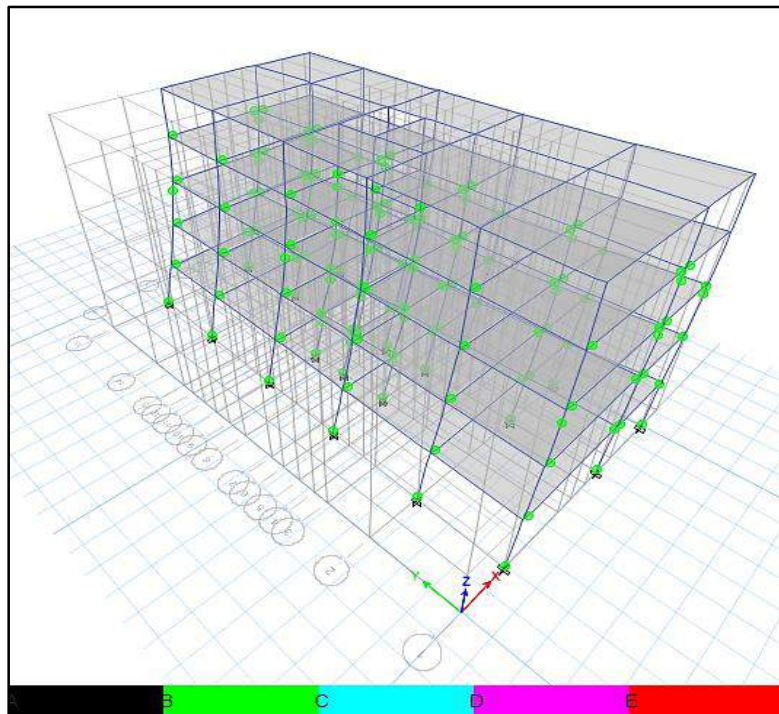


FIGURA N° 64: Décimo tercer paso de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.

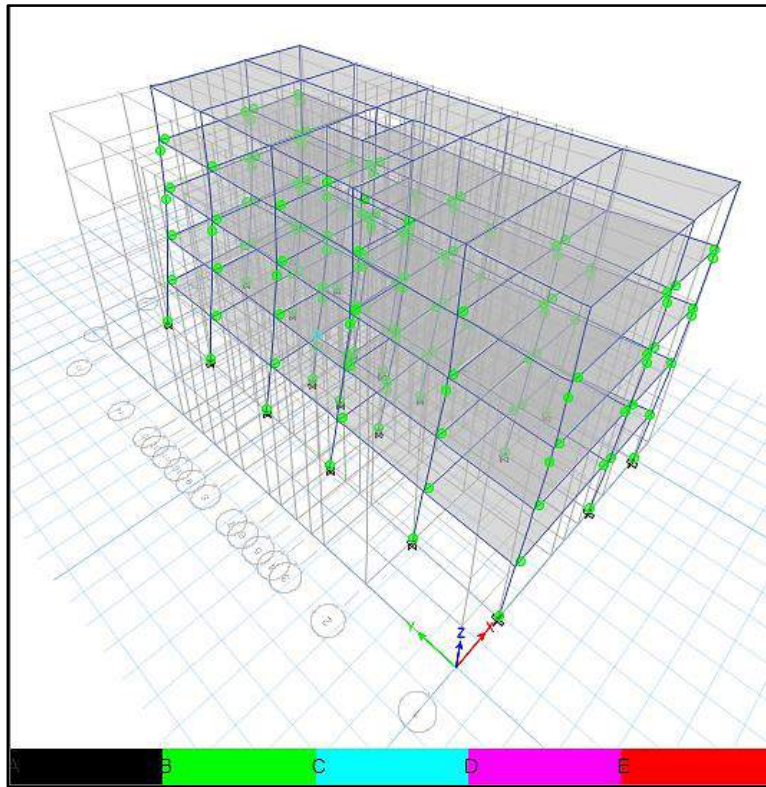


FIGURA N° 65: Vigésimo sexto de generación de rotulas plásticas en el modelamiento de la edificación.

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-I0	I0-LS	LS-CP	>CP	Total
0	-9.18284...	0	530	0	0	0	0	530	0	0	0	530
1	0.01080...	69.7718...	528	2	0	0	0	530	0	0	0	530
2	0.02132...	127.567...	478	52	0	0	0	530	0	0	0	530
3	0.02662...	140.373...	452	78	0	0	0	529	0	0	1	530
4	0.03005...	144.513...	433	97	0	0	0	529	0	0	1	530
5	0.03534...	147.944...	421	109	0	0	0	529	0	0	1	530
6	0.05471...	155.777...	409	121	0	0	0	515	6	0	9	530
7	0.05865...	156.816...	409	121	0	0	0	513	6	0	11	530
8	0.06232...	158.317...	407	123	0	0	0	506	13	0	11	530
9	0.06492...	158.898...	405	125	0	0	0	504	15	0	11	530
10	0.08269...	163.670...	384	146	0	0	0	488	27	0	15	530
11	0.08896...	164.686...	377	153	0	0	0	473	42	0	15	530
12	0.09660...	165.398...	376	154	0	0	0	462	53	0	15	530

FIGURA N° 66: Valores de fuerzas cortantes y desplazamientos de las rotulas.

Step	Monitored Displ m	Base Force tonf	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
14	0.104774	166.7853	371	159	0	0	0	444	69	0	17	530
15	0.108136	167.0668	368	162	0	0	0	444	69	0	17	530
16	0.111192	167.5012	367	163	0	0	0	442	71	0	17	530
17	0.115764	167.7326	364	166	0	0	0	440	73	0	17	530
18	0.120138	168.4004	362	168	0	0	0	440	72	0	18	530
19	0.136469	169.1371	359	171	0	0	0	439	72	0	19	530
20	0.145801	169.848	359	171	0	0	0	430	79	0	21	530
21	0.148134	170.2291	358	172	0	0	0	430	79	0	21	530
22	0.1528	170.6731	358	172	0	0	0	430	79	0	21	530
23	0.155133	171.1117	358	171	1	0	0	427	79	0	24	530
24	0.155133	171.1117	358	171	1	0	0	427	79	0	24	530
25	0.155138	171.1133	358	171	1	0	0	427	79	0	24	530
26	0.155138	171.1145	358	171	1	0	0	427	79	0	24	530

FIGURA N° 67: Valores de fuerzas cortantes y desplazamientos de las rotulas.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

- En base al modelamiento estructural de la edificación induciendo rotulas plásticas y las características propias de materia y sección de los elementos estructurales, se obtuvieron las alturas entre piso, (2.80 m, debido a que las distancias son iguales) con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm², la fluencia del acero fue de 4.200kg/cm², la carga muerta fue de 0.5tn/m², la carga viva fue de 0.2tn/m². Además, se consideró un factor de zonificación del 0.35, coeficiente de uso de 1.00, parámetro de suelo (S2 –Z3) de 1.15, el factor de amplificación sísmica fue de C=2.50 y el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas R=7.20. De la misma forma, las características de propiedades de la edificación se muestran con el modelamiento en el software ETABS.
- Se realizó el análisis sísmico estático no-lineal que contemple la variabilidad del material en el tiempo, Pushover en el software ETABS 2016, los cuales mostraron que al asignar un patrón de cargas adicionando un caso de carga inicial de CGNL para la primera etapa del pushover, en donde se obtuvo un gráfico tipo parábola invertida con un punto inicial de 150 con el periodo cero hasta una cota de cero en periodo superiores. Este análisis sísmico determina que la dirección más vulnerable ante una determinada ocurrencia sísmica es la dirección Y. La cortante basal en esta dirección es del 59.5 tonf, en X fue de 35.2tonf.

En cuanto a la cortante estática (V_e) calculada fue de 58.84 tonf y la cortante dinámica fue de 18.1% de la V_e . Por lo que, según el procedimiento, se tuvo que calcular el factor de escala para ajustar las cortantes del modelo para determinar la cortante de diseño $V_d = 52.956$ tonf. Dichas cortantes son determinantes para el cálculo de la fuerza monotónica que es la que empuja lateralmente a la edificación (del análisis Pushover)

La participación de la masa en los modos de vibración en ambas direcciones es similar en porcentajes de participación.

La estructura tendrá un desempeño funcional cuando se someta a la demanda sísmica del tipo frecuentes u ocasionales cuyas aceleraciones son de 0.20g y

0.25g respectivamente, en los 2 casos la estructura tendrá un comportamiento elástico y los desplazamientos máximos serán de 9.30 cm.

El mecanismo de colapso de la estructura resultante según el análisis *Pushover* está dado por 6 pasos en la dirección X y 5 pasos en la dirección Y. La formulación de rótulas plásticas se inicia en las columnas y luego en las vigas, lo cual indica que la estructura no cumple con el criterio de viga débil y columna fuerte.

- Se determinó el punto de performance o comportamiento después del sismo analizado para la edificación.
- El desempeño sísmico de la edificación multifamiliar con 5 niveles en Shancayán Huaraz, para lo cual se analizaron 10 parámetros sísmicos, de los cuales el 40% no cumplió las condiciones, en los parámetros estructurales, el 100% cumplió, en las cargas el 55.6% cumplió, en las dimensiones de elementos estructurales el 100% cumplió, en las irregularidades estructurales el 80% cumplió y en general de todas las especificaciones mostradas, el 70% cumplió con el requerimiento mostrado.

V. CONCLUSIONES

- En primer lugar, se debe tomar en cuenta que la edificación si cumple con el control de las distorsiones y la participación modal de la masa, con lo que dispone la norma E.030 de diseño sismo-resistente para la condición de edificación básica o esencial.
- Los elementos estructurales del edificio tales como columnas y vigas al exceder su límite elástico, presentan una incursión importante en el rango inelástico sin reducir su capacidad de resistir, lo cual evita las fallas dúctiles en los elementos de dicha estructura.

Para evaluar el comportamiento sísmico de la estructura se utilizó el espectro sísmico con los parámetros considerados bajo el criterio de los estudios realizados por investigadores pues la norma sismorresistente E.030 no define la forma de obtener espectros de respuestas según los niveles de peligro sísmico (frecuente, ocasional, raro y muy raro).

- El nivel de desempeño sísmico alcanzado por la vivienda de 5 niveles ubicado en Shancayán – Huaraz nos proporciona los parámetros máximos de cargas y desplazamiento de 171.11 ton y un desplazamiento de 15.80cm. Que es adecuado para la estructura. La estructura alcanzo su punto de desempeño generado por una carga de 164.70 ton y un desplazamiento de 8.90cm con un periodo efectivo de 0.83 segundos y con una relación de amortiguamiento de 0.20. La ductilidad de desplazamiento de la estructura que se obtuvo de la estructura es de $\mu = 4.54$ en el punto de desempeño de la estructura.

El objetivo primordial del diseñador por desempeño no se centra solamente en poder pronosticar si la estructura colapsa o no sino es en brindar al diseñador y al propietario los límites aceptables para cada nivel de peligro sísmico, de esta manera asegurar primero la protección de la vida de las personas y luego poder controlar de más precisa las posibles pérdidas económicas ante sismos severos.

VI. RECOMENDACIONES

- Aunque de acuerdo a lo obtenido en el análisis no es necesario realizar un nuevo diseño estructural, se recomienda evaluar el modelo con algunas variaciones en las secciones de los elementos a fin de obtener un mejor diseño.
- Se recomienda con las investigaciones del desempeño de estructuras realizar estudios para diferentes zonas y/o características.
- Se debe buscar una estructuración con los elementos de columnas fuertes y vigas débiles, con el fin de facilitar la formación de rotulas plásticas en las vigas al superar la resistencia suministrada a la estructura.
- Efectuar los análisis para edificaciones de concreto armado conformadas por losas aligeradas que es un sistema estructural empleado con notable presencia en los barrios de la ciudad de Huaraz, con el fin de comparar los resultados obtenidos con los presentados en este trabajo. Así como también para mampostería, que es una tipología estructural parcial del barrio de José Olaya.
- Se recomienda realizar la estructuración de manera que la edificación presente simetría y no exceda en lo permitido el centro de masa y centro de rigidez de la estructura.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, R. (2001). *Evaluación del daño en edificios y desempeño sísmico programa de ordenador CEINCI3*. Ecuador: Centro internacional de Metodos numericos en ingeniería.
- Aguiar, R. (2003). *Análisis sistema por desempeño*. Valle de los chillos, Ecuador: Centro de investigaciones científicas, Escuela politecnico del ejército.
- Aguiar, R. (2008). *Análisis sísmico de edificios*. Quito, Ecuador: Centro de Investigaciones Cientificas, Escuela Politécnica del Ejército.
- Aguilar, Z. (18 de Enero de 2016). *Research Gate*. Recuperado el 29 de Mayo de 2017, de https://www.researchgate.net/publication/237684107_ANALISIS_DE_PELIGRO_SISMICO_Y_ESTIMADO_DEL_MOVIMIENTO_SISMICO_DE_DISENO
- Alemán, L. X., & Naranjo, L. F. (2011). *Diseño por desempeño de elementos estructurales de hormigón armado mediante los codigos fema, utilizando etabs*. (Tesis de Pregrado), Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí - Ecuador.
- Allauca, L. Y., & Takuma, O. (2006). *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Bolaños, A., & Monroy, O. (2004). *Espectro de peligro sísmico uniforme*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Peru.
- Bonett, R. L. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación entornos urbanos en zonas de anenaza alta y moderada*. (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona - España.
- Borda, L. M., & Pastor, A. E. (2007). *Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.
- Burgos, M. (2007). *Estudio de la metodología "Diseño por capacidad" en edificaciones aporticadas de concreto armado para ser incorporada a la norma peruana E-060 como alternativa de diseño*. (Tesis de Maestria), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú.
- Delgadillo, J. E. (2005). *Análisis no lineal estático de estructuras y la norma E-030*. (Tesis de Maestria), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú.
- Flores, G. C. (2018). *Desempeño sísmico de un edificio de concreto armado ubicado en el jirón Manuel Ruíz manzana 32 Lote 10 - 10a - 1a, distrito de Chimbote - 2018*. (Tesis de Pregrado), Universidad Cesar Vallejo, Chimbote - Perú.
- Jurado, C., & Mendoza, M. (2012). *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de 5 pisos diseñado con el reglamento nacional de edificaciones pero aceptando una deriva maxima de 1%*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú.

- M. V., C. S. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima - Peru: Megabyte.
- Navarro, C. E., & Fernández, J. Á. (2006). *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones*. (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima Perú.
- Oviedo, R. (18 de Junio de 2015). *Prezy*. (O. I. Trabajo, Ed.) Recuperado el 27 de Mayo de 2017, de <https://prezi.com/zm89wnklwmp0/aepushover-marco-conceptual/>
- Santana, R. D. (2012). *Diseño sísmico por desempeño de estructuras de albañilería confinada*. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú.
- Sinisterra, H. (2017). *Determinación del desempeño sísmico para edificios en pórticos de concreto reforzado diseñados bajo la norma de diseño resistente C.C.R.84*. (Tesis de Maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Cali - Colombia.
- Vergara, A. A., & Zevallos, M. C. (2014). *Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La libertad*. (Tesis de Pregrado), Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo - Perú.

VIII. AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a la Universidad San Pedro por haberme aceptado ser parte de ella y haber abierto puertas de su seno científico para poder estudiar y culminar mi carrera profesional, así como a los diferentes docentes de cada área por su apoyo.

Agradezco también a mi asesor de Tesis, el Ing. Castañeda Gamboa Rogelio, por haberme brindado la oportunidad de guiarme durante el desarrollo de la tesis.

Para finalizar, agradezco a mis queridos padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, también a mi familia en general por el apoyo brindado, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Gracias.

IX. ANEXOS Y APENDICE.

Anexo 01: Datos de estructura: La tabla siguiente proporciona información sobre la geometría del modelo, incluidos elementos como niveles de piso, coordenadas de puntos y conectividad de elementos.

Table 1.1 - Story Data

Name	Height mm	Elevation mm	Master Story	Similar To	Splice Story
Story5	2800	14000	Yes	None	No
Story4	2800	11200	No	Story5	No
Story3	2800	8400	No	Story5	No
Story2	2800	5600	No	Story5	No
Story1	2800	2800	No	Story5	No
Base	0	0	No	None	No

Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Cargas: En la siguientes tablas se hizo un reporte de las información proporcionada de las cargas (patrones y casos) aplicadas al modelo,

Patrones de Carga

Table 2.1 - Load Patterns

Name	Type	Self Weight Multiplier
CM	Dead	1
CV	Live	0
SCM	Superimposed Dead	0
CVT	Live	0
PUSHOVER	Other	0

Fuente: Elaboración propia

Casos de Carga.

Table 2.2 - Load Cases - Summary

Name	Type
Dead	Linear Static
Live	Linear Static
SCM	Linear Static
CVT	Linear Static
PUSHOVER	Nonlinear Static
CGNL	Nonlinear Static

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Resultados de análisis: En las siguientes tablas se proporciona los resultados del análisis de la estructura.

