

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO PROFESIONAL
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO
APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN DE SEIS NIVELES, SITIO EN JR.
AUGUSTO B. LEGUÍA N°817 – TARAPOTO – PROVINCIA SAN
MARTÍN – PERÚ, 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORES : BACH. CACHIQUE LOLO, WILTON

: BACH. DEL AGUILA GARCIA, CRISTIAN RICHERD

ASESOR : M. SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA



SAN MARTÍN –PERÚ

2021

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por brindarme vida y salud en estos momentos de pandemia, por darme la inteligencia y paciencias y de este modo poder alcanzar mis metas, a pesar de las dificultades que se presentan en la vida.

A mis apreciados padres; Wilton Cachique Tananta y Lloysi del Carmen Lolo Armas, por el apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas. Ellos fueron los pilares de mi etapa profesional. También dedicarle: a mi pareja Elisa Mercedes y hermanos(as) por motivarme día a día, y por darme las fuerzas necesarias para seguir a delante

Wilton Cachique Lolo.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por todas las bendiciones, el que me ha dado fortaleza en los momentos más difíciles para seguir a delante y lograr mis objetivos.

De igual forma dedico este trabajo a mis padres, quienes me dieron: la vida, educación, valores y me han respaldado siempre, siendo pilares en mi crecimiento personal.

A mi hermano y hermanas que siempre han confiado en mí, brindándome su apoyo incondicional en una lucha constante por salir a delante.

En memoria de mi tío y primo Janquin, eternamente en nuestros corazones.

Cristian Richerd del Aguila Garcia.

AGRADECIMIENTO

- A nuestra familia en general, porque siempre nos han brindado su apoyo de múltiples formas y por compartir buenos y malos momentos.
- A nuestros compañeros de estudio en general, a los maestros y amigos, en especial al grupo que conformamos al efectuar este trabajo, porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta, porque trabajar en equipo es sinónimo de ser mejores líderes.
- También agradecemos al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo PRONABEC, por la oportunidad brindada todos estos años de estudios universitarios.
- Al Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, por su asesoramiento a lo largo del desarrollo del presente estudio.
- A nuestra casa de estudios Universidad Científica del Perú “UCP”, por permitirnos culminar la carrera profesional de ingeniería civil.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

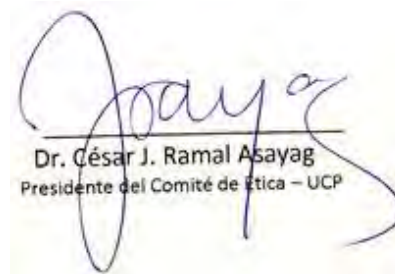
El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS
COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE
EDIFICACIÓN DE SEIS NIVELES, SITIO EN JR. AUGUSTO B. LEGUÍA N°817 –
TARAPOTO – PROVINCIA SAN MARTÍN – PERÚ, 2021”**

De los alumnos: **WILTON CACHIQUÉ LOLO Y CRISTIAN RICHERD DEL AGUILA GARCIA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **7% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 9 de junio del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_INGENIERÍA
CIVIL_2021_TSP_WiltonCachique_Cristian_DelAguila_V1.pdf
(D107252247)

Submitted: 5/31/2021 7:46:00 PM

Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe

Significance: 7 %

Sources included in the report:

Tesis Jose Paul Yauli Paredes.pdf (D12045253)

Tesis Milton Acosta-Adrian Barzola.docx (D14931761)

20190617 David Nogales_Jonathan Yanez.pdf (D53926585)

<https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629756/TESIS%20LUIS%20CONTRERAS.pdf?sequence=1>

<https://core.ac.uk/download/pdf/156899039.pdf>

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3730/TESIS%20IAG93_Pal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

<https://www.doccity.com/es/fluencia-del-acero-y-propiedades-fisicas-del-acero/5797622/>

<https://www.doccity.com/es/disenio-de-vivienda-sismoresistente/7233575/>

<https://1library.co/document/oy8drj4z-arte-reforzamiento-muros-mamposteria-estructurales-polimeros-reforzados-fibras.html>

<http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/90/T%20551.22%20R456%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instances where selected sources appear:

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 448 -2021- UCP - FCEI del 26 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. Presidente
- Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc. Miembro
- Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 16:00 horas, del día martes 27 de julio de 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la secretaria Académica de la Facultad y el director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional:

“ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN DE SEIS NIVELES, SITIO EN JR. AUGUSTO B. LEGUÍA N°817 – TARAPOTO – PROVINCIA SAN MARTÍN – PERÚ, 2021”

Presentado por las sustentantes:

WILTON CACHIQUÉ LOLO Y CRISTIAN RICHERD DEL AGUILA GARCIA

Asesorado por: **Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.**

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil.**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSOLUCION**

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADA POR MAYORIA (CON LA NOTA DE QUINCE)**

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.
Presidente



Ing. Luis Paredes Aguilar, M. Sc.
Miembro



Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc.
Miembro

CALIFICACIÓN:	Aprobado (a) Excelencia	: 19 – 20
	Aprobado (a) Unanimidad	: 16 - 18
	Aprobado (a) Mayoría	: 13 – 15
	Desaprobado (a)	: 00 – 12

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compagñon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE.....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	15
1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIOS.....	15
1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL.....	15
1.1.2. A NIVEL NACIONAL.....	17
1.1.3. A NIVEL REGIONAL.....	18
1.2. BASES TEÓRICAS.....	18
1.2.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	18
1.2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA FIBRA DE CARBONO.....	19
1.2.3. CAPACIDAD DE RESISTENCIA CON FRP.....	21
1.2.4. USOS DE LA FIBRA DE CARBONO EN DIVERSAS INDUSTRIAS.....	21
1.2.5. TIPOS DE FIBRAS DE CARBONO.....	22
1.2.6. USO COMO SISTEMA ESTRUCTURAL EN EL RUBRO DE LA CONSTRUCCIÓN.....	23
1.2.7. INSTALACIÓN DE LA FIBRA DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	23
1.2.8. REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	24
1.2.9. ESFUERZO CORTANTE.....	25
1.2.10. ESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS.....	26

	Pág.
1.2.11. DESPLAZAMIENTOS.....	27
1.2.12. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA.....	28
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	29
1.3.1. DUCTILIDAD ESTRUCTURAL.....	29
1.3.2. RESISTENCIA MECÁNICA.....	29
1.3.3. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	29
1.3.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....	29
1.3.5. RIGIDEZ.....	30
1.3.6. ESFUERZOS.....	30
1.3.7. DEFORMACIONES.....	30
1.3.8. VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	30
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	31
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	31
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	32
2.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	32
2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	32
2.3. OBJETIVOS.....	33
2.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	33
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
2.4. HIPÓTESIS.....	33
2.5. VARIABLES.....	34
2.5.1. IDENTIFICACIÓN.....	34
2.5.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	34
2.5.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	35
2.5.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.....	35

2.5.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRUCTURA REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO.....	35
2.5.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO...	35
2.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	37
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.2.1. POBLACIÓN.....	37
3.2.2. MUESTRA.....	37
3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	37
3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.3.3. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	38
3.4. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	39
3.4.1. PROCESAMIENTOS DE DATOS.....	39
3.4.2. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN DE 6 NIVELES.....	39
3.4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	39
3.4.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL EXISTENTE.....	40