3.1. Resultados de la estructura.

Table 3.1 - Base Reactions

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
Dead	0	0	316.2549	3850.9239	-2555.65	0	0	0	0
Live	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SCM	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CVT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PUSHOVER Max	0	0	347.8804	4236.0163	-2811.215	2143.2092	0	0	0
PUSHOVER Min	-171.1145	0	347.8804	4236.0163	-4567.9906	0	0	0	0
CGNL Max	0	0	347.8804	4236.0163	-2811.215	0	0	0	0
CGNL Min	0	0	347.8804	4236.0163	-2811.215	0	0	0	0
DCon1	0	0	442.7569	5391.2934	-3577.91	0	0	0	0
DCon2	0	0	379.5059	4621.1087	-3066.78	0	0	0	0
Comb1	0	0	442.7569	5391.2934	-3577.91	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Table 3.2 - Centers of Mass and Rigidity

Story	Diaphragm	Mass X kg	Mass Y kg	XCM m	YCM m	Cumulative X kg	Cumulative Y kg	XCCM m	YCCM m
Story1	P1	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696
Story2	P2	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696
Story3	P3	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696
Story4	P4	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696	118676.66	118676.66	8.0804	12.1696
Story5	p5	98829.79	98829.79	8.0732	12.1482	98829.79	98829.79	8.0732	12.1482

Fuente: Elaboración propia

Table 3.3 - Diaphragm Center of Mass Displacements

Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX mm	UY mm	RZ rad	Point	X m	Y m	Z m
Story5	p5	Dead	-0.076	-0.005	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	Live	0	0	0	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	SCM	0	0	0	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	CVT	0	0	0	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	PUSHOVER Max	154.205	-0.006	7.7E-05	2	8.0732	12.1482	14

Story5	p5	PUSHOVER Min	-0.084	-1.933	-0.000173	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	CGNL Max	-0.084	-0.006	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	CGNL Min	-0.084	-0.006	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	DCon1	-0.107	-0.008	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	DCon2	-0.092	-0.006	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story5	p5	Comb1	-0.107	-0.008	-1E-06	2	8.0732	12.1482	14
Story4	P4	Dead	-0.056	-0.004	-4.139E-07	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	Live	0	0	0	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	SCM	0	0	0	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	CVT	0	0	0	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	PUSHOVER Max	149.144	-0.004	7.9E-05	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	PUSHOVER Min	-0.061	-1.876	-0.000167	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	CGNL Max	-0.061	-0.004	-4.553E-07	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	CGNL Min	-0.061	-0.004	-4.553E-07	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	DCon1	-0.078	-0.005	-1E-06	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	DCon2	-0.067	-0.004	-4.967E-07	4	8.0804	12.1696	11.2
Story4	P4	Comb1	-0.078	-0.005	-1E-06	4	8.0804	12.1696	11.2
Story3	P3	Dead	-0.038	-0.003	-2.383E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	Live	0	0	0	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	SCM	0	0	0	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	CVT	0	0	0	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	PUSHOVER Max	134.21	-0.003	7.1E-05	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	PUSHOVER Min	-0.042	-1.696	-0.000149	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	CGNL Max	-0.042	-0.003	-2.621E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	CGNL Min	-0.042	-0.003	-2.621E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	DCon1	-0.054	-0.004	-3.336E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	DCon2	-0.046	-0.003	-2.86E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story3	P3	Comb1	-0.054	-0.004	-3.336E-07	24	8.0804	12.1696	8.4
Story2	P2	Dead	-0.022	-0.002	-1.019E-07	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	Live	0	0	0	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	SCM	0	0	0	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	CVT	0	0	0	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	PUSHOVER Max	96.59	-0.002	4.3E-05	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	PUSHOVER Min	-0.024	-1.205	-0.000117	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	CGNL Max	-0.024	-0.002	-1.121E-07	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	CGNL Min	-0.024	-0.002	-1.121E-07	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	DCon1	-0.031	-0.002	-1.427E-07	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	DCon2	-0.026	-0.002	-1.223E-07	26	8.0804	12.1696	5.6
Story2	P2	Comb1	-0.031	-0.002	-1.427E-07	26	8.0804	12.1696	5.6

Story1	P1	Dead	-0.007	-0.001	-2.211E-08	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	Live	0	0	0	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	SCM	0	0	0	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	CVT	0	0	0	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	PUSHOVER Max	47.724	-0.001	9E-06	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	PUSHOVER Min	-0.008	-0.585	-7E-05	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	CGNL Max	-0.008	-0.001	-2.432E-08	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	CGNL Min	-0.008	-0.001	-2.432E-08	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	DCon1	-0.01	-0.001	-3.095E-08	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	DCon2	-0.008	-0.001	-2.653E-08	28	8.0804	12.1696	2.8
Story1	P1	Comb1	-0.01	-0.001	-3.095E-08	28	8.0804	12.1696	2.8

Fuente: Elaboración propia

3.2. Resultados de la historia.

Table 3.4 - Story Max/Avg Displacements

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum mm	Average mm	Ratio
Story5	Dead	X	0.083	0.076	1.093
Story4	Dead	X	0.061	0.056	1.091
Story3	Dead	X	0.041	0.038	1.077
Story2	Dead	X	0.023	0.022	1.057
Story1	Dead	X	0.007	0.007	1.039
Story5	PUSHOVER Max	X	155.138	154.195	1.006
Story4	PUSHOVER Max	X	150.109	149.135	1.007
Story3	PUSHOVER Max	X	135.077	134.202	1.007
Story2	PUSHOVER Max	X	97.114	96.586	1.005
Story1	PUSHOVER Max	X	47.835	47.723	1.002
Story5	PUSHOVER Min	Y	2.354	1.986	1.185
Story4	PUSHOVER Min	Y	2.31	1.931	1.196
Story3	PUSHOVER Min	Y	2.087	1.754	1.19
Story2	PUSHOVER Min	Y	1.441	1.253	1.15
Story1	PUSHOVER Min	Y	0.635	0.604	1.052
Story5	CGNL Max	X	0.092	0.084	1.093
Story4	CGNL Max	X	0.067	0.061	1.091
Story3	CGNL Max	X	0.045	0.042	1.077
Story2	CGNL Max	X	0.025	0.024	1.057
Story1	CGNL Max	X	0.008	0.008	1.039
Story5	CGNL Min	X	0.092	0.084	1.093
Story4	CGNL Min	X	0.067	0.061	1.091

Story3	CGNL Min	X	0.045	0.042	1.077
Story2	CGNL Min	X	0.025	0.024	1.057
Story1	CGNL Min	X	0.008	0.008	1.039
Story5	DCon1	X	0.117	0.107	1.093
Story4	DCon1	X	0.085	0.078	1.091
Story3	DCon1	X	0.058	0.054	1.077
Story2	DCon1	X	0.032	0.031	1.057
Story1	DCon1	X	0.01	0.01	1.039
Story5	DCon2	X	0.1	0.092	1.093
Story4	DCon2	X	0.073	0.067	1.091
Story3	DCon2	X	0.049	0.046	1.077
Story2	DCon2	X	0.028	0.026	1.057
Story1	DCon2	X	0.009	0.008	1.039
Story5	Comb1	X	0.117	0.107	1.093
Story4	Comb1	X	0.085	0.078	1.091
Story3	Comb1	X	0.058	0.054	1.077
Story2	Comb1	X	0.032	0.031	1.057
Story1	Comb1	X	0.01	0.01	1.039

Fuente: Elaboración propia

Table 3.5 - Story Drifts

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story5	Dead	X	8E-06	2	13.43	0	14
Story5	PUSHOVER Max	X	0.001818	29	13.3105	24.55	14
Story5	PUSHOVER Min	X	9E-06	2	13.43	0	14
Story5	PUSHOVER Min	Y	2.5E-05	2	13.43	0	14
Story5	CGNL Max	X	9E-06	2	13.43	0	14
Story5	CGNL Min	X	9E-06	2	13.43	0	14
Story5	DCon1	X	1.1E-05	2	13.43	0	14
Story5	DCon2	X	1E-05	2	13.43	0	14
Story5	Comb1	X	1.1E-05	2	13.43	0	14
Story4	Dead	X	7E-06	2	13.43	0	11.2
Story4	PUSHOVER Max	X	0.005369	2	13.43	0	11.2
Story4	PUSHOVER Min	Y	8E-05	1	2.6	0	11.2
Story4	CGNL Max	X	8E-06	2	13.43	0	11.2
Story4	CGNL Min	X	8E-06	2	13.43	0	11.2
Story4	DCon1	X	1E-05	2	13.43	0	11.2
Story4	DCon2	X	8E-06	2	13.43	0	11.2
Story4	Comb1	X	1E-05	2	13.43	0	11.2
Story3	Dead	X	6E-06	2	13.43	0	8.4
Story3	PUSHOVER Max	X	0.013558	2	13.43	0	8.4
Story3	PUSHOVER Min	Y	0.000231	1	2.6	0	8.4
Story3	CGNL Max	X	7E-06	2	13.43	0	8.4
Story3	CGNL Min	X	7E-06	2	13.43	0	8.4
Story3	DCon1	X	9E-06	2	13.43	0	8.4

Story3	DCon2	X	8E-06	2	13.43	0	8.4
Story3	Comb1	X	9E-06	2	13.43	0	8.4
Story2	Dead	X	6E-06	2	13.43	0	5.6
Story2	PUSHOVER Max	X	0.017599	2	13.43	0	5.6
Story2	PUSHOVER Min	Y	0.000288	1	2.6	0	5.6
Story2	CGNL Max	X	6E-06	2	13.43	0	5.6
Story2	CGNL Min	X	6E-06	2	13.43	0	5.6
Story2	DCon1	X	8E-06	2	13.43	0	5.6
Story2	DCon2	X	7E-06	2	13.43	0	5.6
Story2	Comb1	X	8E-06	2	13.43	0	5.6
Story1	Dead	X	3E-06	2	13.43	0	2.8
Story1	PUSHOVER Max	X	0.017084	2	13.43	0	2.8
Story1	PUSHOVER Min	Y	0.000227	1	2.6	0	2.8
Story1	CGNL Max	X	3E-06	2	13.43	0	2.8
Story1	CGNL Min	X	3E-06	2	13.43	0	2.8
Story1	DCon1	X	4E-06	2	13.43	0	2.8
Story1	DCon2	X	3E-06	2	13.43	0	2.8
Story1	Comb1	X	4E-06	2	13.43	0	2.8

Fuente: Elaboración propia

Table 3.6 - Story Forces

Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story5	Dead	Top	43.4041	0	0	0	526.5475	-350.0453
Story5	Dead	Bottom	63.251	0	0	0	770.1848	-511.13
Story5	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story5	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story5	SCM	Top	0	0	0	0	0	0
Story5	SCM	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story5	CVT	Top	0	0	0	0	0	0
Story5	CVT	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story5	PUSHOVER Max	Top	47.7445	0	0	714.4031	579.2023	-385.0498
Story5	PUSHOVER Max	Bottom	69.5761	0	0	714.4031	847.2033	-562.243
Story5	PUSHOVER Min	Top	47.7445	-57.0382	0	0	579.2023	-385.0498
Story5	PUSHOVER Min	Bottom	69.5761	-57.0382	0	0	847.2033	-721.9499
Story5	CGNL Max	Top	47.7445	0	0	0	579.2023	-385.0498
Story5	CGNL Max	Bottom	69.5761	0	0	0	847.2033	-562.243
Story5	CGNL Min	Top	47.7445	0	0	0	579.2023	-385.0498
Story5	CGNL Min	Bottom	69.5761	0	0	0	847.2033	-562.243
Story5	DCon1	Top	60.7657	0	0	0	737.1666	-490.0634
Story5	DCon1	Bottom	88.5514	0	0	0	1078.2587	-715.582
Story5	DCon2	Top	52.0849	0	0	0	631.857	-420.0543

Story5	DCon2	Bottom	75.9012	0	0	0	924.2217	-613.356
Story5	Comb1	Top	60.7657	0	0	0	737.1666	-490.0634
Story5	Comb1	Bottom	88.5514	0	0	0	1078.2587	-715.582
Story4	Dead	Top	106.6551	0	0	0	1296.7323	-861.1753
Story4	Dead	Bottom	126.502	0	0	0	1540.3696	-1022.26
Story4	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story4	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story4	SCM	Top	0	0	0	0	0	0
Story4	SCM	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story4	CVT	Top	0	0	0	0	0	0
Story4	CVT	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story4	PUSHOVER Max	Top	117.3206	0	0	1285.9255	1426.4055	-947.2928
Story4	PUSHOVER Max	Bottom	139.1522	0	0	1285.9255	1694.4065	-1124.486
Story4	PUSHOVER Min	Top	117.3206	-102.6687	0	0	1426.4055	-1106.9997
Story4	PUSHOVER Min	Bottom	139.1522	-102.6687	0	0	1694.4065	-1571.6652
Story4	CGNL Max	Top	117.3206	0	0	0	1426.4055	-947.2928
Story4	CGNL Max	Bottom	139.1522	0	0	0	1694.4065	-1124.486
Story4	CGNL Min	Top	117.3206	0	0	0	1426.4055	-947.2928
Story4	CGNL Min	Bottom	139.1522	0	0	0	1694.4065	-1124.486
Story4	DCon1	Top	149.3171	0	0	0	1815.4252	-1205.6454
Story4	DCon1	Bottom	177.1028	0	0	0	2156.5174	-1431.164
Story4	DCon2	Top	127.9861	0	0	0	1556.0788	-1033.4103
Story4	DCon2	Bottom	151.8024	0	0	0	1848.4435	-1226.712
Story4	Comb1	Top	149.3171	0	0	0	1815.4252	-1205.6454
Story4	Comb1	Bottom	177.1028	0	0	0	2156.5174	-1431.164
Story3	Dead	Top	169.9061	0	0	0	2066.9171	-1372.3053
Story3	Dead	Bottom	189.753	0	0	0	2310.5543	-1533.39
Story3	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story3	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story3	SCM	Top	0	0	0	0	0	0
Story3	SCM	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story3	CVT	Top	0	0	0	0	0	0
Story3	CVT	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story3	PUSHOVER Max	Top	186.8967	0	0	1714.5674	2273.6088	-1509.5358
Story3	PUSHOVER Max	Bottom	208.7282	0	0	1714.5674	2541.6098	-1686.729
Story3	PUSHOVER Min	Top	186.8967	-136.8916	0	0	2273.6088	-1956.7151

Story3	PUSHOVER Min	Bottom	208.7282	-136.8916	0	0	2541.6098	-2517.2047
Story3	CGNL Max	Top	186.8967	0	0	0	2273.6088	-1509.5358
Story3	CGNL Max	Bottom	208.7282	0	0	0	2541.6098	-1686.729
Story3	CGNL Min	Top	186.8967	0	0	0	2273.6088	-1509.5358
Story3	CGNL Min	Bottom	208.7282	0	0	0	2541.6098	-1686.729
Story3	DCon1	Top	237.8685	0	0	0	2893.6839	-1921.2274
Story3	DCon1	Bottom	265.6541	0	0	0	3234.7761	-2146.746
Story3	DCon2	Top	203.8873	0	0	0	2480.3005	-1646.7663
Story3	DCon2	Bottom	227.7035	0	0	0	2772.6652	-1840.068
Story3	Comb1	Top	237.8685	0	0	0	2893.6839	-1921.2274
Story3	Comb1	Bottom	265.6541	0	0	0	3234.7761	-2146.746
Story2	Dead	Top	233.1571	0	0	0	2837.1019	-1883.4353
Story2	Dead	Bottom	253.0039	0	0	0	3080.7391	-2044.52
Story2	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story2	SCM	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	SCM	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story2	CVT	Top	0	0	0	0	0	0
Story2	CVT	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story2	PUSHOVER Max	Top	256.4728	0	0	2000.3286	3120.8121	-2071.7788
Story2	PUSHOVER Max	Bottom	278.3043	0	0	2000.3286	3388.813	-2248.972
Story2	PUSHOVER Min	Top	256.4728	-159.7069	0	0	3120.8121	-2902.2545
Story2	PUSHOVER Min	Bottom	278.3043	-159.7069	0	0	3388.813	-3526.627
Story2	CGNL Max	Top	256.4728	0	0	0	3120.8121	-2071.7788
Story2	CGNL Max	Bottom	278.3043	0	0	0	3388.813	-2248.972
Story2	CGNL Min	Top	256.4728	0	0	0	3120.8121	-2071.7788
Story2	CGNL Min	Bottom	278.3043	0	0	0	3388.813	-2248.972
Story2	DCon1	Top	326.4199	0	0	0	3971.9426	-2636.8094
Story2	DCon1	Bottom	354.2055	0	0	0	4313.0347	-2862.328
Story2	DCon2	Top	279.7885	0	0	0	3404.5222	-2260.1223
Story2	DCon2	Bottom	303.6047	0	0	0	3696.8869	-2453.424
Story2	Comb1	Top	326.4199	0	0	0	3971.9426	-2636.8094
Story2	Comb1	Bottom	354.2055	0	0	0	4313.0347	-2862.328
Story1	Dead	Top	296.408	0	0	0	3607.2866	-2394.5653
Story1	Dead	Bottom	316.2549	0	0	0	3850.9239	-2555.65
Story1	Live	Top	0	0	0	0	0	0
Story1	Live	Bottom	0	0	0	0	0	0

Story1	SCM	Top	0	0	0	0	0	0
Story1	SCM	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story1	CVT	Top	0	0	0	0	0	0
Story1	CVT	Bottom	0	0	0	0	0	0
Story1	PUSHOVER Max	Top	326.0488	0	0	2143.2092	3968.0153	-2634.0218
Story1	PUSHOVER Max	Bottom	347.8804	0	0	2143.2092	4236.0163	-2811.215
Story1	PUSHOVER Min	Top	326.0488	-171.1145	0	0	3968.0153	-3911.6768
Story1	PUSHOVER Min	Bottom	347.8804	-171.1145	0	0	4236.0163	-4567.9906
Story1	CGNL Max	Top	326.0488	0	0	0	3968.0153	-2634.0218
Story1	CGNL Max	Bottom	347.8804	0	0	0	4236.0163	-2811.215
Story1	CGNL Min	Top	326.0488	0	0	0	3968.0153	-2634.0218
Story1	CGNL Min	Bottom	347.8804	0	0	0	4236.0163	-2811.215
Story1	DCon1	Top	414.9713	0	0	0	5050.2013	-3352.3914
Story1	DCon1	Bottom	442.7569	0	0	0	5391.2934	-3577.91
Story1	DCon2	Top	355.6896	0	0	0	4328.744	-2873.4783
Story1	DCon2	Bottom	379.5059	0	0	0	4621.1087	-3066.78
Story1	Comb1	Top	414.9713	0	0	0	5050.2013	-3352.3914
Story1	Comb1	Bottom	442.7569	0	0	0	5391.2934	-3577.91

Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados modales.

Table 3.7 - Modal Periods and Frequencies

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
Modal	1	0.495	2.02	12.69	161.0358
Modal	2	0.478	2.091	13.1408	172.6796
Modal	3	0.45	2.225	13.9773	195.365
Modal	4	0.161	6.229	39.1401	1531.9462
Modal	5	0.152	6.566	41.2564	1702.0931
Modal	6	0.141	7.071	44.4272	1973.7726
Modal	7	0.093	10.787	67.7776	4593.8043
Modal	8	0.085	11.706	73.5485	5409.3811
Modal	9	0.078	12.839	80.6699	6507.6375
Modal	10	0.065	15.333	96.3418	9281.7374
Modal	11	0.058	17.11	107.5061	11557.568
Modal	12	0.053	18.949	119.062	14175.7485

Fuente: Elaboración propia

Table 3.8 - Modal Participating Mass Ratios (Part 1 of 2)

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.495	6.93E-06	0.8299	0	6.93E-06	0.8299	0
Modal	2	0.478	0.7741	0.0005	0	0.7741	0.8305	0
Modal	3	0.45	0.0553	0.0091	0	0.8294	0.8396	0
Modal	4	0.161	1.438E-06	0.1004	0	0.8294	0.94	0
Modal	5	0.152	0.1025	0.0001	0	0.932	0.94	0
Modal	6	0.141	0.0038	0.0014	0	0.9358	0.9415	0
Modal	7	0.093	1.718E-06	0.0367	0	0.9358	0.9781	0
Modal	8	0.085	0.0395	2.203E-05	0	0.9752	0.9781	0
Modal	9	0.078	0.0006	0.0006	0	0.9758	0.9788	0
Modal	10	0.065	8.946E-07	0.0161	0	0.9758	0.9949	0
Modal	11	0.058	0.0184	5.903E-06	0	0.9943	0.9949	0
Modal	12	0.053	0	0.0046	0	0.9943	0.9995	0

Fuente: Elaboración propia

Table 3.8 - Modal Participating Mass Ratios (Part 2 of 2)

Case	Mode	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
Modal	1	0.2063	2.053E-06	0.0099	0.2063	2.053E-06	0.0099
Modal	2	0.0002	0.2067	0.0542	0.2064	0.2067	0.0641
Modal	3	0.0026	0.0143	0.76	0.2091	0.221	0.8242
Modal	4	0.6252	9.664E-06	0.0014	0.8343	0.221	0.8255
Modal	5	0.0004	0.5863	0.0038	0.8347	0.8073	0.8294
Modal	6	0.0077	0.0222	0.1015	0.8424	0.8295	0.9309
Modal	7	0.0726	3.548E-06	0.0006	0.915	0.8295	0.9314
Modal	8	4.426E-05	0.0797	0.0007	0.9151	0.9092	0.9321
Modal	9	0.0013	0.0012	0.0414	0.9164	0.9104	0.9735
Modal	10	0.0691	3.66E-06	0.0003	0.9855	0.9104	0.9738
Modal	11	2.159E-05	0.0732	0.0001	0.9855	0.9836	0.9739
Modal	12	0.0127	7.569E-07	0.0001	0.9982	0.9836	0.974

Fuente: Elaboración propia

Table 3.9 - Modal Load Participation Ratios

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	99.99	99.43
Modal	Acceleration	UY	100	99.95
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Fuente: Elaboración propia

Table 3.10 - Modal Direction Factors

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	0.495	0	0.988	0	0.012
Modal	2	0.478	0.934	0.001	0	0.066
Modal	3	0.45	0.066	0.011	0	0.923
Modal	4	0.161	0	0.986	0	0.014
Modal	5	0.152	0.964	0.001	0	0.035
Modal	6	0.141	0.036	0.013	0	0.951
Modal	7	0.093	0	0.984	0	0.015
Modal	8	0.085	0.985	0	0	0.014
Modal	9	0.078	0.015	0.015	0	0.97
Modal	10	0.065	0	0.984	0	0.016
Modal	11	0.058	0.995	0	0	0.005
Modal	12	0.053	0	0.984	0	0.016

Fuente: Elaboración propia

Anexo 04:

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

Calicata N° 01



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

SOLICITA : BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS : DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
 CURSO : HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 04/04/2017

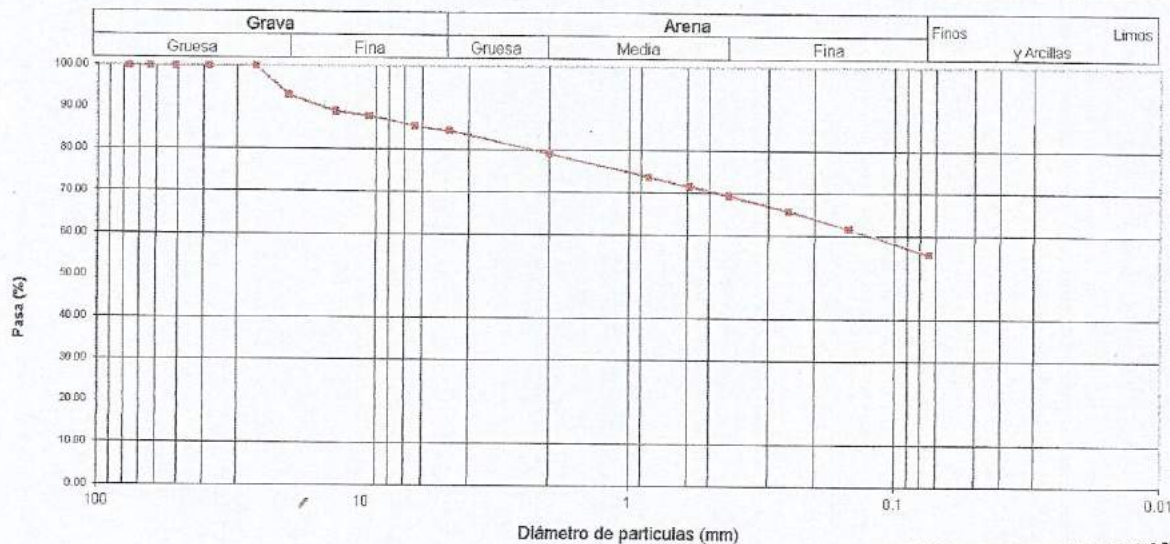
Peso Seco Inicial	1402.7	gr.
Peso Seco Lavado	619.7	gr.
Peso perdido por lavado	783.0	gr.

MATERIAL : C - 1
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-B Suela arcillosa
2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	96.8	6.9	6.9	93.1	Valor del índice de grupo (IG): 6
1/2"	53.6	3.8	10.7	89.3	
3/8"	13.2	0.9	11.7	88.3	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas finas.
1/4"	35.2	2.5	14.2	85.8	
N° 4	15.7	1.1	15.3	84.7	Arcilla media plasticidad arenosa CL
N° 10	75.5	5.4	20.7	79.3	
N° 20	74.6	5.3	26.0	74.0	Pasa tamiz N° 4 (%) : 84.7
N° 30	30.6	2.2	28.2	71.8	Pasa tamiz N° 200 (%) : 55.8
N° 40	30.2	2.2	30.3	69.7	D60 (mm) : 0.14
N° 60	50.8	3.6	33.9	66.1	D30 (mm) :
N° 100	58.3	4.2	38.1	61.9	D10 (mm) :
N° 200	85.2	6.1	44.2	55.8	Cu
< 200	783.0	55.8	100.0	0.0	Cc
Total	1402.7			100.0	

Límite líquido LL	32.65
Límite plástico LP	15.08
Índice plasticidad IP	17.57

CURVA GRANULOMÉTRICA





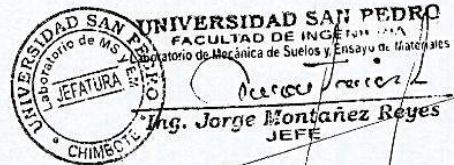
CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
TESIS : DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 6 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
LUGAR : ANCASH - ANCASH
FECHA : 04/04/2017

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	1535.90	1535.90
Peso de tara + MS	1402.70	1402.70
Peso de tara	238.60	238.60
Peso del agua	133.20	133.20
MS	1164.10	1164.10
Contenido de humedad (%)	11.44	11.44
Promedio (%)	11.44	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

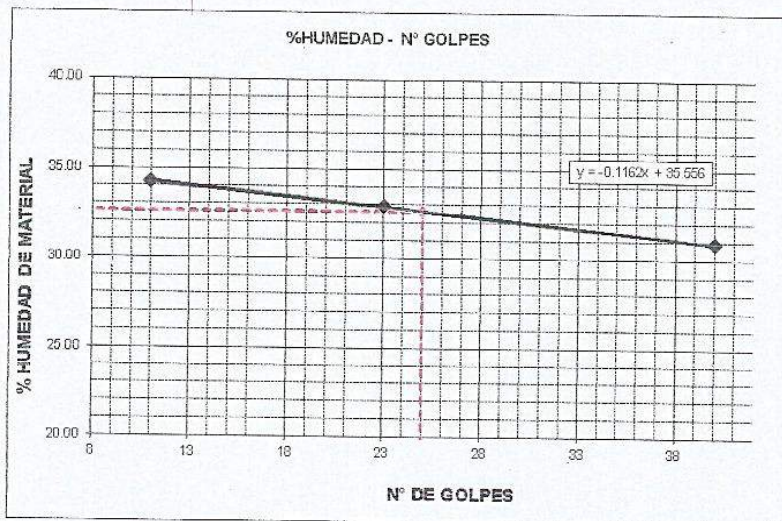




LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS : DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
 MATERIAL : C-1
 LUGAR : HUARAZ - ANCASH
 FECHA : 21/09/2016
 PROF(m) : 1.50

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	29.80	31.20	34.00	29.30	29.50	27.90
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	24.90	26.10	28.50	28.00	28.00	26.60
PESO DE LA TARA (gr.)	10.60	10.60	10.70	19.00	18.20	18.20
PESO DEL AGUA (gr.)	4.90	5.10	5.50	1.30	1.50	1.30
PESO SUELO SECO (gr.)	14.30	15.50	17.80	9.00	9.60	8.40
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.27	32.90	30.90	14.44	15.31	15.48
Nro. DE GOLPES	11	23	40	15.08		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 32.65

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 15.08

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 17.58

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA = BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS = DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
 UBICACIÓN = HUARAZ - ANCASH
 FECHA = 4/04/2017

NOMBRE DE MUESTRA = CALICATA-1
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA

Pag 1 de 2

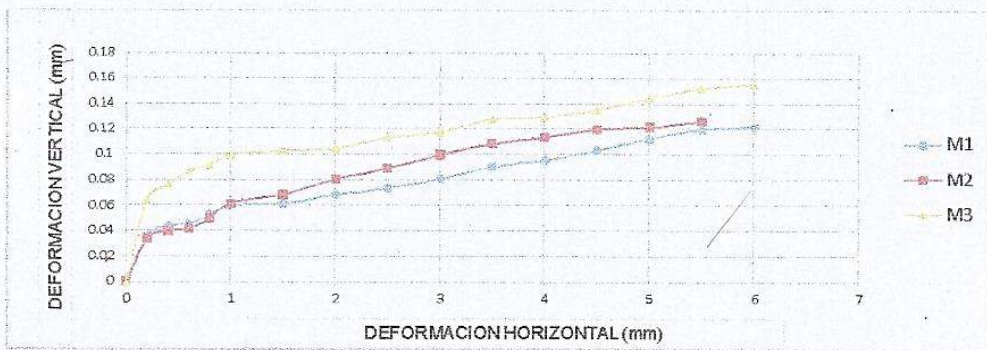
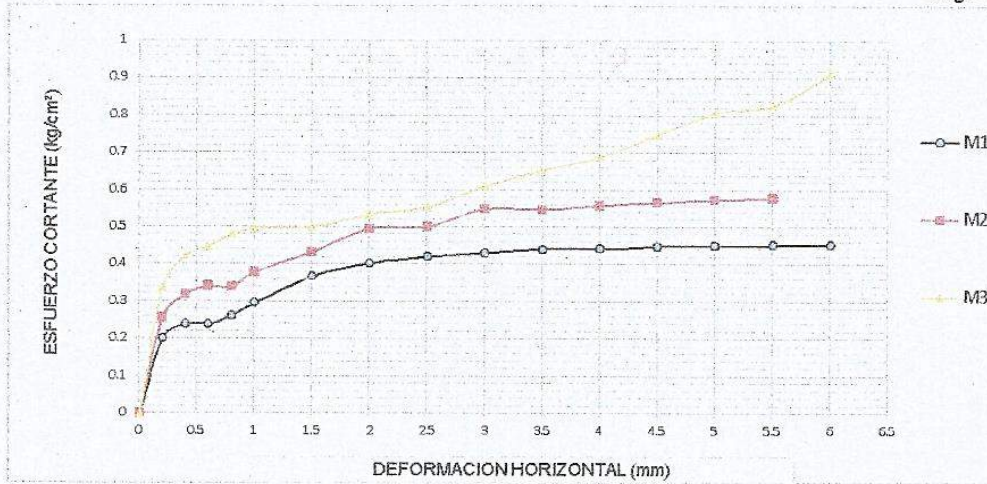
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.268 cm ²
Volumen	50.873 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	102 gr
Peso Unitario Húmedo	2.01 gr/cm ³
Contenido de Humedad	11.4 %
Peso Unitario Seco	1.80 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

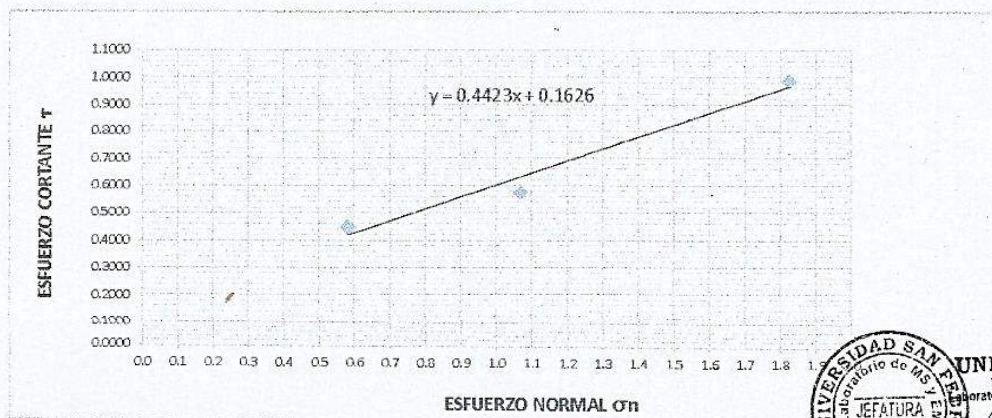
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC ÁREA	ESFUERZO CORTANTE T		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.		mm			kg				cm ²	kg/cm ²	
0.20	2.6	4	6	0.036	0.034	0.065	4.017	5.172	6.822	20.17	0.199	0.256	0.338
0.40	3.5	5.5	8	0.043	0.044	0.074	4.76	6.41	8.472	20.07	0.237	0.319	0.422
0.60	3.5	6	8.6	0.049	0.055	0.082	4.76	6.822	8.967	19.96	0.238	0.342	0.449
0.80	4	5.9	9.3	0.053	0.059	0.089	5.172	6.74	9.544	19.86	0.260	0.339	0.481
1.00	4.8	6.8	9.6	0.063	0.067	0.101	5.832	7.482	9.792	19.76	0.295	0.379	0.496
1.50	6.4	8	9.6	0.069	0.070	0.108	7.152	8.472	9.792	19.51	0.367	0.434	0.502
2.00	7.1	9.3	10.2	0.078	0.077	0.110	7.73	9.544	10.29	19.25	0.402	0.496	0.534
2.50	7.4	9.3	10.5	0.086	0.085	0.112	7.977	9.544	10.53	19	0.420	0.502	0.554
3.00	7.5	10.2	11.6	0.094	0.090	0.116	8.06	10.29	11.44	18.75	0.430	0.549	0.610
3.50	7.6	10	12.4	0.100	0.102	0.118	8.142	10.12	12.1	18.49	0.440	0.547	0.654
4.00	7.5	10.1	13	0.107	0.111	0.130	8.06	10.2	12.6	18.24	0.442	0.559	0.691
4.50	7.5	10.1	14.1	0.115	0.122	0.141	8.06	10.2	13.5	17.99	0.448	0.567	0.751
5.00	7.4	10.1	15.1	0.125	0.128	0.149	7.977	10.2	14.33	17.73	0.450	0.576	0.808
5.50	7.3	10	15.3	0.134	0.135	0.157	7.895	10.12	14.49	17.48	0.452	0.579	0.829
6.00	7.2	9.8	16.8	0.138	0.140	0.161	7.812	9.957	15.73	17.23	0.453	0.578	0.913
6.50			17.1		0.147				15.98	16.98			0.941
7.00			17.8		0.159				16.56	16.72			0.990
7.50			17.3						16.14	16.47			0.980
8.00										16.22			
8.50										15.97			
9.00										15.72			
9.50										15.47			





MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical (kg)	10	20	30
Área en Corte (cm ²)	17.23	18.75	16.47
σ_n (kg/cm ²)	0.58	1.07	1.82
τ (kg/cm ²)	0.4530	0.58	0.99

Cohesión	0.163 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	23.86 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE

Calicata N° 02



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)**

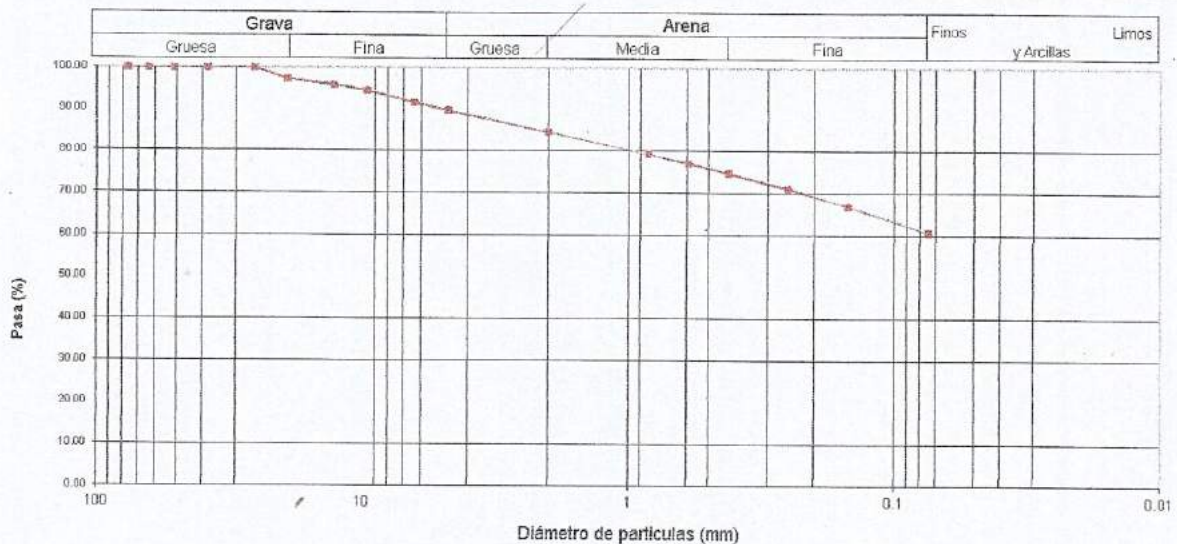
SOLICITA : BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS : DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAS"
 CURSO : HUARAZ-ANCASH
 FECHA : 04/04/2017

Peso Seco Inicial	1496.9	gr.
Peso Seco Lavado	585.7	gr.
Peso perdido por lavado	911.2	gr.

MATERIAL : C - 2
MUESTRA : M - 1
PROF: 1.50

Tamiz(Apertura) Nº	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material limoso-arenoso Pobre a malo como subgrado A-B Suelo arcilloso
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (IG): 8
3/4"	19.00	39.0	2.6	2.6	97.4	
1/2"	12.50	20.6	1.4	4.0	96.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"	9.50	22.6	1.5	5.5	94.5	Suelo de partículas finas.
1/4"	6.30	43.2	2.9	8.4	91.6	
Nº 4	4.75	27.5	1.8	10.2	89.8	Arcilla media plasticidad arenosa CL
Nº 10	2.00	78.8	5.3	15.5	84.5	
Nº 20	0.850	77.2	5.2	20.6	79.4	Pasa tamiz Nº 4 (%) : 89.8
Nº 30	0.600	31.3	2.1	22.7	77.3	Pasa tamiz Nº 200 (%) : 60.9
Nº 40	0.425	34.0	2.3	25.0	75.0	D60 (mm) :
Nº 60	0.250	55.8	3.7	28.7	71.3	D30 (mm) :
Nº 100	0.150	62.8	4.2	32.9	67.1	D10 (mm) :
Nº 200	0.075	92.9	6.2	39.1	60.9	Cu
< 200		911.2	60.9	100.0	60.9	Cc
Total		1496.9			100.0	Límite líquido LL : 31.05
						Límite plástico LP : 11.97
						Índice plasticidad IP : 19.08

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 JEFATURA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 CHIMBOTE



CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA **BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL**
TESIS : **DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ***
LUGAR : **ANCASH - ANCASH**
FECHA : **04/04/2017**

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	1646.60	1646.60
Peso de tara + MS	1496.90	1496.90
Peso de tara	248.80	248.80
Peso del agua	149.70	149.70
MS	1248.10	1248.10
Contenido de humedad (%)	11.99	11.99
Promedio (%)	11.99	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

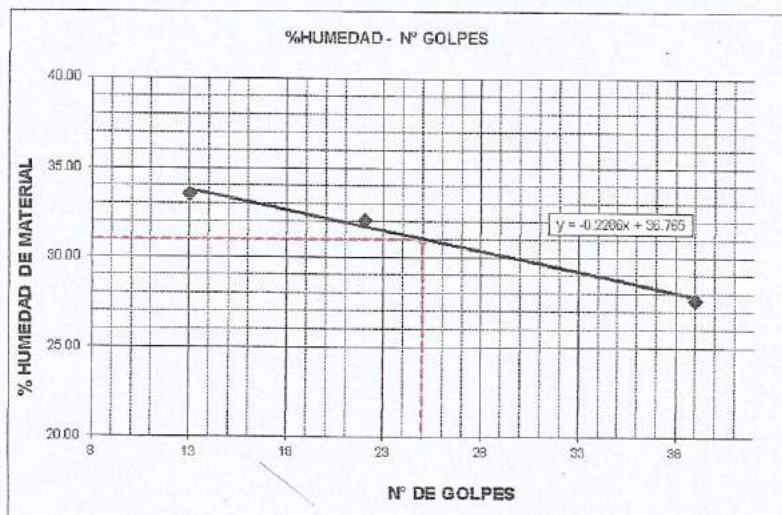
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS : DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
 MATERIAL : C-2
 LUGAR : HUARAZ - ANCASH
 FECHA : 04/04/2017
 PROF(m) : 1.50