	Pág.
3.4.2.3. INTERVENCIÓN DE PROPUESTA.....	41
3.4.2.4. NORMATIVA APLICABLE.....	43
3.4.2.5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.....	44
3.4.2.5.1. CONCRETO ARMADO.....	44
3.4.2.5.2. ACERO CORRUGADO.....	44
3.4.2.6. ESTADO DE CARGA.....	44
3.4.2.7. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA EDIFICACIÓN.....	46
3.4.2.7.1. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO.....	46
3.4.2.7.2. MODELO MATEMÁTICO DE LA EDIFICACIÓN.....	47
3.4.2.7.3. PARÁMETROS SÍSMICOS.....	47
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	50
CAPÍTULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1. DISCUSIONES.....	85
5.2. CONCLUSIONES.....	85
2.3. RECOMENDACIONES.....	87
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	91
ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Usos de las fibras de carbono en diversas industrias.....	21
Tabla N° 02: Sistema sika carbodur s.....	22
Tabla N° 03: Uso como sistema estructural en el rubro de la construcción.....	23
Tabla N° 04: Cambios en los sistemas estructurales.....	23
Tabla N° 05: Cargas vivas.....	45
Tabla N° 06: Cargas muerta.....	45
Tabla N° 07: Factores de reducción de resistencia.....	46
Tabla N° 08: Datos del sistema estructural.....	49
Tabla N° 09: Resumen de resultados de ensayo de esclerometría.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Comparación esquemática de tipos de estructuras de carbono.....	19
Figura N° 02-03: Esfuerzo cortante.....	25
Figura N° 04-05: Estabilidad de estructuras.....	26
Figura N° 06: Desplazamientos.....	27
Figura N° 07: Ensayo de Esclerometría.....	28
Figura N° 08: Ubicación del proyecto	40
Figura N°09: Primer nivel – Locales comerciales.....	41
Figura N°10: Segundo nivel _ Local comercial	41
Figura N°11: Tercer nivel _ Minidepartamentos.....	42
Figura N°12: Cuarto nivel _ Minidepartamentos.....	42
Figura N°13: Quinto nivel _ Minidepartamentos	43
Figura N°14: Sexto nivel _ Minidepartamentos, un tanque elevado de 2.50 m3 y cuenta con cobertura liviana.....	43
Figura N° 15: Sistema aporticado viga-columna.....	49

	Pág.
Figura N° 16: Modelamiento estructural del edificio en estudio (Estado Actual).....	50
Figura N° 17: Propiedades del Concreto.....	51
Figura N° 18: Propiedades del Acero Estructural.....	52
Figura N° 19: Coeficientes para Pesos Sísmico - NTE E 0.30.....	53
Figura N° 20: Sección y refuerzo de columnas del 1 Nivel.....	54
Figura N° 21: Sección y refuerzo de las columnas del 2 a 5 piso.....	54
Figura N° 22: Sección y refuerzo de VCH 15x20 - Todos los Niveles.....	55
Figura N° 23: Sección y refuerzo de VCH 20x20- Todos los Niveles.....	56
Figura N° 24: Sección y refuerzo de VP 101 25x40- Todos los Niveles...	57
Figura N° 25: Sección y refuerzo de VP102 25x45 - Todos los Niveles...	58
Figura N° 26: Sección y refuerzo VS 103 - 25x20- Todos los Niveles.....	59
Figura N° 27: Espectro de Respuesta Dir X - NTE E 0.30.....	60
Figura N° 88: Espectro de Respuesta Dir Y - NTE E 0.30.....	61
Figura N° 29: Deriva de Entrepiso Dir X (Estructura Regular)	62
Figura N° 30: Deriva de Entrepiso Dir Y (Estructura Regular)	62
Figura N° 31: Combinaciones de Diseño - NTE E 0.60.....	63
Figura N° 32: Normativa Aplicada y Coeficientes - NTE E 0.90.....	63
Figura N° 33: Ratios de Capacidad de Elementos Estructurales.....	64
Figura N° 34: Propiedad No Lineal de Concreto F_c 210 Kg/cm ²	64
Figura N° 35: Acero Refuerzo para Viga $F_{ye} = 1.25F_y$	65
Figura N° 36: Propiedades No Lineal del Acero de Refuerzo (Viga).....	65
Figura N° 37: Acero de Refuerzo en Columna $F_{ye} = F_y$	66
Figura N° 38: Propiedades No Lineal de Acero de Refuerzo (Columna)..	66
Figura N° 39: Aplicación de Rotulas Plásticas en Vigas.....	67
Figura N° 40: Aplicación de Rotulas Plásticas en Columnas.....	67
Figura N° 41: Carga Lateral Aplicada al Centro de Masa (Dir X).....	68
Figura N° 42: Carga Lateral Aplicado al Centro de Masa (Dir Y).....	68
Figura N° 43: Casos de Carga No Lineal Push Over.....	69
Figura N° 44: Carga Gravitacional No Lineal.....	69
Figura N° 45: Carga Push X.....	70

	Pág.
Figura N° 46: Carga Push Y.....	71
Figura N° 47: Carga Push del Modo 1.....	72
Figura N° 48: Carga Push del Modo 2.....	73
Figura N° 49: Mecanismo de Rotulas Plásticas en Columnas.....	73
Figura N° 50: Curva Capacidad y Representación Bilineal según ASCE 41-13 y E 0.30 para obtener el punto de desempeño Dirección X.....	74
Figura N° 51: Curva Capacidad y Representación Bilineal según ASCE 41-13 y E 0.30 para obtener el punto de desempeño Dirección Y.....	74

RESUMEN

El proyecto de suficiencia profesional cuyo objetivo es determinar de qué manera el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de la edificación de seis niveles, mejora el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo, debido a que dichos elementos estructurales fueron construidos sin el control de calidad requerido para una edificación de tal envergadura, originalmente los elementos estructurales fueron diseñados y construidos para dos niveles, pero con el paso del tiempo se construyó cuatro niveles más sin asistencia técnica calificada, generando nuevas solicitaciones de la estructura y por ende los elementos estructurales están fuera de diseño.

En el proyecto de investigación se utilizó las indicaciones y formulas presentadas en la Norma Internacional ACI 440-2R17, en función a esta norma se desarrolló una hoja de cálculo la cual permite insertar los efectos sísmicos para el diseño del reforzamiento en los elementos estructurales sometidas a tensión y flexión. Las fibras de carbono incrementan la resistencia a la tensión, mejora el confinamiento y aumenta la capacidad de carga.

La metodología de nuestra investigación fue no experimental, con orientación aplicativa.

Se determinó que la Edificación de 6 niveles, tiene vulnerabilidad sísmica alta, debido a que la resistencia aparente del concreto armado en sus elementos estructurales es deficiente, además su comportamiento sísmico es inadecuado, ya que los elementos estructurales cumplen con resistir cargas vivas y muertas, pero no soportan cargas sísmicas, por lo que podría sufrir daños considerables ante un sismo de gran magnitud; por lo tanto el reforzamiento con fibra de carbono en los elementos estructurales aumenta su resistencia actual hasta 10 veces más y mejora el comportamiento de la estructura.

Palabras claves: Reforzamiento, fibras de carbono, tensión.

ABSTRACT

The professional sufficiency project whose objective is to determine how the carbon fiber reinforcement (CFRP) in the structural elements of the six-story building improves the behavior of the structure in the presence of an earthquake, improves the behavior of the structure in the presence of an earthquake, because these structural elements were built without the quality control required for a building of such size, originally the structural elements were designed and built for two levels, but with the passage of time, four more levels were built without qualified technical assistance, generating new stresses on the structure and therefore the structural elements are out of design.

In the research project the indications and formulas presented in the International Standard ACI 440-2R17 were used, based on this standard a calculation sheet was developed which allows inserting the seismic effects for the design of the reinforcement in the structural elements subjected to tension and bending. Carbon fibers increase tensile strength, improve confinement and increase load capacity.

The methodology of our research was non-experimental, with an application orientation.

It was determined that the six-level building has high seismic vulnerability, because the apparent resistance of the reinforced concrete in its structural elements is deficient, in addition its seismic behavior is inadequate, since the structural elements comply with resisting live and dead loads, but they do not support seismic loads, so it could suffer considerable damage in the event of a large earthquake; therefore the reinforcement with carbon fiber in the structural elements increases their current resistance up to ten times more and improves the behavior of the structure.