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	31.80	28.60	33.60	27.30	25.20	27.40
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	26.50	24.20	28.50	26.40	24.50	26.40
PESO DE LA TARA (gr.)	10.70	10.50	10.10	18.70	18.60	18.30
PESO DEL AGUA (gr.)	5.30	4.40	5.10	0.90	0.70	1.00
PESO SUELO SECO (gr.)	15.80	13.70	18.40	7.70	5.90	8.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.54	32.12	27.72	11.69	11.88	12.35
Nro. DE GOLPES	13	22	39	11.97		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 31.05

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 11.97

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 19.08

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 JEFATURA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D-3080, AASHTO T236, MTC E 123-2000)

SOLICITA = BACH:MELENDEZ SEVILLANO YOULYR MICHAEL
 TESIS = DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN HUARAZ"
 UBICACIÓN = HUARAZ-ANCASH
 FECHA = 4/04/2017

NOMBRE DE MUESTRA = CALICATA-2
 TIPO DE MUESTRA = REMOLDEADA

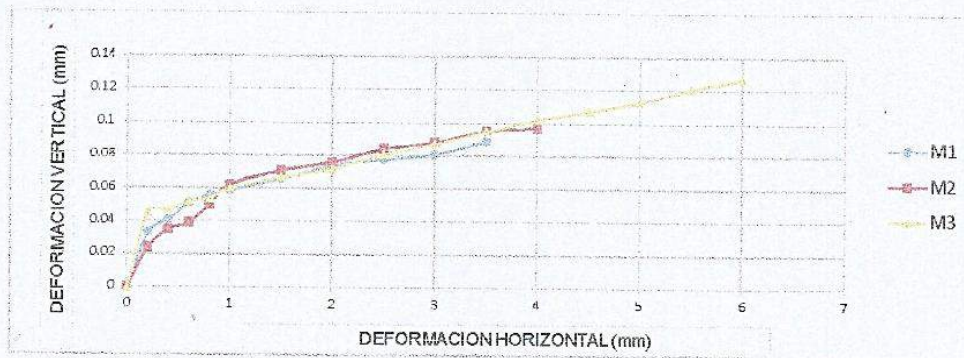
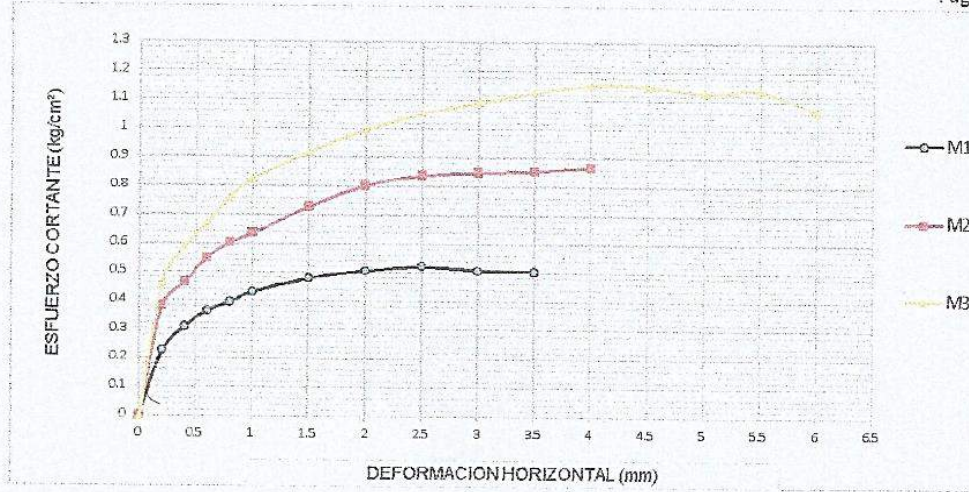
DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Diámetro	50.80 mm
Altura	25.1 mm
Área	20.268 cm ²
Volumen	50.873 cm ³

DIMENSIONES DE LA MUESTRA	
Peso	131 gr
Peso Unitario Húmedo	2.57 gr/cm ³
Contenido de Humedad	12.0 %
Peso Unitario Seco	2.30 gr/cm ³

VELOCIDAD DE DEFORMACION = 0.50 mm/min

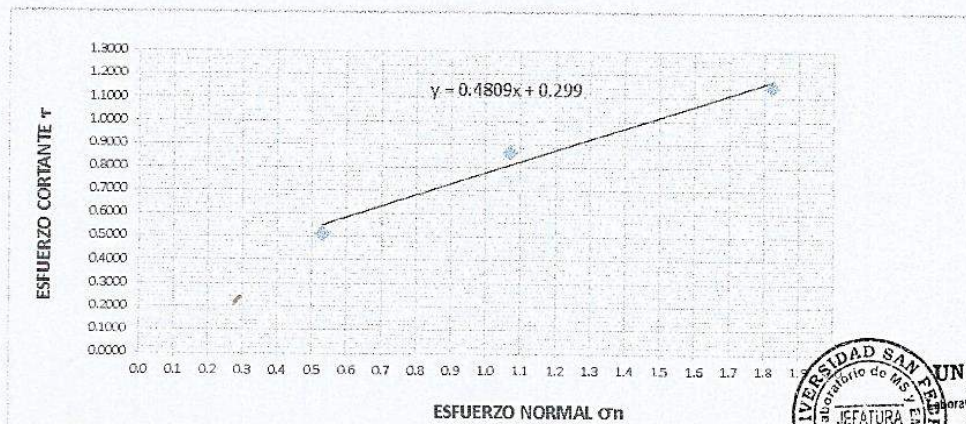
DEFORMIMETRO DE LONGITUD HORIZONTAL	LECTURA DE CARGA HORIZONTAL			DEFORMACION VERTICAL			FUERZA DE CORTE HORIZONTAL			CORREC ÁREA	ESFUERZO CORTANTE τ		
	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03	M-01	M-02	M-03		M-01	M-02	M-03
	mm	Div.		mm			kg				cm ²	kg/cm ²	
0.20	3.2	7	9	0.033	0.024	0.045	4.512	7.647	9.297	20.17	0.224	0.379	0.461
0.40	5.2	9	12	0.041	0.035	0.047	6.162	9.297	11.77	20.07	0.307	0.463	0.587
0.60	6.5	11	14	0.051	0.039	0.052	7.235	10.95	13.42	19.96	0.362	0.548	0.672
0.80	7.2	12.2	16	0.056	0.050	0.054	7.812	11.94	15.07	19.86	0.393	0.601	0.759
1.00	8	13	17.5	0.059	0.062	0.060	8.472	12.6	16.31	19.76	0.429	0.637	0.825
1.50	9	15	19.5	0.066	0.071	0.067	9.297	14.25	17.96	19.51	0.477	0.730	0.920
2.00	9.5	16.5	21	0.074	0.076	0.072	9.709	15.48	19.2	19.25	0.504	0.804	0.997
2.50	9.7	17	22	0.078	0.084	0.081	9.874	15.9	20.02	19	0.520	0.837	1.054
3.00	9.2	17	22.5	0.081	0.088	0.087	9.462	15.9	20.43	18.75	0.505	0.848	1.090
3.50	9	16.9	23	0.089	0.095	0.095	9.297	15.81	20.85	18.49	0.503	0.855	1.127
4.00		16.9	23.2		0.097	0.102		15.81	21.01	18.24		0.867	1.152
4.50			22.8			0.107			20.68	17.99			1.150
5.00			22			0.113			20.02	17.73			1.129
5.50			21.8			0.121			19.86	17.48			1.136
6.00			20			0.127			18.37	17.23			1.066
6.50										16.98			
7.00										16.72			
7.50										16.47			
8.00										16.22			
8.50										15.97			
9.00										15.72			
9.50										15.47			
10.00													
10.50													
11.00													
11.50													





MUESTRA	M1	M2	M3
Carga Vertical(kg)	10	20	30
Área en Corte(cm ²)	19	18.75	16.47
σ_n (kg/cm ²)	0.53	1.07	1.82
τ (kg/cm ²)	0.5200	0.87	1.15

Cohesión	0.299 kg/cm ²
Ángulo de fricción interna	25.68 °



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

Anexo 05:

PANEL FOTOGRAFICO
(Estudio de Mecánica de Suelos)



FIGURA N° 68: Vista de preparación de calicatas en el terreno de estudio para extraer la muestra de Suelo para el estudio.



FIGURA N° 69: Vista de muestra de suelo obtenida de la calita recién extraída para el traslado.



FIGURA N° 70: Vista de cuarteo de muestra por exceso para luego verter a bolsas para su traslado a laboratorio.



FIGURA N° 71: Vista de muestra de la calicata N° 01 lista para ser trasladada al laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad USP sede Chimbote.



FIGURA N° 72: Vista de muestra de la calicata N° 01 lista para ser trasladada al laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad USP sede Chimbote.



FIGURA N° 73: Vista de muestra de las dos calicatas en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote, para luego proseguir con el cuarteo de muestra.



FIGURA N° 74: Vista de cuarteo de muestra en el laboratorio de mecánica de suelo y toma de muestras para diferentes ensayos de suelos que se realizó en el laboratorio.



FIGURA N° 75: Vista, pesado muestra de suelo de la cada una de las calicatas con una balanza eléctrica y toma de datos para los cálculos.



FIGURA N° 76: Vista de las muestras ya pesadas de cada una de las calicatas con su correspondiente etiquetado, para luego llevar al horno para realizar el secado.



FIGURA N° 77: Vista de las muestras de suelos colocados en el horno para realizar el secado a una temperatura constante y por un tiempo mínimo de veinticuatro horas.



FIGURA N° 78: Vista de las muestras de suelos tamizados para realizar los ensayos de Limite Liquido, Limite plástico, e índice de plasticidad.



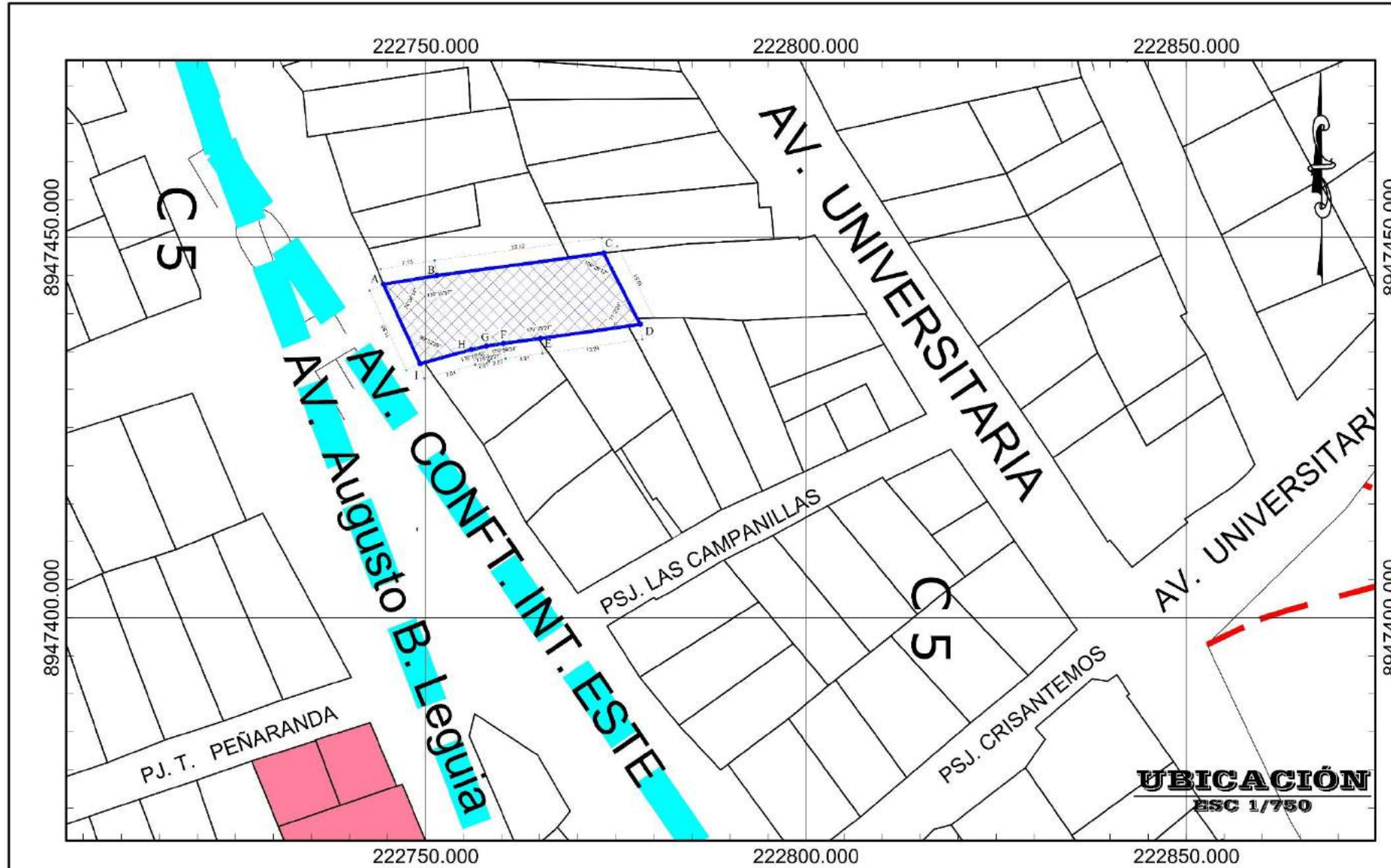
FIGURA N° 79: Vista, realizando el ensayo de corte directo de las muestras de suelos de cada una de las calicatas.



Figura N° 80: Vista de la máquina para realizar el ensayo de corte directo en el laboratorio de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Anexo 06:

PLANOS



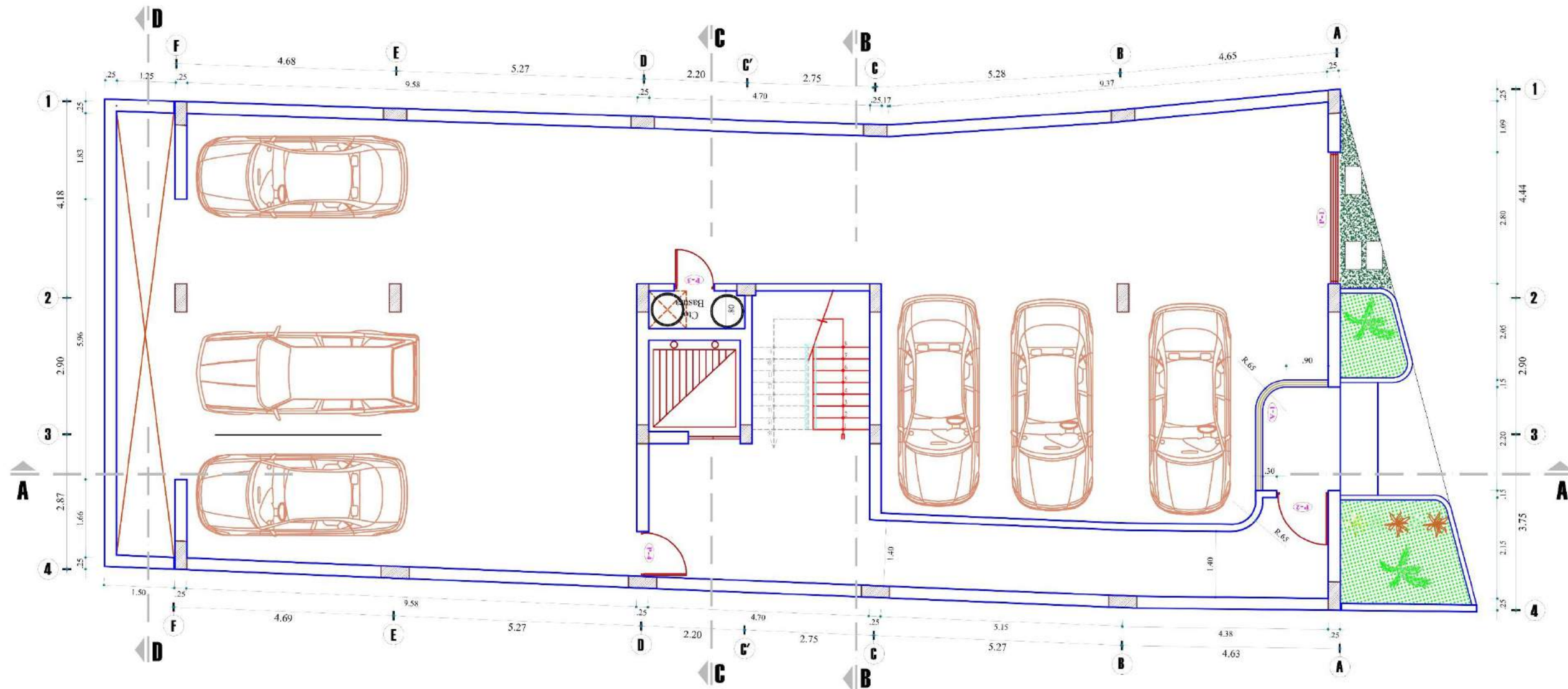
ZONA DEL PROYECTO LOCALIZACIÓN ESC 1/2500

ZONIFICACIÓN	
ÁREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	
DEPARTAMENTO :	ANCASH
PROVINCIA :	HUARAZ
DISTRITO :	INDEPENDENCIA
BARRIO :	SHANCAYAN
AVENIDA :	CONFRAT. INTER. ESTE
MANZANA: NUMERO :	Mz 52, S/N
DATUM :	PSAD 56
COORDENADAS :	UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)
ZONA GEOGRAFICA :	18S

CUADRO DE COORDENADAS UTM PSAD 56 DEL LOTE					
VERTICE	LADO	DIST. (m)	ANGULO	ESTE	NORTE
A	A-B	7.13	74°36'14"	222744.450	8947443.853
B	B-C	22.12	178°15'57"	222751.486	8947445.013
C	C-D	10.51	109°29'12"	222773.415	8947447.952
D	D-E	13.24	71°02'24"	222778.206	8947438.596
E	E-F	4.91	179°25'27"	222765.103	8947436.718
F	F-G	2.27	181°20'29"	222760.233	8947436.069
G	G-H	2.01	184°36'39"	222757.987	8947435.717
H	H-I	7.01	181°40'10"	222756.029	8947435.245
I	I-A	11.50	99°33'29"	222749.268	8947433.408

CUADRO NORMATIVO			CUADRO DE ÁREAS (m ² .)							
	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS/ NIVELES	Existente	Demolición	Nueva	Ampliacion	Remodelacion	Parcial	TOTAL
USOS	RDM-4	RDM-4	PRIMER PISO			253.69				253.69
DENSIDAD NETA	900HAB/HA	900HAB/HA	SEGUNDO PISO			253.69				253.69
COEF. DE EDIFICACIÓN	5.50	5.01	TERCER PISO			253.69				253.69
% ÁREA LIBRE	0.00 COM	0.00 COM.	CUARTO PISO			253.69				253.69
ALTURA MÁXIMA	5 PISOS	5 PISOS	QUINTO PISO			253.69				253.69
	Frontal		TOTAL			1268.45				1268.45
	Lateral		ÁREA SEGUN (T.C.V. , Partida Registral, u otro)							300.34 m ²
	Posterior		PERIMETRO (T.C.V. , Partida Registral, u otro)							80.70 ml
ALINEAMIENTO FACHADA			ÁREA DE APORTE :							
AREA DE LOTE NORMATIVO			ÁREA EN LA ZONA DE SEGURIDAD :							
FRENTE MINIMO NORMATIVO			ÁREA FISICO ACTUAL:							
N° ESTACIONAMIENTO			PERIMETRO FISICO ACTUAL:							