Keywords: Reinforcement, carbon fibers, tension.

INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra ubicado en Cinturón de Fuego del Pacífico y es una zona en donde el potencial sísmico es alto porque que bajo el Perú se da la subducción de la Placa Nazca en la Placa Sudamericana, la energía acumulada debido al traslape y fricción de estas se libera y da origen a las ondas sísmicas.

La edificación se encuentra en la zona sísmica 3 con un Factor de Zona 0.35 (Tabla N°1 E-030) lo cual incrementa las solicitaciones de diseño estructural, evidenciándose que la configuración estructural no es la adecuada para la mencionada zona sísmica.

Se consideró las indicaciones y fórmulas mostradas en la Norma Internacional ACI 440-2R17 con el objetivo de realizar un adecuado reforzamiento de los elementos estructurales de los seis niveles de la edificación, haciendo uso de láminas de fibras de carbono (CFRP), porque no se requiere de mucha mano de obra para realizar el reforzamiento. Se debe lograr un balance entre costos, funcionamientos, estética, espacio, urgencia, dificultad y seguridad.

A continuación, se detallan los capítulos abordados en el proyecto:

Capítulo I: Marco Teórico.

Capítulo II: Planteamiento del Problema.

Capítulo III: Metodología.

Capítulo IV: Resultados

Capítulo V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.

1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL.

CRUZ SOLIS, Juan Jose. En su trabajo de investigación titulado: *Estudio del anclaje por adherencia y el comportamiento a flexión de refuerzos con laminados de fibras de carbono en elementos estructurales de hormigón armado*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, octubre-2015, Entre otros aspectos se concluyó que:

- En los ensayos realizados a flexión durante el presente estudio fue posible observar el comportamiento de las vigas de hormigón armado trabajando a flexión y reforzadas con laminados adheridos externamente con adhesivos epóxicos; dicho comportamiento depende de las propiedades de los materiales que se adhiere.

- Bajo esta perspectiva, se puede concluir que la técnica de refuerzo mostrada en el presente estudio tiene grandes ventajas sobre de otras técnicas actualmente en uso, al permitir incrementar la capacidad portante en porcentajes que comúnmente alcanzan el 70%.

- Por otra parte, el empleo de esta técnica permite incursionar sobre los elementos sin hacerse notar de manera agresiva; no incrementa el volumen ni el peso del elemento y permite colocarse con gran velocidad en comparación con cualquier otra técnica.

Gómez de la Peña, Enrique. En su trabajo de investigación titulado: *Refuerzo y reparación con FRP de vigas de madera aserradas sometidas a flexión* (Tesis posgrado). Universidad Politécnica de Madrid, España-,

2017. Según el investigador, FRP significa (polímero reforzado de fibra). Entre otros aspectos se concluyó que:

- Si a su vez se aumenta la cantidad de refuerzo (mayor rigidez) se observa un comportamiento similar, donde la respuesta de la vida se hace más impredecible y no se produce un aumento de la resistencia considerable. Por esto se destaca la importancia de que las fibras, a la hora de realizar un refuerzo, tengan un módulo de elasticidad lo más cercano al de la madera posible, y que dispongan de la mayor capacidad de deformación antes de la rotura posible. Realizando en todos los casos un refuerzo efectivo, con la cantidad de fibra necesaria para no aumentar la rigidez del conjunto y perder la eficiencia del mismo, siendo más importante la ubicación y modo de colocación, por encima de la cantidad de fibra ejecutada.
- Las vigas separadas con 2 capas de 160gr/cm² y con una capa de 210gr/cm², muestran resultados similares de resistencia. Las vigas reforzadas con 2 capas de 160gr/cm² aumentaron su resistencia un 14.7% respecto a las vigas sin refuerzo, vigas reforzadas con 1 capa 210gr/cm² aumentaron la resistencia un 32.2%. resulta de mayor interés el refuerzo con una capa de 210gr/cm², ya que los resultados son más elevados con una menor cantidad de material.
- El refuerzo con 2 capas de 210gr/cm² obtiene un aumento de la resistencia del 34.6% en vigas reparadas y un 84.1% en vigas reforzadas respecto de vigas sin reforzar, por lo que resulta especialmente interesante.

1.1.2. A NIVEL NACIONAL.

Vega Pereda, Carlos Enrique. En su trabajo de investigación titulado: *Evaluación y reforzamiento de dos edificios contiguos construidos en la década del 60 en el centro de Lima*. (Tesis posgrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Perú, Lima, Julio, 2017. Entre otros aspectos se concluyó que:

- De acuerdo con observaciones experimentales, la fuerza máxima a tensión que puede soportar el sistema a base de la fibra de carbono no depende de su longitud de adhesión total.
- A comparación del reforzamiento con acero a la estructura. Se comprobó que el refuerzo de fibra de carbono (CFRP) aumenta la resistencia de las secciones de concreto armado sometidas a flexión y compresión.
- Para el reforzamiento en particular de este proyecto la alternativa de reforzar con estructura de acero no era viable debido a la restricción encontrada en la junta de 5cm, la cual tenía que ser conservada, los elementos de concreto ofrecían mayor rigidez.

Cajaleón León, Edson Antonio. en su trabajo de investigación titulado: *Comportamiento inelástico de pórticos de concreto armado con vigas reforzadas a flexión con CFRP*. (Tesis posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, 2017. Según este investigador CFRP significa (polímero reforzado de fibra de carbono). Entre otros aspectos se concluyó que:

- El reforzamiento con la configuración 1 disminuye considerablemente la ductilidad en todos los pórticos. En porcentajes se refiere a un 20-47%; sin embargo, mejora la resistencia entre 3-7% lo cual indica que se está disminuyendo la ductilidad a cambio de un aumento de resistencia no tan considerable.

- Un incremento de sobrecarga influye en el rendimiento de una estructura debido a que ésta significaría para la estructura un aumento de fuerza sísmica.

- Por otro lado, disminuiría la ductilidad, puesto que, queda demostrado que al aumentar la fuerza axial en una sección se pierde ductilidad en el elemento.

1.1.3. A NIVEL REGIONAL.

En el Distrito de Tarapoto, Región San Martín no se encuentra referencia alguna de haberse efectuado algún mantenimiento o reforzamiento de estructuras de edificación utilizando fibras de carbono.

1.2. BASES TEÓRICAS.

1.2.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

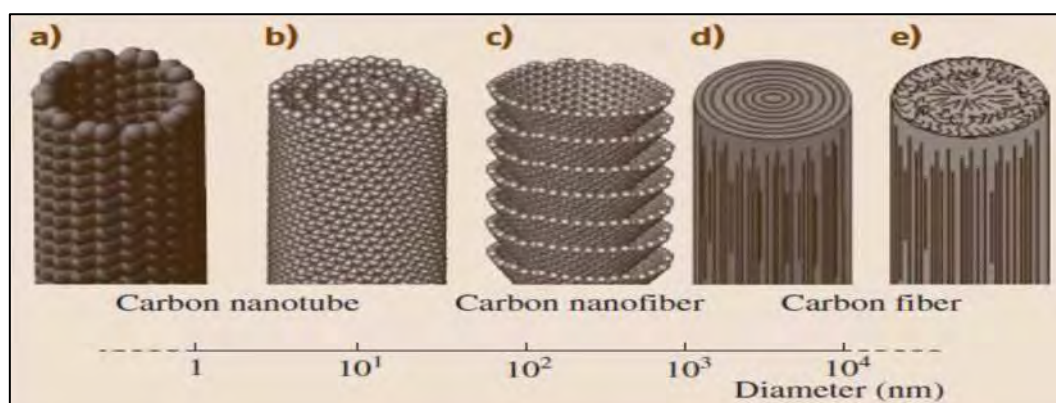
Los elementos estructurales, también llamados miembros estructurales o piezas estructurales “son cada una de las piezas que forman parte de una estructura, poseen un carácter unitario y se muestran de la misma manera bajo la acción de una o varias cargas aplicadas. (Ing. Oswaldo D. Centeno O.)