PROPIETARIO:	
PROYECTO:	DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ
PLANO:	UBICACION Y LOCALIZACION
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	NOVIEMBRE 2019
LAMINA N°:	U-01



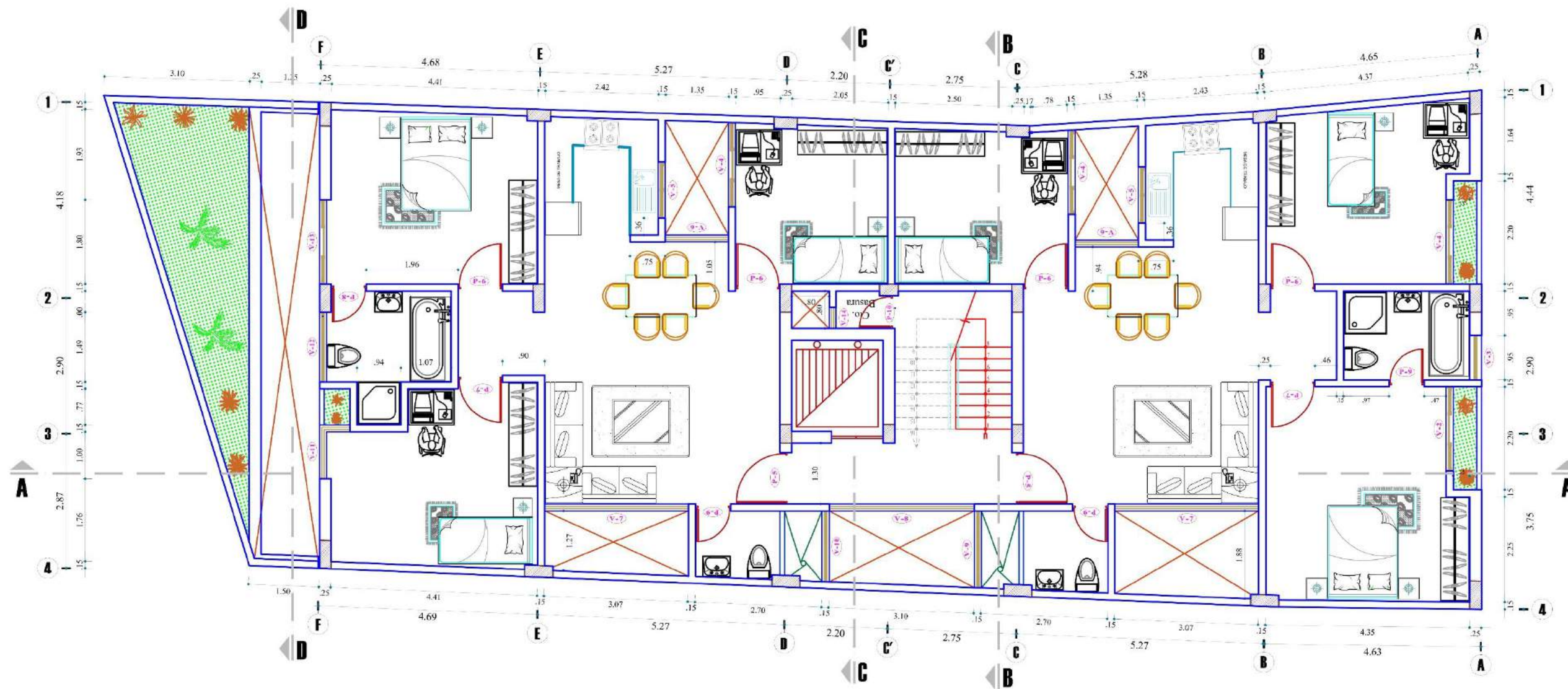
PLANTA DE DISTRIBUCION
ter NIVEL esc. 1/100

CUADRO DE VANOS MANPARAS, PUERTAS				
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10 x 2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85 x 2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95 x 2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10 x 2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95 x 2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95 x 2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75 x 2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75 x 2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70 x 2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85 x 2.15	-	Ing. Cto. Maq.

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.64 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANTA DE DISTRIBUCIONES				A-01
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DIBUJO:	Y. M. M. S.	
		FECHA:		Noviembre 2019



PLANTA DE DISTRIBUCION
2do NIVEL 85% 1/100

**CUADRO DE VANOS
MANPARAS, PUERTAS**

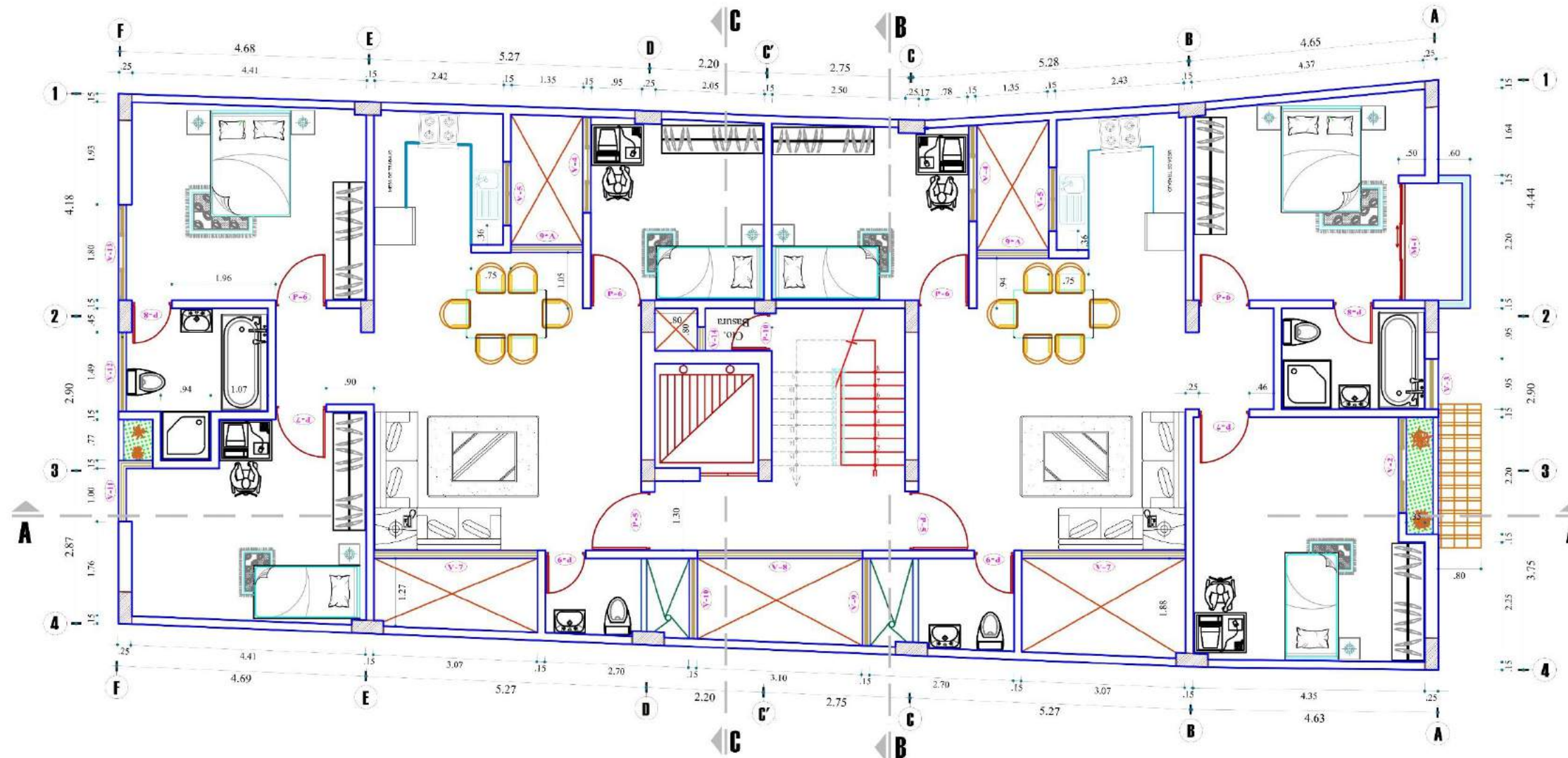
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10x2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85x2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95x2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10x2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95x2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95x2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75x2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75x2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70x2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85x2.15	-	Ing. Cto. Maq.

**CUADRO DE VANOS
VENTANAS**

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.84 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE: 1409100335	ESTUDIANTE: MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael		LAMINA N°: A-02	
ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN	
PLANTA DE DISTRIBUCIONES				
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	DISEÑO: Y. M. M. S.	ESCALA: INDICADA	FECHA: Noviembre 2019	



PLANTA DE DISTRIBUCION
3ro, 5to NIVEL. esc. 1/100

**CUADRO DE VANOS
MANPARAS, PUERTAS**

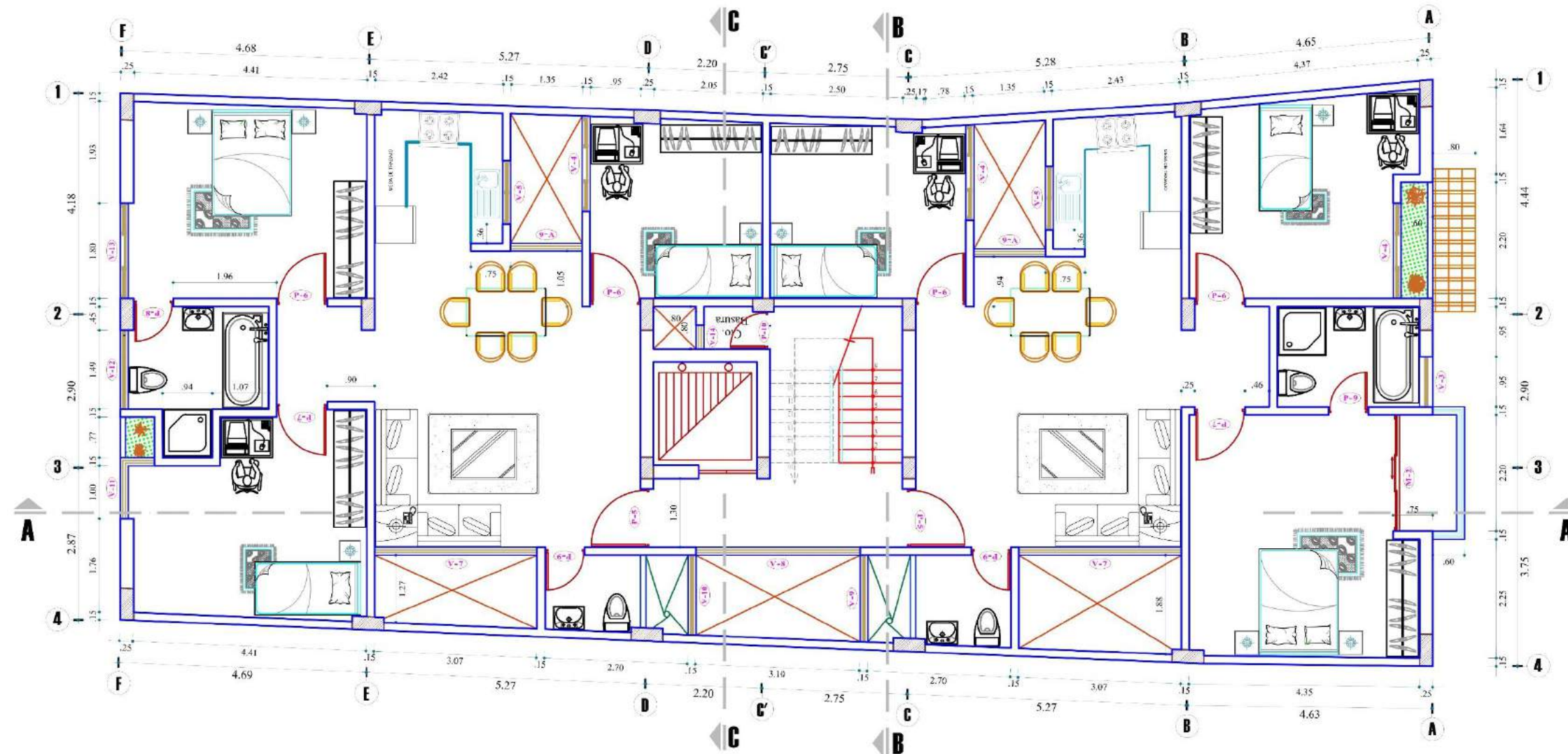
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10x2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85x2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95x2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10x2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95x2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95x2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75x2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75x2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70x2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85x2.15	-	Ing. Cto. Maq.

**CUADRO DE VANOS
VENTANAS**

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.64 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANTA DE DISTRIBUCIONES				A-03
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DISEÑO:	Y. M. M. S.	
			FECHA:	Noviembre 2019



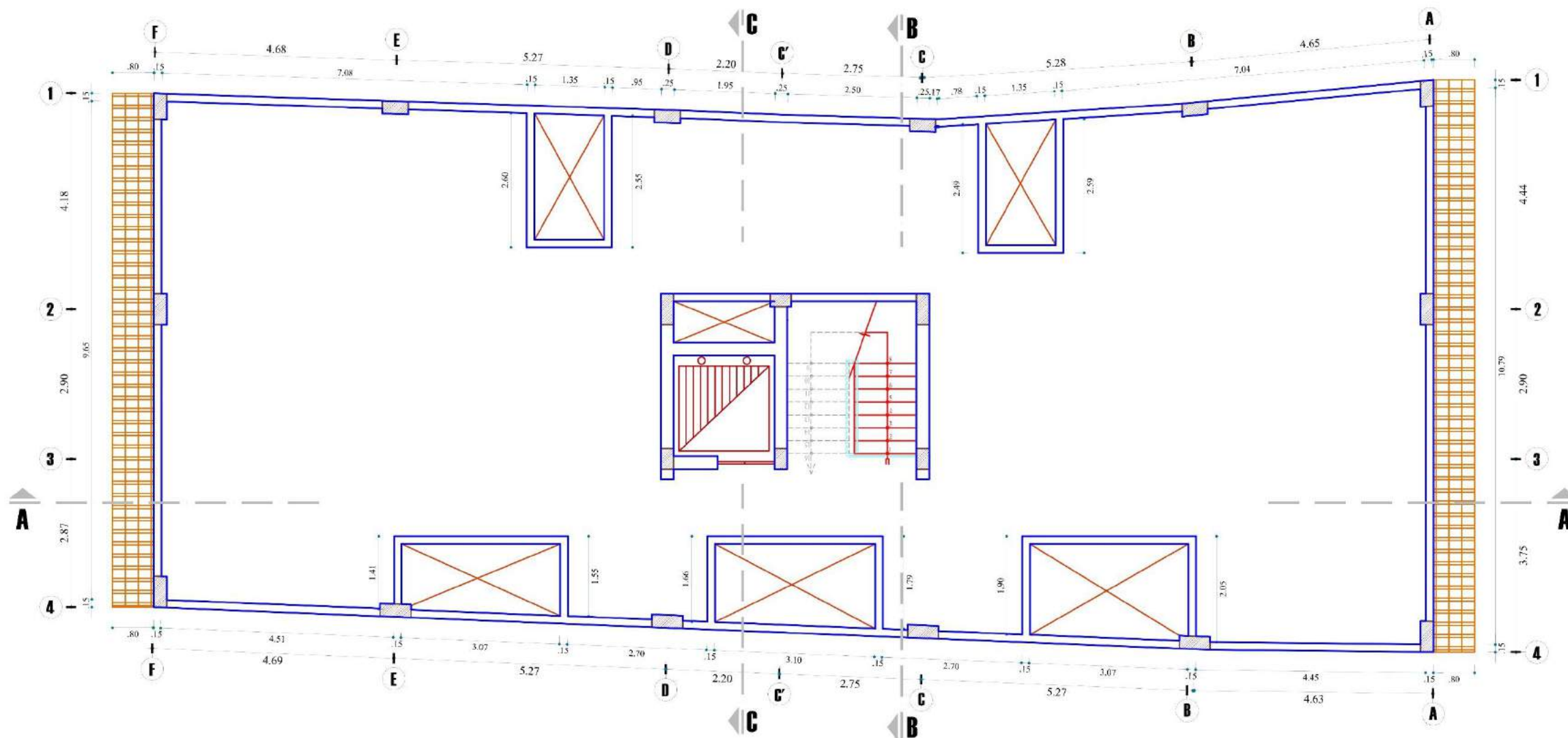
PLANTA DE DISTRIBUCION
4to NIVEL esc. 1/100

CUADRO DE VANOS MANPARAS, PUERTAS				
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10x2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85x2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95x2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10x2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95x2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95x2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75x2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75x2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70x2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85x2.15	-	Ing. Cto. Maq.

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.64 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANO: PLANTA DE DISTRIBUCIONES				A-04
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DIBUJO:	Y. M. M. S.	
		FECHA:		Noviembre 2019



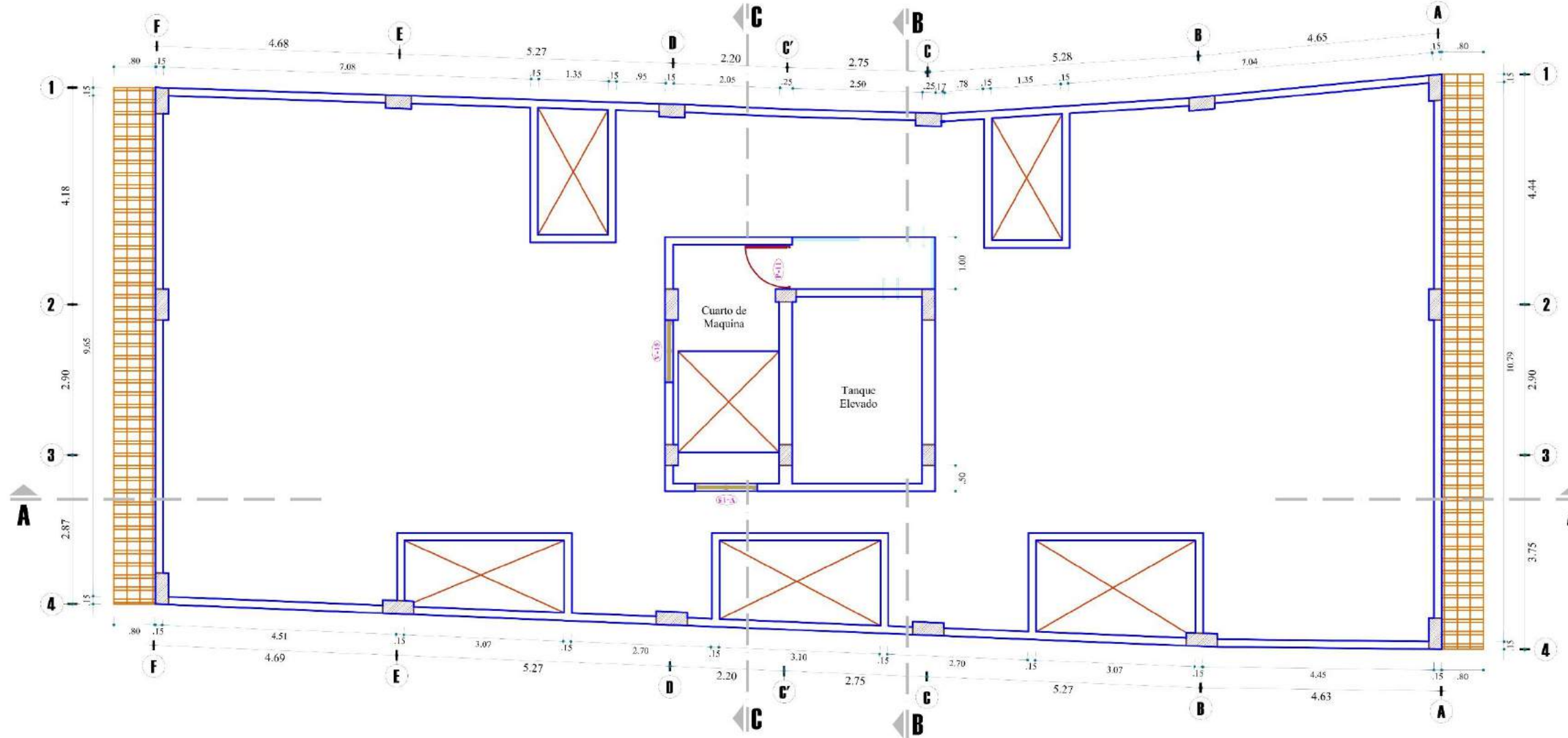
PLANTA DE DISTRIBUCION
AZOTEA esc. 1/100

CUADRO DE VANOS MANPARAS, PUERTAS				
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10 x 2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85 x 2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95 x 2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10 x 2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95 x 2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95 x 2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75 x 2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75 x 2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70 x 2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85 x 2.15	-	Ing. Cto. Maq.

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.64 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANTA DE DISTRIBUCIONES				A-05
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DISEÑO:	Y. M. M. S.	
		FECHA:		Noviembre 2019



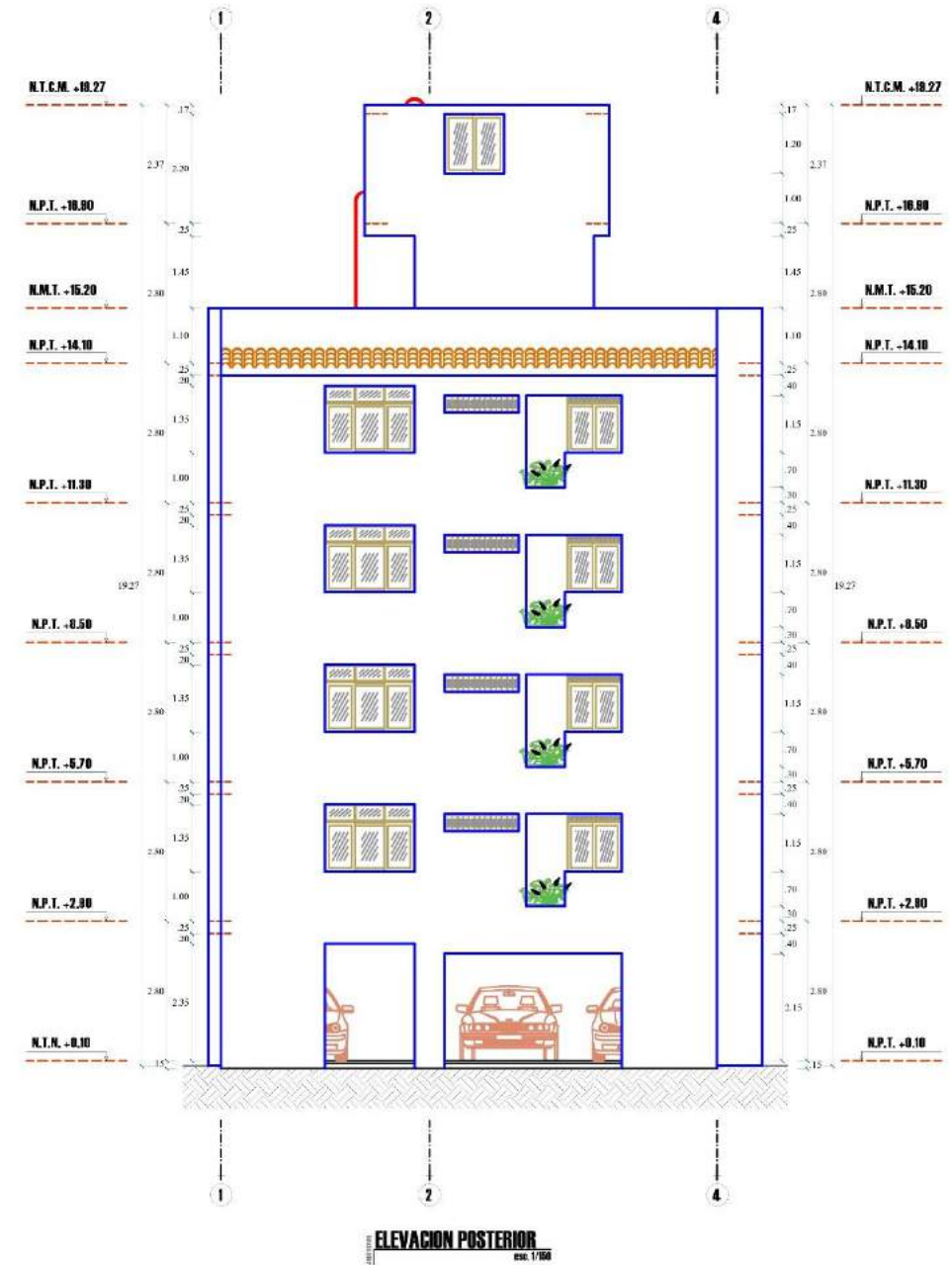
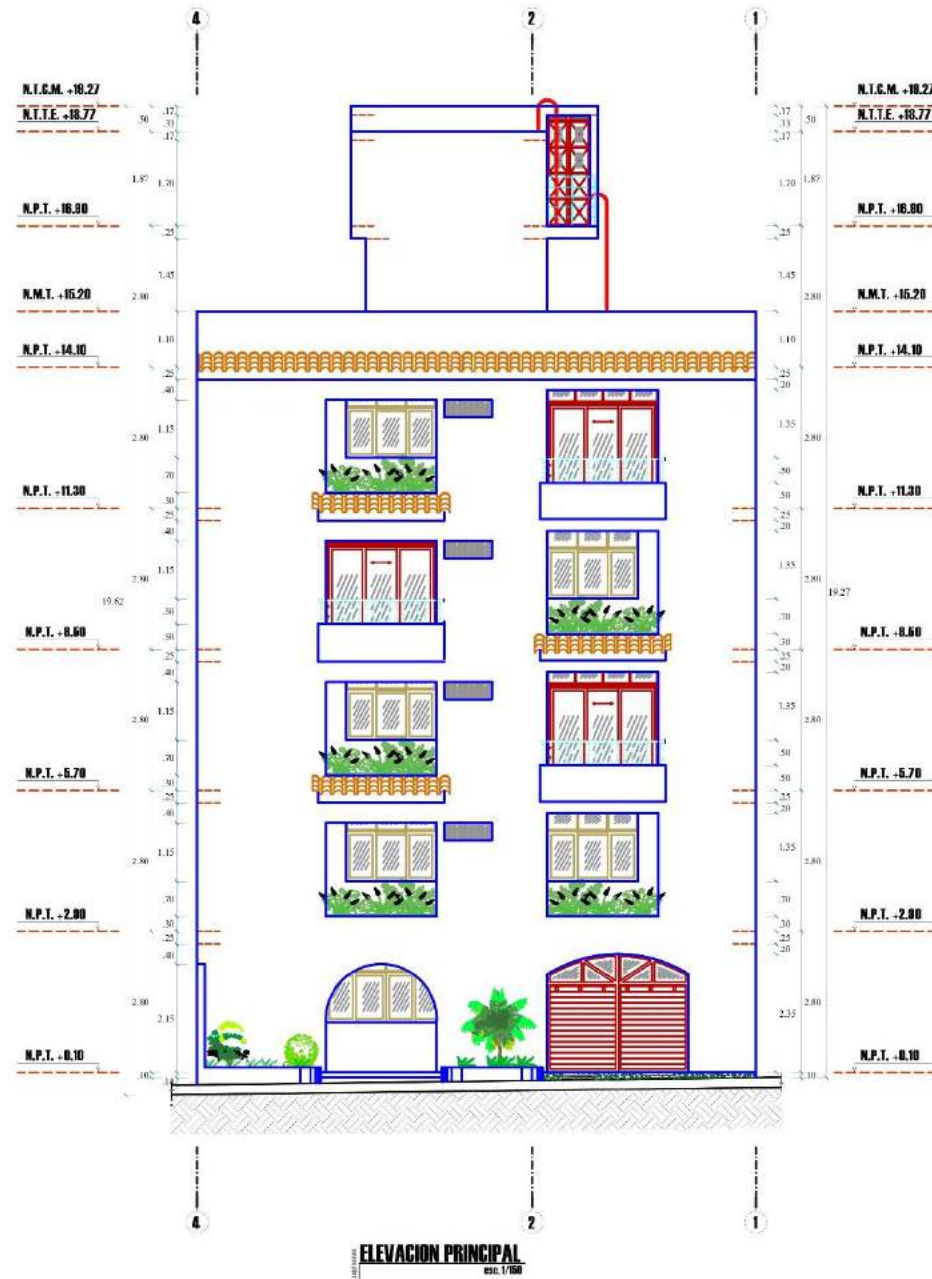
PLANTA DE DISTRIBUCION
Tanque Elevado y Cuarto de Maquinas esc. 1/100

CUADRO DE VANOS MANPARAS, PUERTAS				
TIPO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALF.	UBICACION
M-1	ALUMINIO	2.20 x 2.58	-	BALCÓN
M-2	ALUMINIO	2.20 x 2.55	-	BALCÓN

VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
P-1	METALICA	2.80 x 2.35	-	ESTACIONAMIENTO
P-2	METALICA	1.10 x 2.55	-	Entr. PRINCIPAL
P-3	METALICA	0.85 x 2.25	-	Entr. BASURA
P-4	MADERA	0.95 x 2.15	-	Entr. del Est.
P-5	MADERA	1.10 x 2.15	-	Ingr. SALA
P-6	MADERA	0.95 x 2.15	-	Ingr. DORMITORIOS
P-7	MADERA	0.95 x 2.55	-	Ingr. DORMITORIOS
P-8	MADERA	0.75 x 2.15	-	Ing. SS. HH.
P-9	MADERA	0.75 x 2.55	-	Ing. SS. HH.
P-10	METALICA	0.70 x 2.35	-	Ing. Cto. BASURA
P-11	METALICA	0.85 x 2.15	-	Ing. Cto. Maq.

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
VANO	DESCRIPCION	ANCHO x ALTO	ALFEIZAR	UBICACION
V-1	METALICA	3.50 x 1.55	1.00	ESTACIONAMIENTO
V-2	ALUMINIO	1.80 x 1.55	1.00	DORMITORIO
V-3	ALUMINIO	0.95 x 0.35	1.80	SS.HH. 1
V-4	ALUMINIO	1.80 x 1.58	1.00	DORMITORIOS
V-5	ALUMINIO	1.20 x 1.58	1.00	COCINA
V-6	ALUMINIO	1.35 x 1.58	1.00	COMEDOR
V-7	ALUMINIO	3.07 x 1.55	1.00	SALA
V-8	ALUMINIO	3.10 x 1.55	1.00	HALL ESCALERA
V-9	ALUMINIO	1.84 x 0.75	1.80	SS.HH. 2
V-10	ALUMINIO	1.51 x 0.75	1.80	SS.HH. 3
V-11	ALUMINIO	1.65 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-12	ALUMINIO	1.49 x 0.35	1.80	SS.HH. 4
V-13	ALUMINIO	1.80 x 1.15	1.00	DORMITORIO
V-14	ALUMINIO	0.45 x 1.48	1.10	Cto. BASURA
V-15	ALUMINIO	1.20 x 1.20	1.00	Cto. MAQUINAS

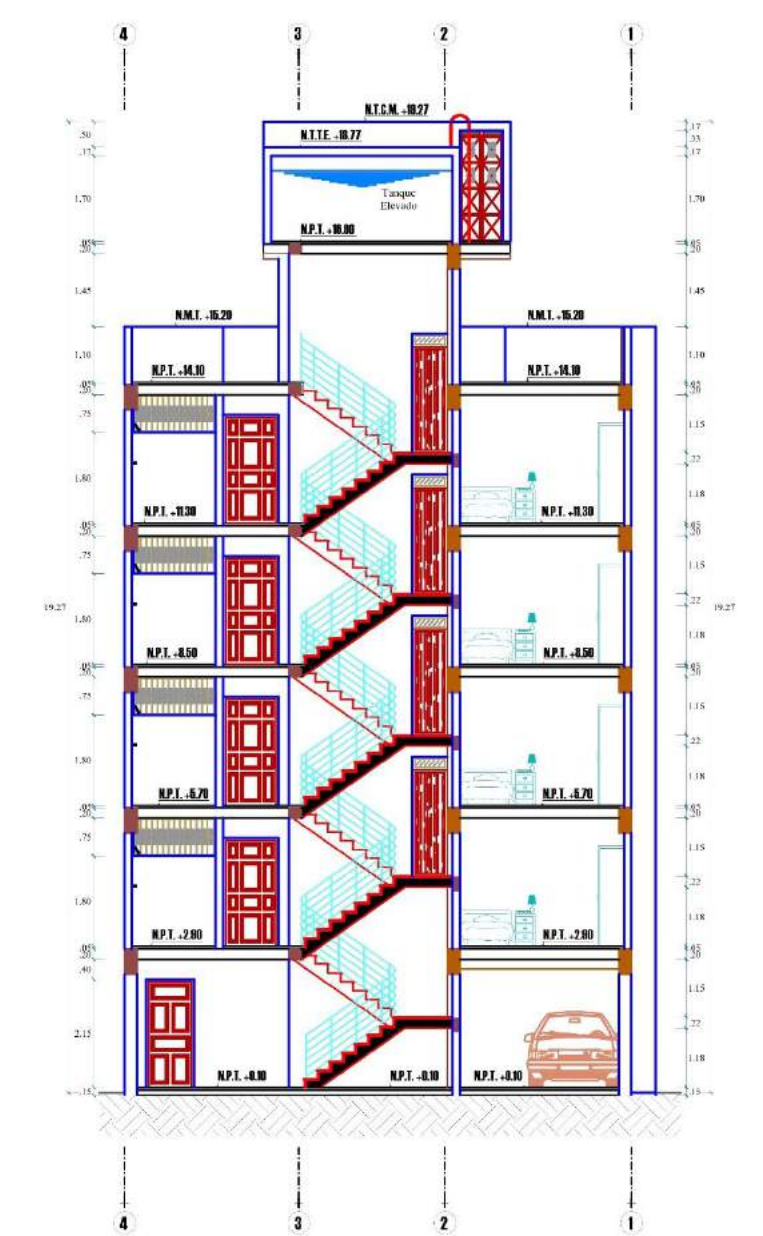
	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANTA DE DISTRIBUCIONES				A-06
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DISEÑO:	Y. M. M. S.	ESCALA: INDICADA
			FECHA:	Noviembre 2019



	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael			LAMINA N°:
		DIBUJO:	Y. M. M. S.	UBICACION:	DEPARTAMENTO:	ANCASH	PROVINCIA:	HUARAZ	DISTRITO:	INDEPENDENCIA
PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ		ESCALA:	INDICADA	PLANO:	PLANO DE ELEVACIONES PRINCIPALES (Frontal y Posterior)					A-07
		FECHA:	Noviembre 2019							

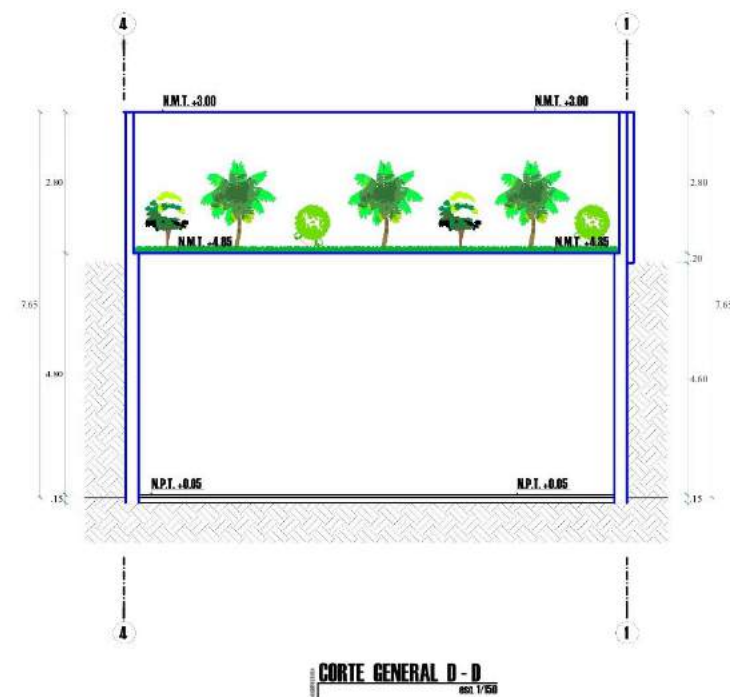
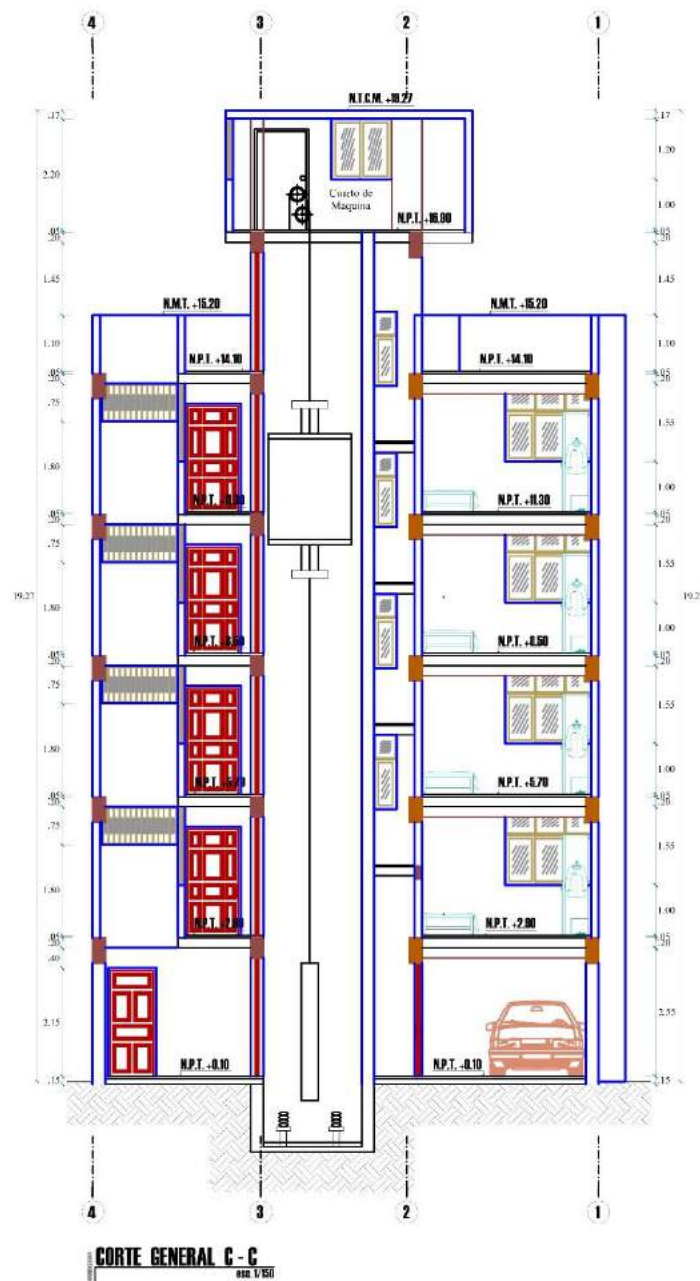