1.2.2. HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA FIBRA DE CARBONO.

La fibra de carbono CFRP (polímero reforzado de fibra de carbono) es un material compuesto esencialmente de átomos de carbono, constituido por pequeñas fibras de 50-10 micras (μm) de diámetro. Los átomos de carbono que conforman las fibras de carbono se encuentran entrelazadas entre sí a través de cristales, los cuales están alineados paralelamente al eje longitudinal de la fibra, lo cual le produce a la fibra una alta resistencia en relación a su tamaño.

Entre las principales propiedades que poseen las fibras de carbono es que son materiales muy flexibles, son altamente resistentes, son elementos livianos y de baja densidad en comparación al acero, son resistentes a altas temperaturas y baja expansión térmica, poseen un bajo costo de instalación y una rápida puesta en servicio; estos beneficios las hacen muy conocidas en la industria aeronáutica, de la construcción, automovilística, etcétera. (Ojeda, 2011, p.42). En la Figura 1 se muestra la comparación esquemática de las dimensiones de diámetro en un registro escala de varios tipos de carbonos fibrosos.

Figura N° 01: Comparación esquemática de tipos de estructuras de carbono.



Fuente: Cornejo, 2015, p.50

En el Perú, históricamente, el reforzamiento estructural que se ha venido utilizando, a lo largo de los años ha sido de manera convencional, ya sea agregando elementos estructurales como vigas o placas, incrementando las dimensiones de las secciones transversales o instalando elementos metálicos que ayuden a soportar las cargas solicitadas en la edificación. Sin embargo, en los últimos 10 años cada vez es más frecuente en el Perú el uso de sistemas de reforzamiento estructural basados por materiales compuestos de alta tecnología que presentan innumerables ventajas frente a los métodos convencionales; como, por ejemplo, la fibra de carbono, el cual es un polímero 10 veces más resistente a la tracción que el acero (35 500 kg/cm² vs. 4 200 kg/cm²) y mucho más liviano.

La fibra de carbono es un polímero que se obtiene al calentar sucesivamente a altas temperaturas -hasta 1500 °C- otro polímero llamado poliacrilonitrilo. Este proceso de recalentamiento da lugar a la formación de unas cintas perfectamente alineadas de casi carbono puro en su forma de grafito, por ello su nombre de fibras de carbono.

En la década de 1960, un proceso desarrollado por Akio Shindo de la Agencia de Ciencia Industrial Avanzada y Tecnología de Japón, con poliacrilonitrilo (PAN) como materia prima. Este había producido una fibra de carbono que contiene alrededor del 55% de carbono. El alto potencial de la fibra de carbono fue aprovechado en 1963 en un proceso desarrollado en el Establecimiento Real de aeronaves en Hampshire.

En décadas de 1970, los trabajos experimentales para encontrar materias primas alternativas llevaron a la introducción de fibras de carbono a partir de una brea de petróleo derivadas de la transformación del petróleo." Estas fibras contenían alrededor de 85% de carbono y tenía una excelente resistencia a la flexión". Poco a poco este material se ha ido

introduciendo a los diferentes rubros y uno de ellos es el de la construcción el cual ha tenido bastante aceptación debida a las grandes ventajas que puede proporcionar. (Ojeda Mariano, 2011, p.42).

1.2.3. CAPACIDAD DE RESISTENCIA CON FRP.

Refuerzo con FRP (polímero reforzado de fibra), los pórticos de hormigón armado y simple, es una técnica que viable para incrementar la capacidad de la estructura. Además, siempre que se configure adecuadamente el refuerzo en los elementos se mejora el control de daño y se logra aumentar la ductilidad global del sistema. Según los resultados obtenidos en este análisis, tanto en los modelos hormigón simple, como en los de hormigón armado.

El aumento de resistencia global del sistema estructural depende de la configuración de refuerzo que se coloca. Por ello, es necesario que a través de la simulación numérica utilizada la técnica de nuestra serie y paralelo, se optimicen los análisis de las estructuras con materiales compuestos para la mejora del diseño de refuerzo de edificios y de los puentes que necesitan rehabilitación o reparación. (Martzabel Molina- 2009, p.50)

1.2.4. USOS DE LA FIBRA DE CARBONO EN DIVERSAS INDUSTRIAS.

El uso de la fibra de carbono es tan variado que se emplea en los diferentes ámbitos como, por ejemplo:

Tabla N° 01: Usos de las fibras de carbono en diversas industrias.

AERONÁUTICA	AUTOMOVILISMO	DEPORTE	CONSTRUCCIÓN
Diseño de cabinas, motores.	Diseño de cascos, llantas, chasis en autos de alta gama	Raquetas, cascos, cañas de pescar, etcétera.	Reforzamiento estructural de viviendas antiguas, puentes.

Fuente: Ficha técnica de SIKA PERU (p.1)

1.2.5. TIPO DE FIBRAS DE CARBONO.

La empresa SIKA dispone de dos tipos de fibras de carbono como reforzamiento, las cuales son:

Sika Peru (2014) Sika CarboDur: “Este sistema está compuesto por láminas de refuerzo resistentes a la corrosión, reforzadas con fibra de carbono (CFRP) y el adhesivo especial Sikadur-30” (p.1).

Estos tipos de fibras de carbono pueden variar según el espesor requerido para el proyecto en el presente proyecto de investigación analizaremos mecánicamente el reforzamiento con fibras de 1.2mm y 1.4 mm de espesor, las cuales son la S512, S614 respectivamente

Sika Peru (2014) SikaWrap -600C: “Es un tejido unidireccional de fibra de carbono. El material es laminado en campo usando Sikadur-301 para conformar el polímero reforzado con fibras (CFRP), el cual es empleado para el reforzamiento de elementos estructurales” (p.1).

Este tipo de fibra trabaja principalmente en dos direcciones al contrario de las láminas de fibra de carbono que son unidireccionales.

Tabla N° 02: Sistema sika carbodur s

PLATINA SIKA CARBODUR: DATOS TECNICOS.	ADHESIVO SIKADUR 30.
Módulo de elasticidad: 165 GPa	Módulo de elasticidad: 12.8 GPa
Resistencia a la tracción: 2.8 GPa	Resistencia a la tracción: 33 GP
Resistencia a la rotura: 3.1 GPa	Resistencia al corte: 15 GPa
Deformación máxima: 1.7%	
Espesor: 1.2mm, 1.4mm	

Fuente: Ficha técnica de SIKA PERU (p.2)

1.2.6. USO COMO SISTEMA ESTRUCTURAL EN EL RUBRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

En este tipo de investigación analizaremos el sistema CARBODUR proporcionado por la empresa Sika. Para ver el incremento de carga, daños a parte estructurales, mejora de capacidad de servicio.

Tabla N° 03: Uso como sistema estructural en el rubro de la construcción.

INCREMENTO DE CARGA	DAÑOS A PARTES ESTRUCTURALES.	MEJORA DE CAPACIDAD DE SERVICIO.
Incremento de cargas vivas.	Envejecimiento de materiales de construcción.	Disminución de la deformación.
Incremento de volumen de tráfico en puentes	Corrosión de refuerzos de acero.	Reducción de la fatiga en los refuerzos de acero.
Cambios de uso en edificación.	Impacto de vehículos.	Reducción del ancho de las fisuras.

Fuente: Ficha técnica de SIKA PERU (p.2).