CORTE GENERAL A - A
esc. 1/100

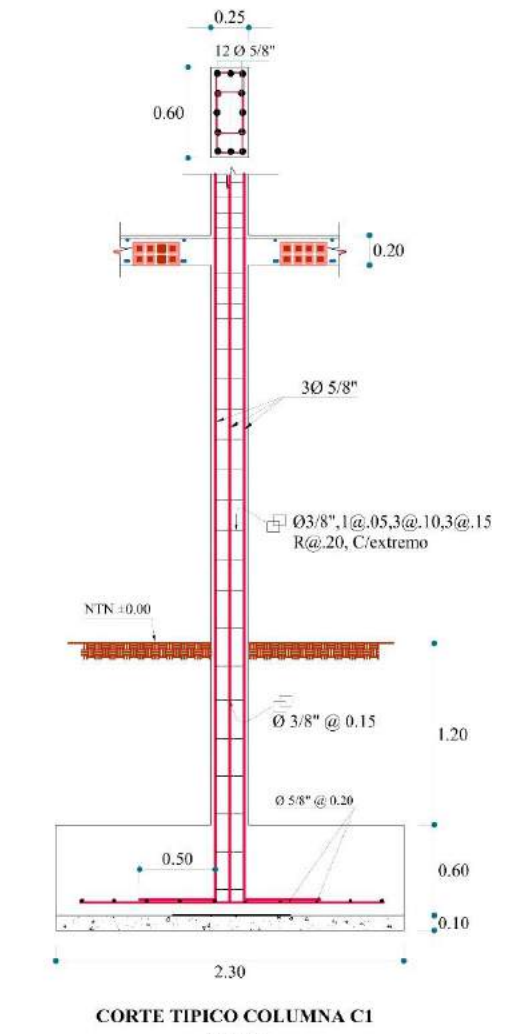
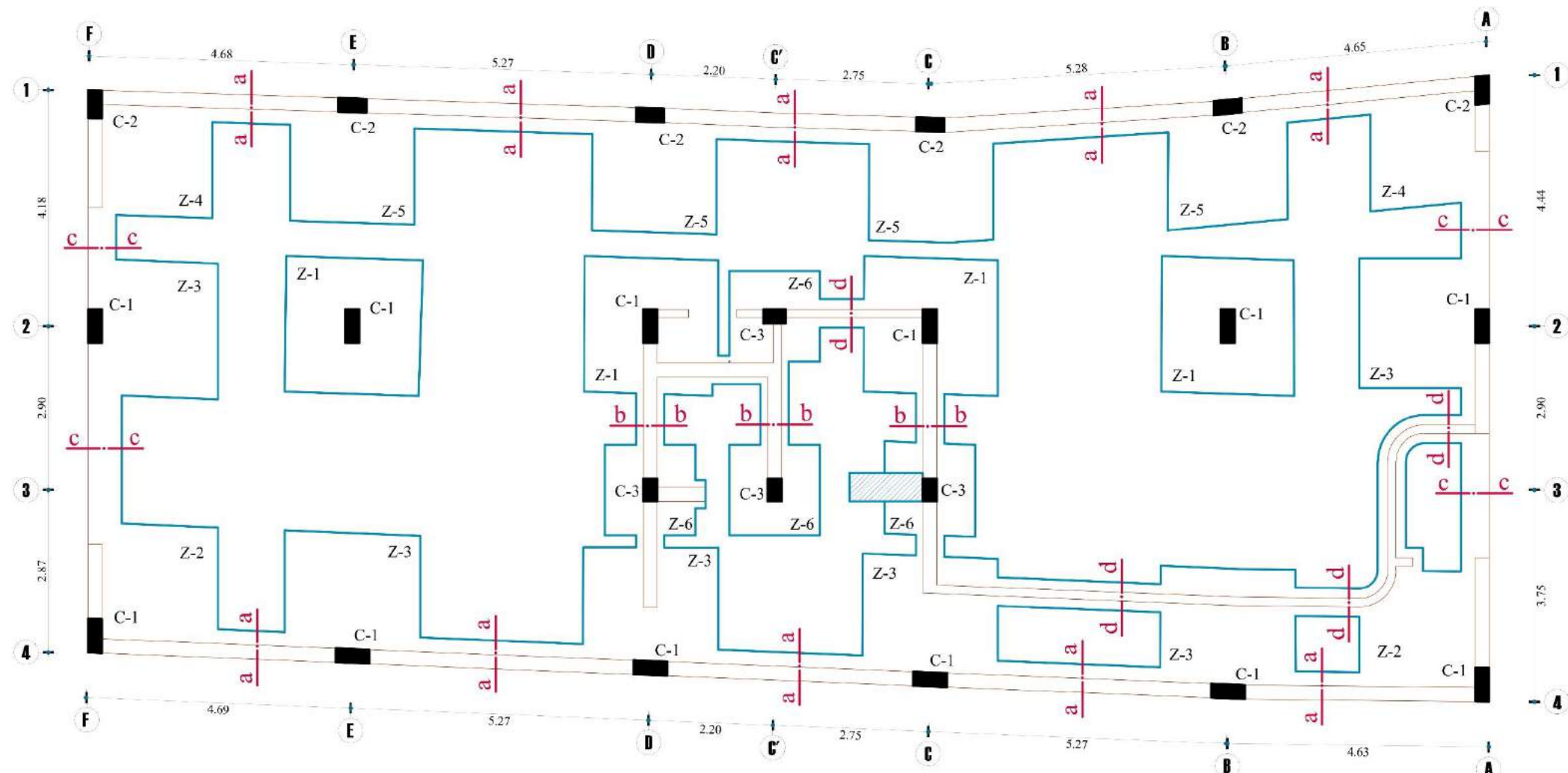


CORTE GENERAL B - B
esc. 1/100

	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	CODIGO DE ESTUDIANTE: 1409100335	ESTUDIANTE: MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	A-08	
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCCAYAN - HUARAZ	DIBUJO: Y. M. M. S.	UBICACION: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ		DISTRITO: INDEPENDENCIA
		ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANO DE CORTES GENERALES (Corte A-A y Corte B-B)			
		FECHA: Noviembre 2019				

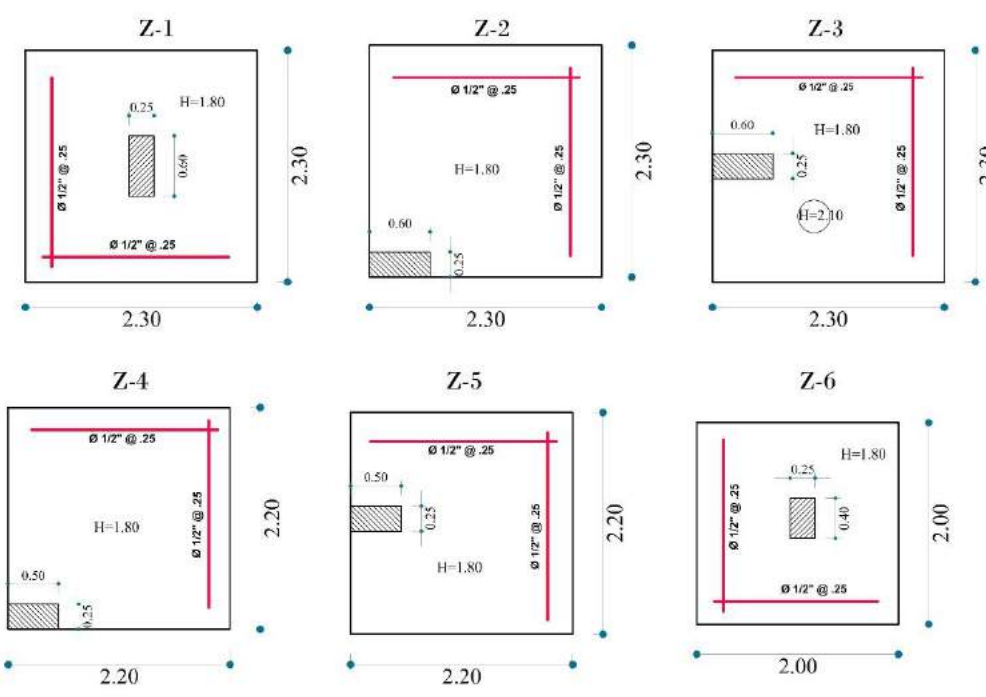


	UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL		ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		CODIGO DE ESTUDIANTE: 1409100335		ESTUDIANTE: MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael		A-09
	PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ		DIBUJO: Y. M. M. S.		UBICACION: ANCASH		PROVINCIA: HUARAZ		
			ESCALA: INDICADA		DISTRITO: INDEPENDENCIA				
			FECHA: Noviembre 2019		PLANO: PLANO - CORTES GENERALES (Corte C-C y Corte D-D)				

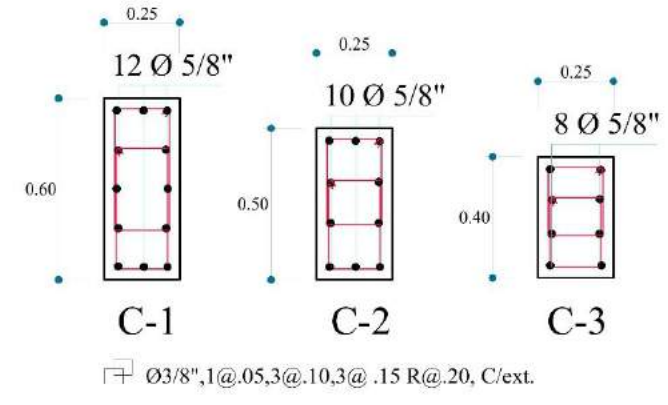


PLANO DE CIMENTACIÓN
Esc. 1/100

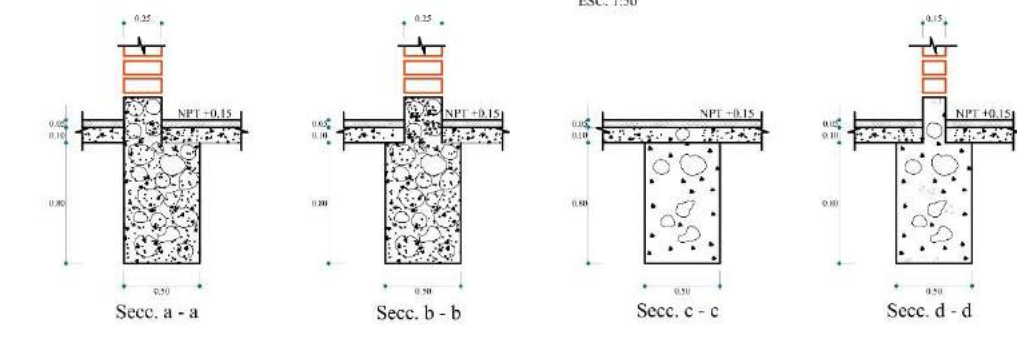
DETALLE DE ZAPATAZ
Esc. 1/75



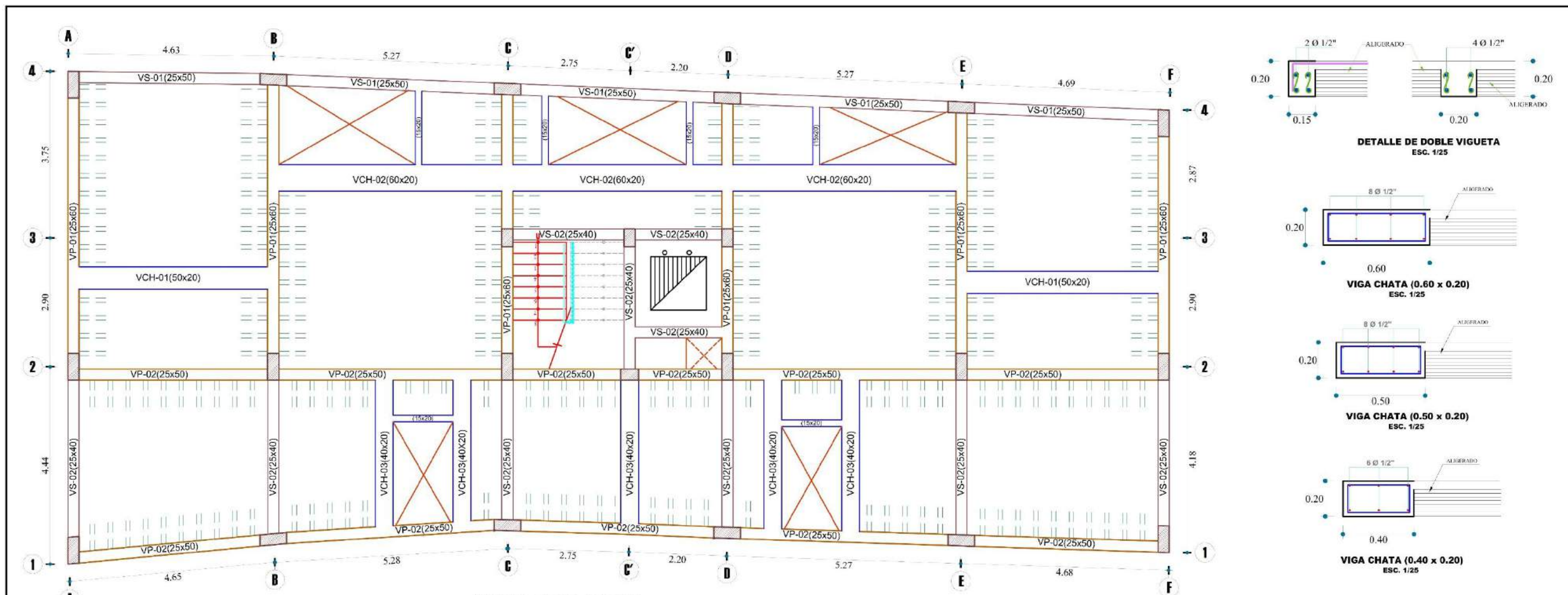
DETALLE DE COLUMNAS
ESC. 1/25



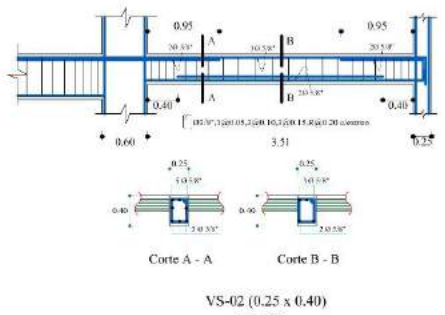
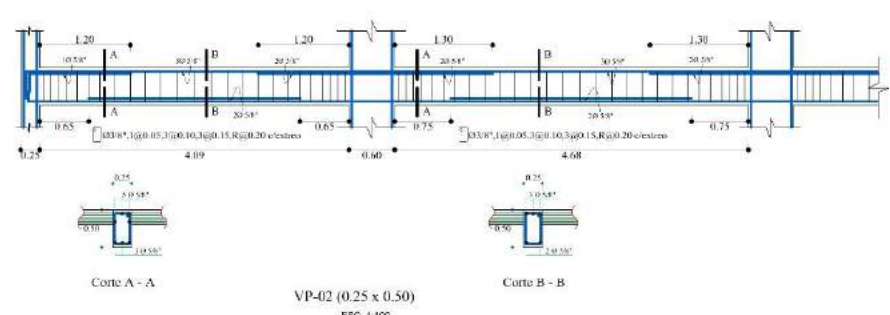
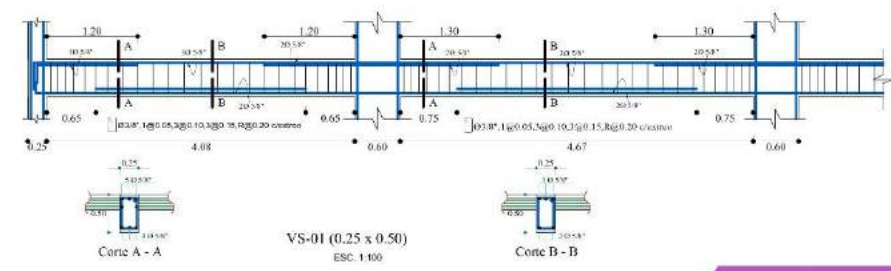
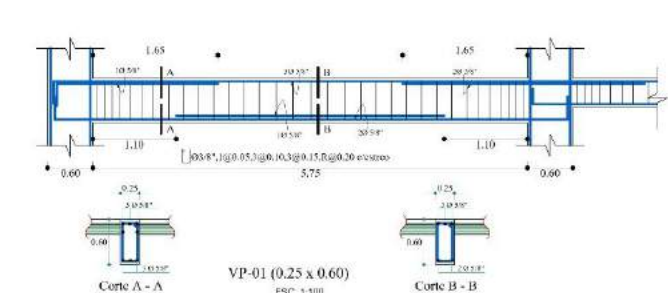
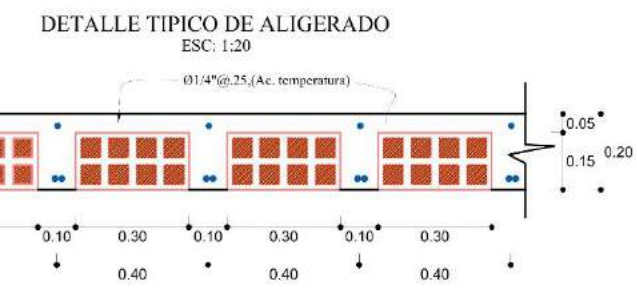
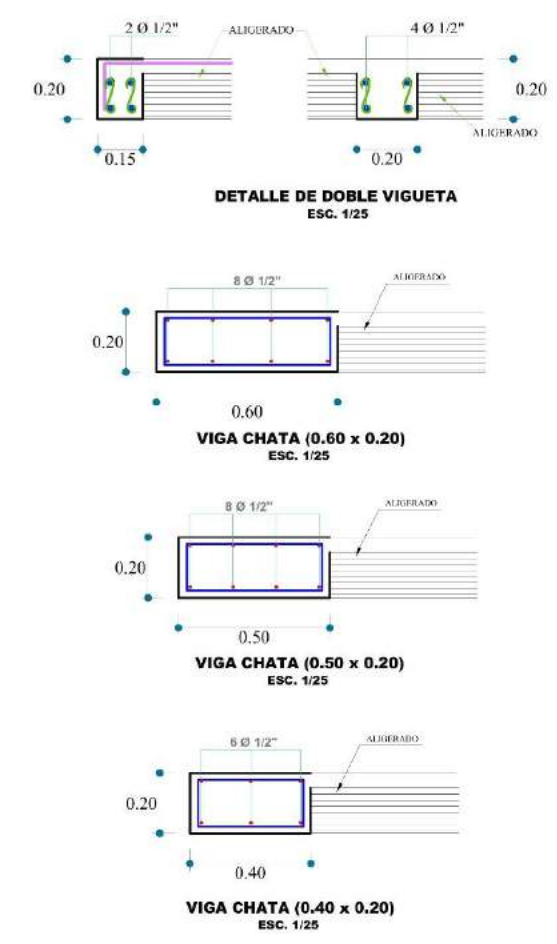
DETALLE CORTES CIMENTACIÓN
ESC. 1/50