Tabla N° 04: Cambios en los sistemas estructurales.

CAMBIOS EN LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES.	DEFECTOS DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS O DISEÑO.
Eliminación de paredes o columnas	Insuficiencia de acero de refuerzo.
Cambio de sección de los elementos	Insuficiente recubrimiento.

Fuente: Ficha técnica de SIKA PERU (p.2).

1.2.7. INSTALACIÓN DE LA FIBRA DE CARBONO COMO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.

Para la instalación de las fibras de carbono se sigue los siguientes pasos:

- Limpieza y nivelación de impurezas de la zona a reforzar.

- Aplicar una capa de imprimante epóxico a la zona que se va a reforzar para generar adherencia.
- Cortar a la medida que se necesita la fibra. Adherir la fibra a la zona que se va a reforzar hasta que comience a absorber el saturante.
- Luego que la lámina absorba la primera capa de saturante, se aplica una segunda capa de saturante para cubrirla.
- Finalmente, se aplica una capa de acabado que cubre totalmente el reforzamiento con fibra de carbono. Según las especificaciones de la estructura. (Sika CarboDur -2014, p.30.)

1.2.8. REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

Quando las vigas de edificios o los pilares de puentes de hormigón armado son sometidas a cargas, impactos o ambientes químicos agresivos, se produce una rápida degradación del hormigón y de las armaduras de acero, dando lugar a una falla prematura de dichos elementos y fuerzas laterales que se traducen en elevadas fuerzas de corte en las vigas. Dichas fuerzas son resistidas a través de armadura transversal (estribos de acero). Cuando este esfuerzo es el adecuado, puede prevenir también la pérdida de adherencia de la armadura longitudinal y su flexibilidad. Pero cuando es mínimo, resultan elementos estructurales con insuficiente resistencia al corte, poco o nada confiable capacidad para resistir flexión o baja resistencia en la unión fundación – vigas. (Viviana Carolina Rougier-2003, p.5)

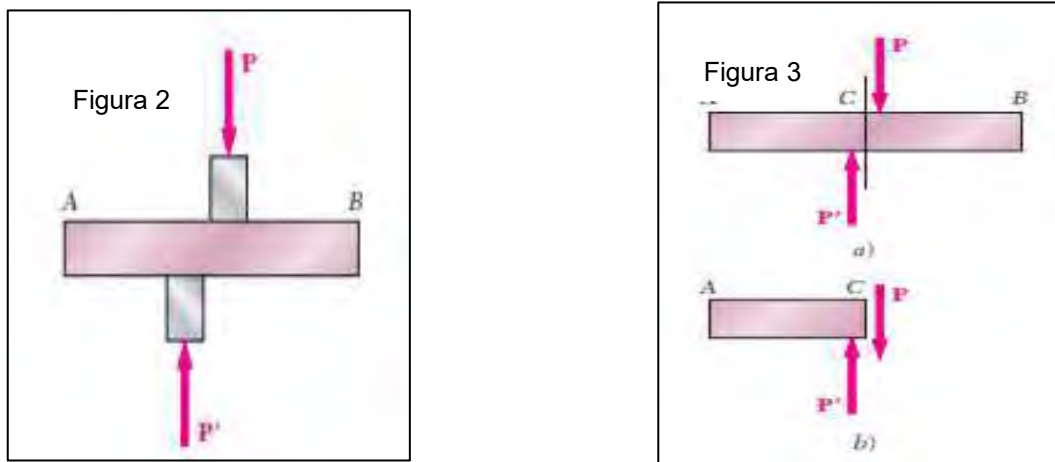
El término de reforzamiento estructural nace por consecuencia de un proceso constructivo inadecuado, materiales pobres e inadecuados, daños a partes estructurales, el incremento de cargas por servicio en ambientes omitidos en relación al diseño original de la estructura u otros factores. (Alegre, Gianfranco- 2017, p.7).

1.2.9. ESFUERZO CORTANTE.

Un tipo muy diferente de esfuerzo se obtiene cuando se aplican fuerzas transversales P y P' a un elemento AB (figura 2). Al efectuar un corte en C entre los puntos de aplicación de las dos fuerzas (figura 3a), obtenemos el diagrama de la porción AC que se muestra en la figura 3b. Se concluye que deben existir fuerzas internas en el plano de la sección, y que su resultante es igual a P . Estas fuerzas internas elementales se conocen como fuerzas cortantes, y la magnitud P de su resultante es el cortante en la sección. Al dividir el cortante P entre el área A de la sección transversal, se obtiene el esfuerzo cortante promedio en la sección. Representando el esfuerzo cortante con la letra griega τ (tau), se escribe:

$$\tau = \frac{P}{A}$$

FIGURA N° 02-03: Esfuerzo cortante.



Fuente: (Ferdinand P. Beer- E. Russell Johnston, JR.-John T. Dewolf-David F. Mazurek - 2010, Quinta Edición p.09-10).

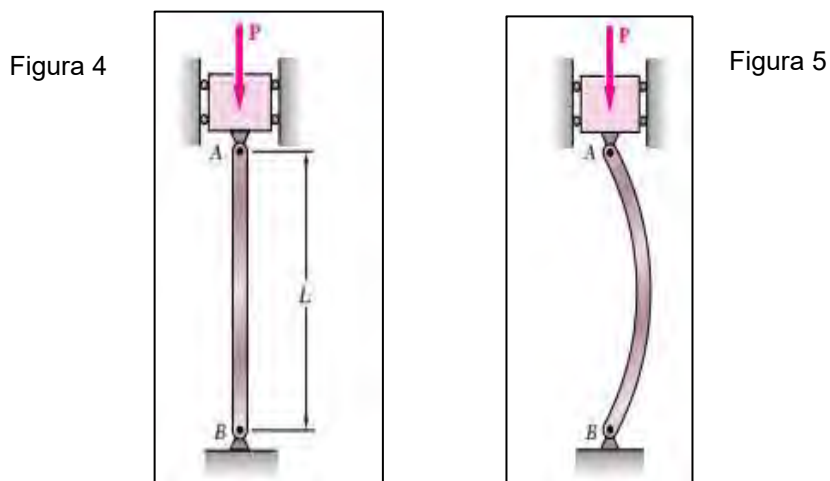
Debe enfatizarse que el valor obtenido es un valor promedio para el esfuerzo cortante sobre toda la sección. Al contrario de lo dicho con anterioridad para los esfuerzos normales, en este caso no puede suponerse que la distribución de los esfuerzos cortantes a través de una sección sea uniforme. Como se verá en el capítulo 6, el valor real t del esfuerzo cortante

varía de cero en la superficie del elemento hasta un valor máximo $t_{m\acute{a}x}$ que puede ser mucho mayor que el valor promedio, t_{prom} . (Ferdinand P. Beer- E. Russell Johnston, JR.-John T. Dewolf- David F. Mazurek - 2010, Quinta Edición p.09-10).

1.2.10. ESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS.

Suponga que debe diseñarse una columna AB de longitud L, para soportar una carga P (figura 4). Imagine que P es una carga axial céntrica y que la columna tiene sus dos extremos articulados. Si el área transversal A de la columna es tal que el valor $\sigma = P/A$ del esfuerzo en la sección transversal es menor que el valor permisible σ_{Perm} para el material utilizado y si la deformación $\delta = PL/AE$ cae dentro de las especificaciones dadas, podría concluirse que la columna se ha diseñado bien. Sin embargo, puede suceder que al aplicar la carga la columna se pandee, en lugar de permanecer recta, y se curve repentinamente (figura 5). (Ferdinand P. Beer- E. Russell Johnston, JR.-John T. Dewolf- David F. Mazurek – 2010, Quinta Edición, p.608).

Figura N° 04-05: Estabilidad de estructuras.