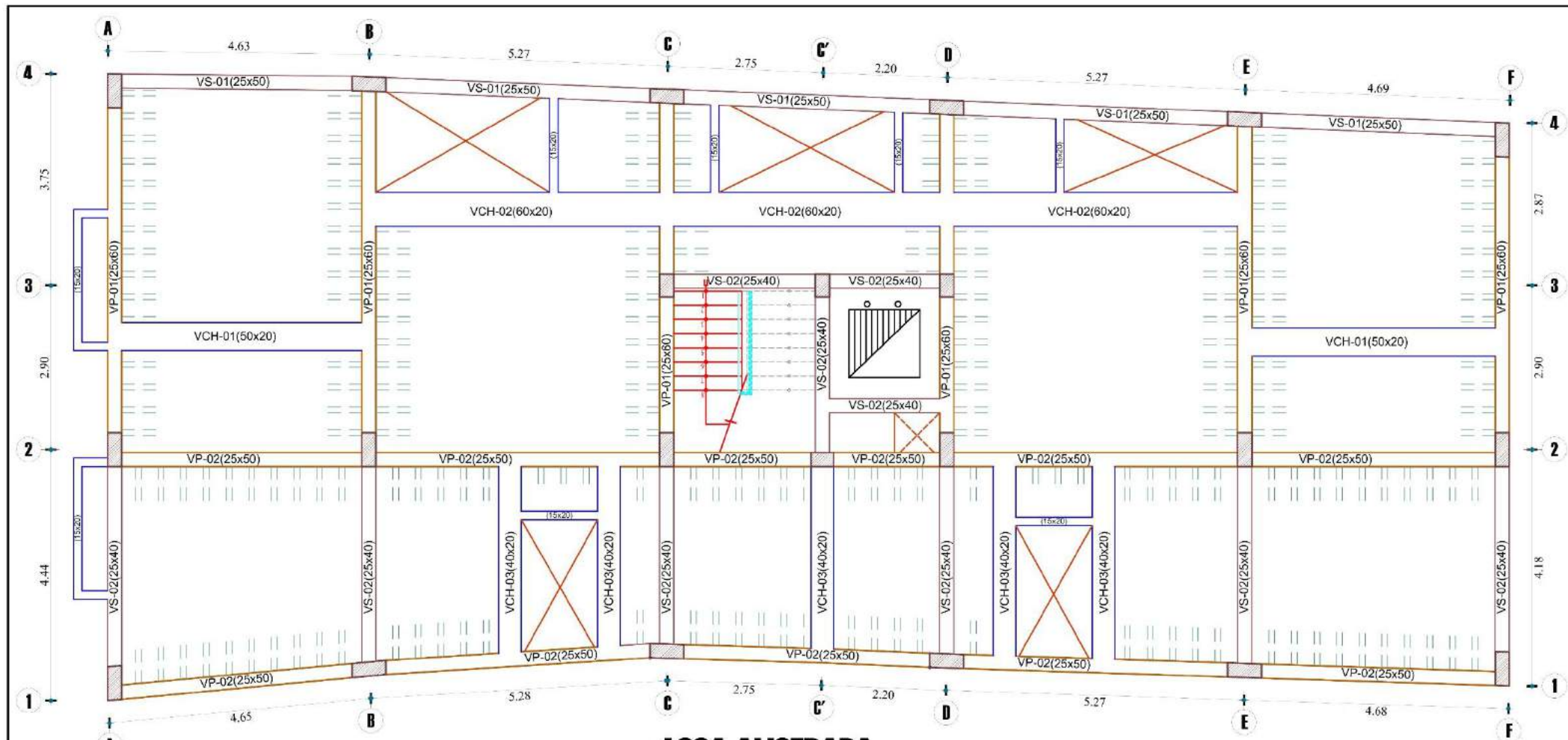
		UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
		PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael		LAMINA N°:
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN	E-01
PLANO DE CIMENTACION Y DETALLES					
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURA	DIBUJO:	Y. M. M. S.	ESCALA: INDICADA	



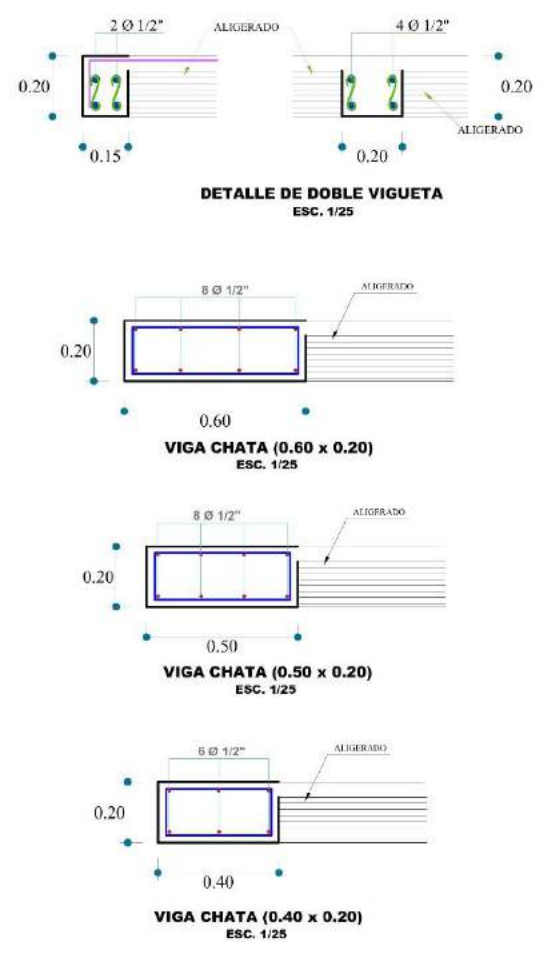
LOSA ALIGERADA
1er. NIVEL esc. 1/100



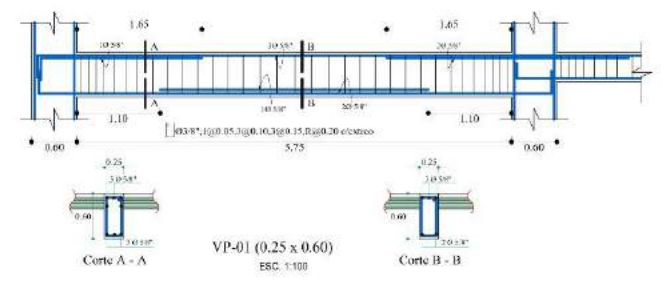
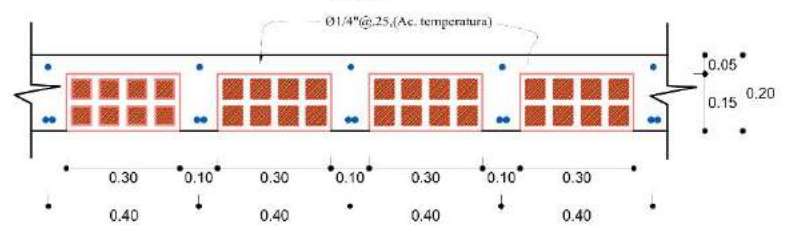
 UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA BARRIO: SHANCAYAN
PLANO: ALIGERADO 1er NIVEL, DESARROLLO DE VIGAS y DETALLES			E-02
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURA	DIBUJO:	Y. M. S.
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Noviembre 2019



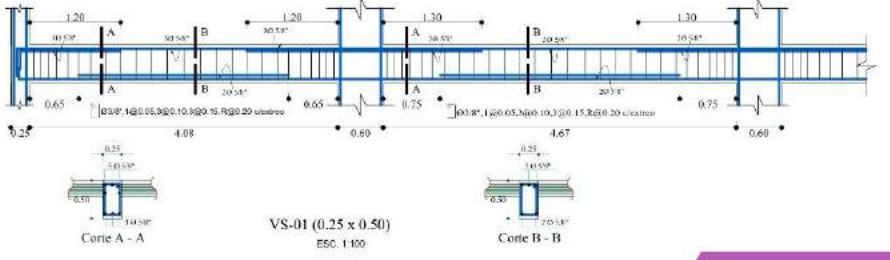
LOSA ALIGERADA
ESTRUCTURAL
2do, 3ro, 4to NIVEL esc. 1/100



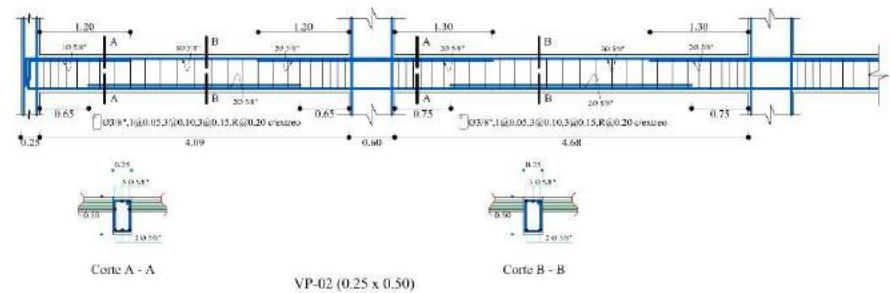
DETALLE TIPICO DE ALIGERADO
ESC. 1:20



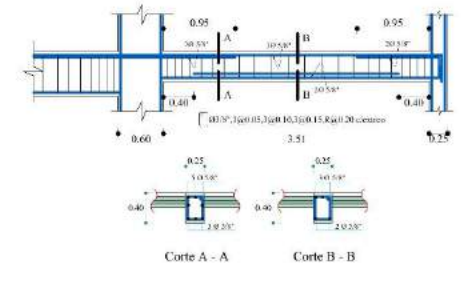
VP-01 (0.25 x 0.60)
ESC. 1:100



VS-01 (0.25 x 0.50)
ESC. 1:100



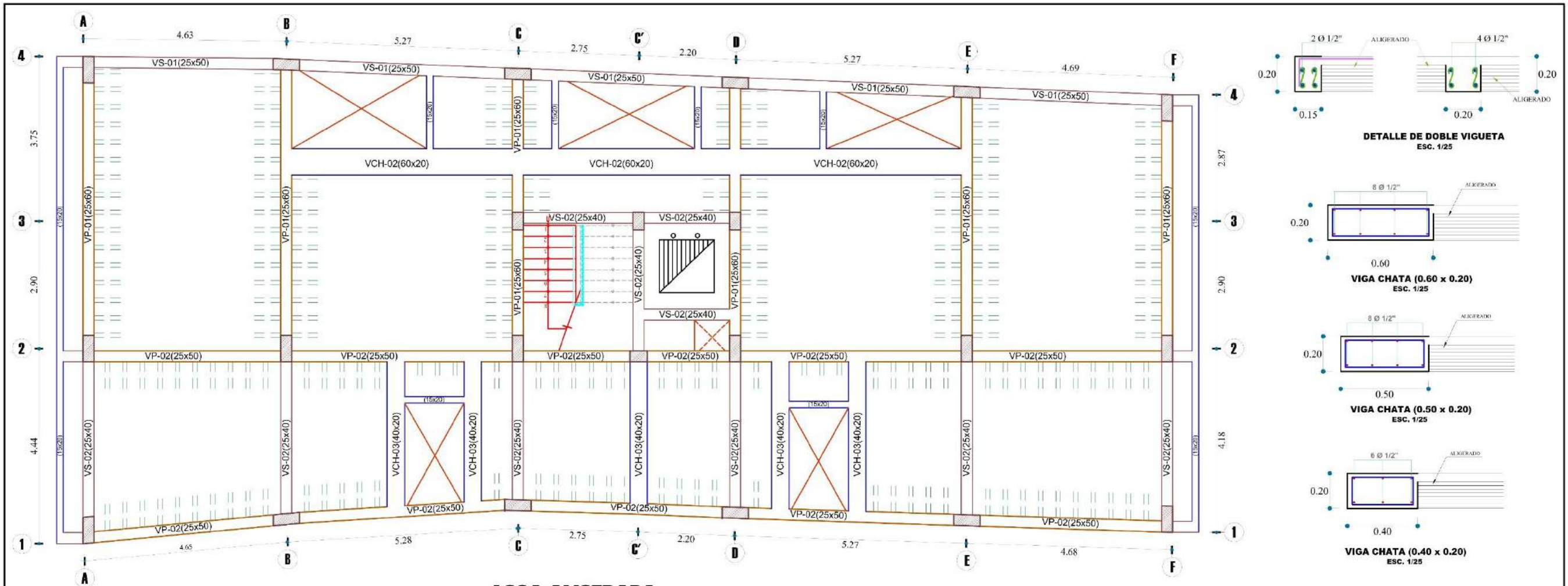
VP-02 (0.25 x 0.50)
ESC. 1:100



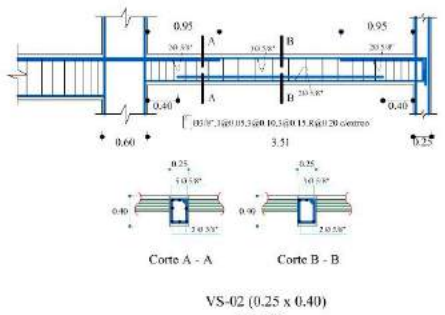
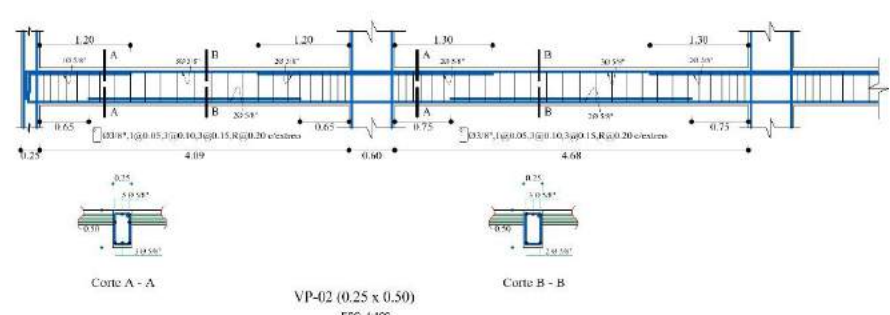
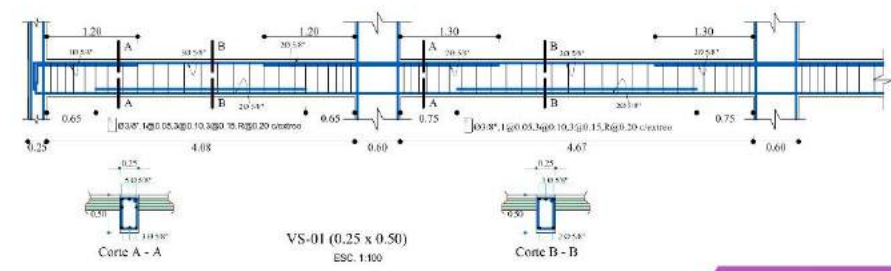
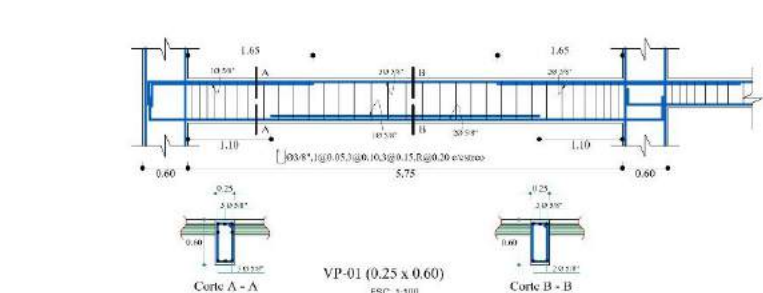
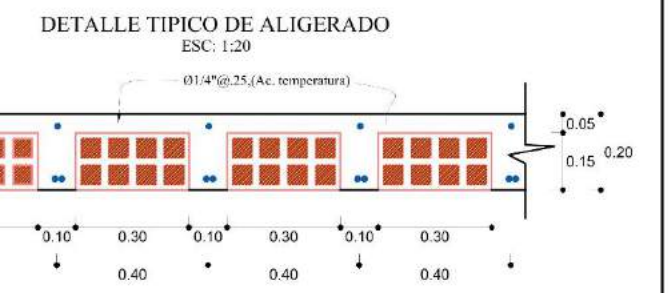
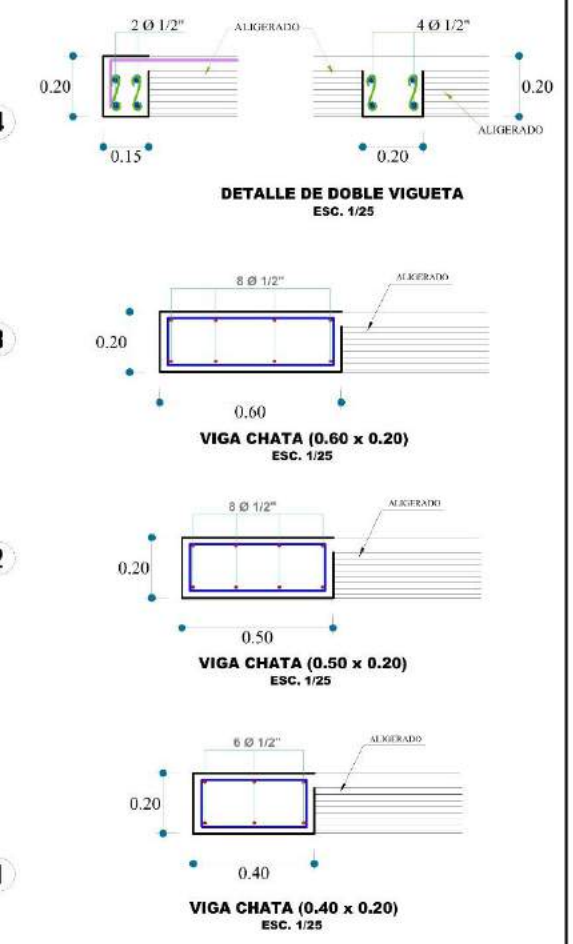
VS-02 (0.25 x 0.40)
ESC. 1:100

 UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE: 1409100335		ESTUDIANTE: MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael	
UBICACION: DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	BARRIO: SHANCAYAN
PLANO: ALIGERADO 2do, 3ro, 4to NIVEL, DESARROLLO DE VIGAS y DETALLES			
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA	DIBUJO: Y. M. M. S.	ESCALA: INDICADA	FECHA: Noviembre 2019

E-03



LOSA ALIGERADA
5to NIVEL esc. 1/100



 UNIVERSIDAD "SAN PEDRO" FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL			
PROYECTO: DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR CON 5 NIVELES EN SHANCAYAN - HUARAZ			
CODIGO DE ESTUDIANTE:	1409100335	ESTUDIANTE:	MELLENDEZ SEVILLANO Youlyr Michael
UBICACION:	DEPARTAMENTO: ANCASH	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA BARRIO: SHANCAYAN
PLANO: ALIGERADO 5to NIVEL, DESARROLLO DE VIGAS y DETALLES			E-04
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURA	DIBUJO:	Y. M. M. S.
ESCALA:	INDICADA	FECHA:	Noviembre 2019