Fuente: (Ferdinand P. Beer- E. Russell Johnston, JR.-John T. Dewolf- David F. Mazurek – 2010, Quinta Edición, p.608).

1.2.11. DESPLAZAMIENTOS.

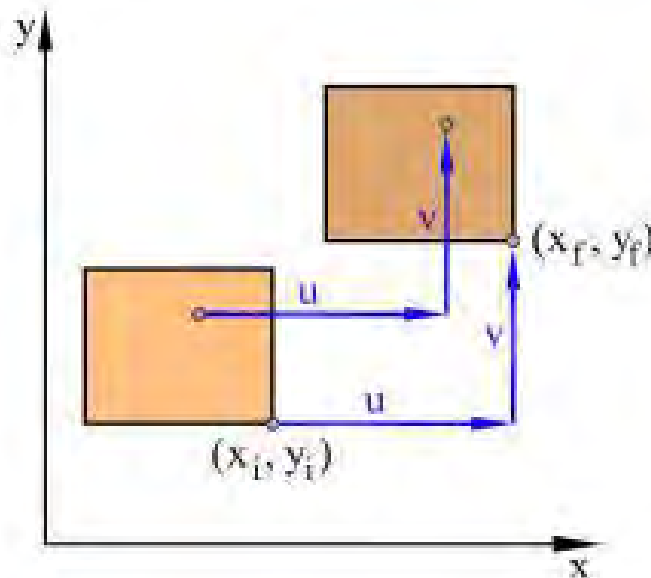
Se llama desplazamiento al cambio de posición de un cuerpo resultante de los movimientos de sólido rígido y las deformaciones. Veamos algunos ejemplos:

Consideremos un cuerpo bidimensional que se desplaza sin girar y sin deformarse a una nueva posición. Este movimiento del cuerpo se llama traslación de sólido rígido (Figura 6). Las componentes del desplazamiento de un punto P, u y v ; en las direcciones x ; y ; respectivamente, pueden expresarse mediante las correspondientes diferencias entre la posición final (x_f ; y_f) e inicial (x_i ; y_i):

$$u = x_f - x_i$$

$$v = y_f - y_i$$

Figura N° 06: Desplazamientos.



Fuente: Miguel Cervera Ruiz, Elena Blanco Díaz - 2015, p.15-16

Las componentes u y v son las mismas para cualquier parte del cuerpo, no hay cambio en el tamaño o forma del mismo, es decir, no hay deformación. (Miguel Cervera Ruiz, Elena Blanco Díaz - 2015, p.15-16).

1.2.12. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA.

Este ensayo permite determinar la resistencia de un elemento de concreto a par R del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido. Para ello, una masa conocida, es impulsada con una determinada energía, golpea al concreto y rebota. La cantidad de energía recuperada en el rebote es un índice de la dureza superficial y se cuantifica con el Índice Esclerométrico.

El método Esclerométrico es el END más difundido en Ingeniería Civil, siendo relativa la calidad de sus resultados, debido a diversos motivos. Las correlaciones empíricas que se pueden establecer entre el Índice Esclerométrico y la resistencia a compresión del concreto, son modificadas por ciertos factores, siendo los principales: tipo y cantidad de cemento, tipo de áridos, condiciones de curado (en agua, o al aire seco), humedad de superficie, carbonatación, tipo de superficie, u otros factores tales como edad del concreto, compactación, aditivos utilizados, estado tensional del elemento ensayado, espesor, curvatura, etc. (Ortega y Ripani 2007).

El ensayo se ejecuta conforme a lo indicado en la norma ASTM C 805-97.

Figura N° 07: Ensayo de Esclerometría.



Fuente: Elaboración propia.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

1.3.1. DUCTILIDAD ESTRUCTURAL.

La ductilidad de un acero sometido a tracción es la capacidad para deformarse bajo carga sin romperse una vez superada el límite elástico. Una estructura es dúctil cuando está próxima al colapso advierte de su situación experimentando grandes deformaciones e importante fisuración. Si la estructura es frágil el colapso se alcanza sin previo aviso, con pequeñas deformaciones y fisuración reducidas. (Rahbani, María -2013, p.8)

1.3.2. RESISTENCIA MECÁNICA.

La resistencia frecuentemente se identifica con su resistencia a la flexocompresión ya que es la más utilizada por su facilidad de obtenerla, esta representa la capacidad del concreto a soportar esfuerzos y fuerzas aplicadas sin necesidad de llegar al estado de rotura. (Rahbani, María - 2013, p.8).

1.3.3. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.

Es la máxima tensión que puede resistir un elemento estructural antes de que sea posible observar el comportamiento de fallas o fisuras. Todo lo antes mencionado es cuando el elemento estructural se opone a una fuerza que pretende estirarlo.

1.3.4. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

Esfuerzo máximo de la fibra desarrollado en una probeta justo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Para determinar la resistencia a flexión de la viga la diseñaremos mediante los parámetros del

Reglamento nacional de edificaciones y el ACI 318 para determinar las cargas, momentos y deformaciones. (Rahbani, María – 2013, p.8)

1.3.5. RIGIDEZ.

La rigidez es la capacidad para oponerse a deformaciones, tanto lineales como angulares. Una medida de la rigidez es la deflexión, por lo tanto, en una edificación antigua que va ser reforzada la rigidez de la estructura tiene que ser cuantificada para controlar los excesos de deformaciones las cuales podrían ser producidos por un sismo considerable. (Gonzales Cueva -2000, p.100)

1.3.6. ESFUERZOS.

Los esfuerzos son el conjunto de fuerzas internas a las que está sometido un cuerpo a consecuencia de las sollicitaciones o acciones que actúan sobre él. Estas fuerzas internas son el resultado de la interacción de unas partículas del cuerpo sobre las otras. (Pajon, Javier -2015, p.12)

1.3.7. DEFORMACIONES.

La deformación es, en sentido generalizado, el cambio geométrico que experimenta un cuerpo no rígido bajo la acción de las fuerzas externas que a él se aplican. (Pajon, Javier -2015, p.12)

1.3.9. VULNERABILIDAD SÍSMICA.

Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, Pacheco, & Pando 2010).

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En nuestro país, situado en una zona de alta sismicidad, al producirse un evento sísmico pone en evidencia el comportamiento, desempeño y vulnerabilidad de las edificaciones.

La informalidad y la baja calidad del sector construcción, han generado deficiencias en los proyectos tanto en su estructura como en los elementos que lo conforman, el cual se han ido evidenciando en la actualidad.

La ciudad de Tarapoto está ubicada en la zona sísmica 3, por lo que exige construir edificaciones sismorresistentes según la modalidad correspondiente, como lo indica la norma E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Referido a la edificación de 6 niveles ubicado en el barrio el comercio, Jr. Augusto B. Leguía N°817 en la ciudad de Tarapoto; construido en el año 2010 en la vigencia de la norma NTE E060 Concreto Armado, la edificación constituida por un sistema aporticado, diseñado inicialmente para dos niveles.

A la fecha, la edificación cuenta con 6 niveles, sin embargo, los 4 nuevos niveles fueron construidos en el año 2019 por autoconstrucción sin asistencia técnica de ingeniería, reduciendo la geometría de los elementos estructurales diseñados originalmente, generando un aumento en la vulnerabilidad de la edificación ante un sismo.

Existen varias formas de realizar el reforzamiento, una de estas es el reforzamiento con fibra de carbono, la cual presenta 4 grandes ventajas que le permiten diferenciarse de otro tipo de soluciones, por ejemplo, sus grandes prestaciones mecánicas y resistencia a elementos químicos, el bajo peso de estos materiales comparado con la resistencia que ofrecen y su elevada durabilidad.

La edificación actualmente está al servicio de los usuarios tales como comerciantes, y arrendatarios, cuenta con ambientes de locales comerciales en el primero y segundo nivel, y departamentos en los niveles superiores; dado que es un edificio de alta concurrencia, se hace necesaria la evaluación del comportamiento estructural ante la presencia de un sismo severo.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

2.2.1. PROBLEMA GENERAL.

¿De qué manera el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de edificación de 6 niveles, mejora el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo?

2.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

¿Cuál es la resistencia de concreto con la que se construyó la edificación de 6 niveles – Tarapoto?

¿Cuál es la geometría de la sección transversal de los elementos estructurales en el primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto piso de la edificación de 6 niveles – Tarapoto?

¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono (CFRP) mejora el comportamiento estructural en términos de desplazamiento y deformación de los elementos estructurales frente a un sismo, de la edificación de 6 niveles – Tarapoto?

¿En qué medida el uso de la fibra de carbono (CFRP) reduce la vulnerabilidad sísmica en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles?

2.3. OBJETIVOS.

2.3.1. OBJETIVO GENERAL.

Determinar de qué manera el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles, mejora el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Conocer la resistencia de concreto con la que se construyó la edificación de 6 niveles – Tarapoto.

Determinar la geometría de la sección transversal de los elementos estructurales en el primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto piso de la edificación de 6 niveles – Tarapoto.

Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono (CFRP) mejora el comportamiento estructural en términos de desplazamiento y deformación de los elementos estructurales frente a un sismo, de la edificación de 6 niveles – Tarapoto.

Determinar en qué medida el uso de la fibra de carbono (CFRP) reduce la vulnerabilidad sísmica en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles– Tarapoto.

2.4. HIPÓTESIS.

El reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles influye significativamente en su resistencia y rigidez.

2.5 VARIABLES:

2.5.1. IDENTIFICACIÓN.

2.5.1.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

- Estructura reforzada con fibra de carbono.

Indicadores: Modulo de elasticidad, ancho y espesor de las FRP. Rigidez y resistencia.

2.5.1.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

- Capacidad estructural de la edificación de 6 niveles reforzado con fibra de carbono.

Indicadores: Geometría de la edificación, número de pisos, comportamiento de la estructura.

2.5.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES.

2.5.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRUCTURA REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO.

La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Cada filamento de carbono es la unión de muchos miles de fibras de carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero. El reforzamiento estructural con fibra de carbono, se refiere al empleo de elementos de fibra de carbono de modo similar al de las barras de acero de la estructura; la capacidad de refuerzo de carbono es unidireccional en el sentido de las fibras.

2.5.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO.

Es la reacción de la estructura cuando no se deforma plásticamente soportando grandes fuerzas de cargas vivas y muertas, es decir que recupera su forma original aplicando el reforzamiento de la fibra de carbono.

2.5.3. Operacionalización de las Variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE
VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRUCTURA REFORZADA CON FIBRA DE CARBONO.	La fibra de carbono como reforzamiento de una estructura aumenta la rigidez de los elementos estructurales mejorando la resistencia a tracción y flexión, mitigando así los esfuerzos por cargas de diseño o uso.	Especificaciones técnicas de FRP.	Módulo de elasticidad.	GPa
			Ancho de capa FRP	Cm
			Espesor de FRP	mm
		Resistencia.	Tracción	N/m2
			Flexión	mm
VARIABLE DEPENDIENTE: CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN DE 6 NIVELES REFORZADO CON FIBRA DE CARBONO.	La capacidad estructural dependerá de las dimensiones de los elementos estructurales en cada piso, para poder soportar deformaciones y/o desplazamientos.	Comportamiento estructural.	Desplazamientos	Dirección (x, y)
			Deformaciones	µm/m
		Configuración Estructural.	Número de Pisos	Und
			Rigidez	Kg/m
		Elemento Estructural.	Pre dimensionamiento.	Cm
			Estructuración	Cm

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de investigación del presente informe fue aplicada y correlacional; ya que propone una solución y/o alternativa para el reforzamiento estructural haciendo uso de las fibras de carbono. Asimismo, hacer las comparaciones necesarias para determinar, explicar y comprobar la hipótesis o rechazarla.

3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

El tipo de diseño de la investigación fue no experimental ya que la variable independiente no será manipulada porque se observa tal y como se ha dado en su contexto real ya que la fibra de carbono y los elementos estructurales de concreto armado ya se encuentran diseñadas.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1. POBLACIÓN.

Todas las edificaciones de más 5 niveles en el distrito de Tarapoto.

3.2.2. MUESTRA.

Edificación de 6 niveles, sitio en Jr. Augusto B. Leguía N° 817 – Tarapoto.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Se revisó las normativas actualizadas acerca del reforzamiento estructural con fibras de carbono, según lo establecido en el ACI 440.2R – 08, E020, E030, E060; y con ello según las especificaciones determinaremos las variables, para el análisis respectivo.

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- a) Inspecciones visuales y Planos. Esta información facilitó la determinación de las características de la edificación de 6 niveles tales como: dimensiones de elementos estructurales, áreas de acero, distribución de ambientes y otras.
- b) Verificación de la resistencia aparente o tentativa del concreto endurecido mediante el Ensayo de Esclerometría, en coordinación con el Laboratorio de Ensayo de Materiales (Consultores San Martín E.I.R. Ltda.).
- c) Se realizó la toma de fotografías de la edificación en zonas estratégicas para determinar el estado actual de la edificación de 6 niveles.
- d) Modelo matemático en software ETABS 2016 (versión 16.2.1) agregando los cambios de carga y se obtiene los nuevos Momentos y Esfuerzos en elementos estructurales.
- e) Elaboración de hojas de Cálculo para obtención de refuerzo de fibra de carbono, basado en la norma ACI440 -2017. (Ver Anexo N°3 y N°4)

3.3.3. TÉCNICAS PARA EL PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Para el desarrollo del proyecto se contó con los planos de arquitectura y estructuras de manera física, estos se procesaron y se digitalizaron, después se realizó visita a la edificación de 6 niveles donde se verificó medidas indicadas, asimismo se verificó las posibles interferencias en el plan de reforzamiento. Los datos del reforzamiento con fibra de carbono se obtuvieron de la empresa Sika Perú, con estos valores y el análisis en base a la Norma ACI 440 R17 para los elementos estructurales como losas, columnas y vigas, se realizó el cálculo de los refuerzos. Para el análisis sísmico se usó los resultados del estudio de suelos.

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

3.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos se realizó en forma computarizada utilizando softwares como ETABS 2016, especialmente, y otros como AutoCAD 2019, Microsoft Word 2019, Microsoft Excel 2019 y Bloc de notas.

También se realizó la toma de fotografías para determinar el estado actual de la edificación.

Para el procesamiento y análisis de datos se tuvo en cuenta lo siguiente:

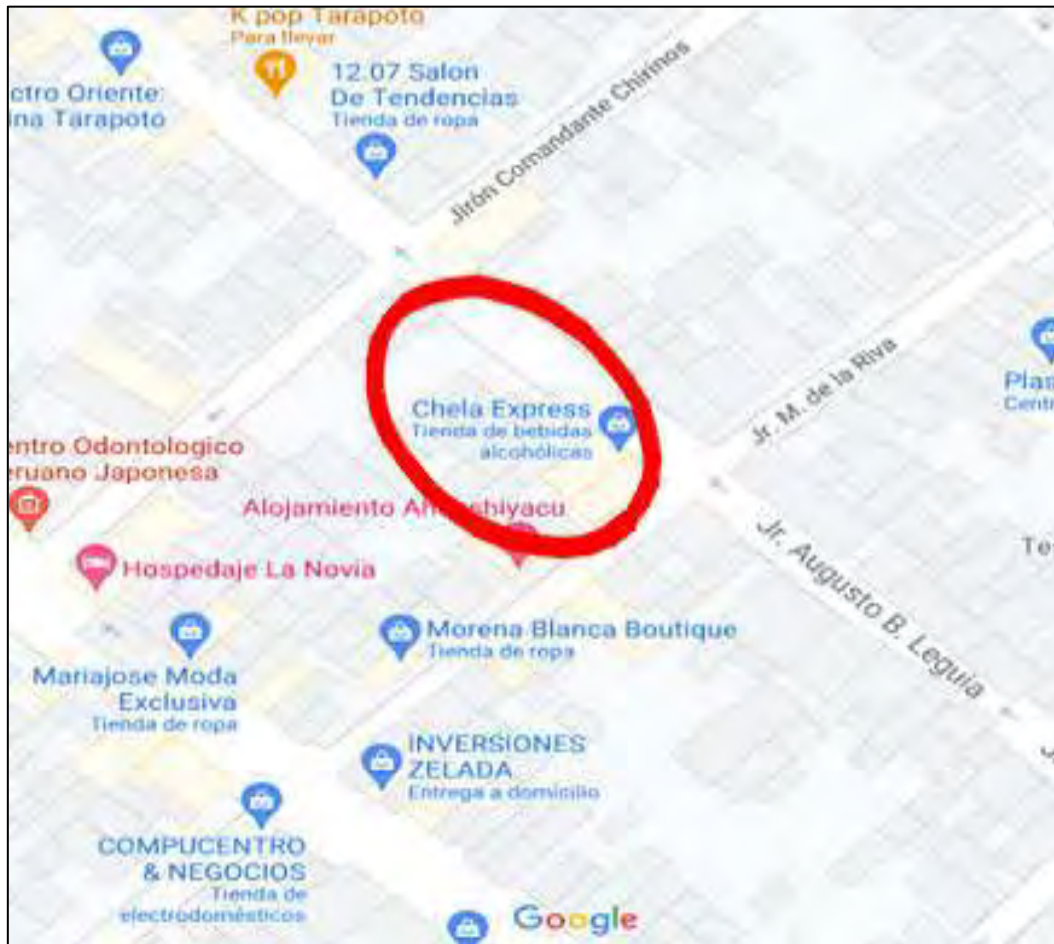
- a) Cálculo de las propiedades del FRP (Hoja técnica Sika).
- b) Cálculo de las propiedades de concreto (β_1 y E_c).
- c) Cálculo de cuantía de acero existente y faltante (Planos).
- d) Calcular el nivel de tensión en el acero y en el refuerzo CFRP.
- e) Calcular la resistencia a flexión de diseño de la sección.

3.4.2. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN DE 6 NIVELES.

3.4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El informe de reforzamiento estructural para la edificación de 6 niveles, se encuentra ubicada en el barrio comercio Jr. Augusto B. Leguía N°817 – Distrito de Tarapoto –Provincia de San Martín – Departamento de San Martín, propiedad de Julio Cesar Oblitas. Se observa la ubicación del proyecto.

Figura N° 08: Ubicación del proyecto.



Fuente: Google Maps.

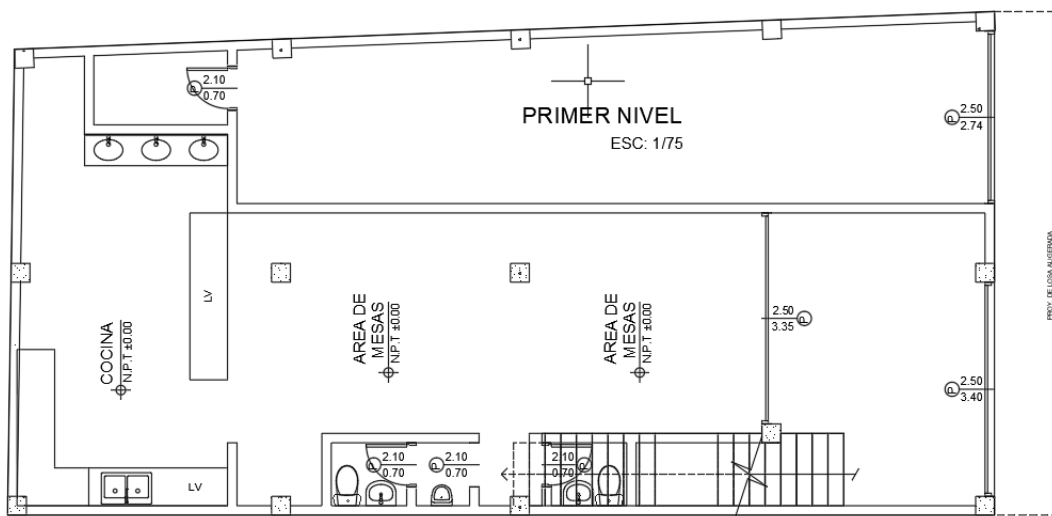
3.4.2.2. SISTEMA ESTRUCTURAL EXISTENTE.

La zona a intervenir formó parte de una estructura de 6 niveles, cuyo sistema estructural predominante es en base a pórticos y de concreto armado, las columnas que forman parte de los pórticos son de 35X35cms y 27X27cms en su mayoría respectivamente, las vigas son de 25x45cms, 25x40cms, 25x20cms, 20x20cms, 15X20cms de sección sobre las que descansan las losas aligeradas unidireccionales de 20 cm de espesor, la cimentación existente es en base a zapatas conectadas. El uso actual de la estructura es de vivienda multifamiliar: en el primero y segundo nivel como locales comerciales, en el tercero, cuarto, quinto y sexto como minidepartamentos por lo tanto la sobrecarga de diseño es $S/C=200\text{kg/m}^2$.

3.4.2.3. INTERVENCIÓN PROPUESTA.

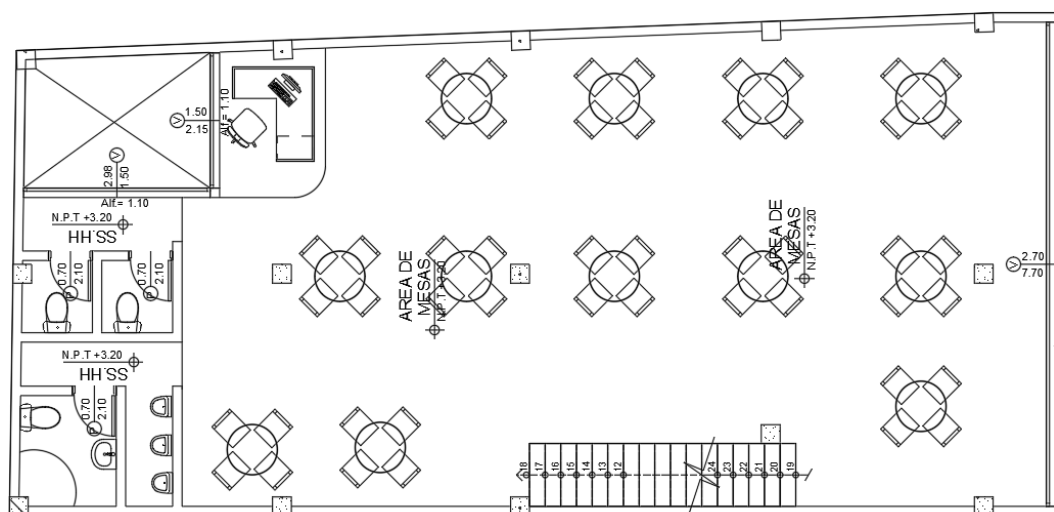
Debido a solicitudes de arquitectura se hizo una observación visual de los elementos estructurales, lo cual se propone el reforzamiento de los elementos estructurales porque a principios la vivienda no estaba proyectada a incrementarse 4 niveles.

Figura N°09: Primer nivel - Local comercial.



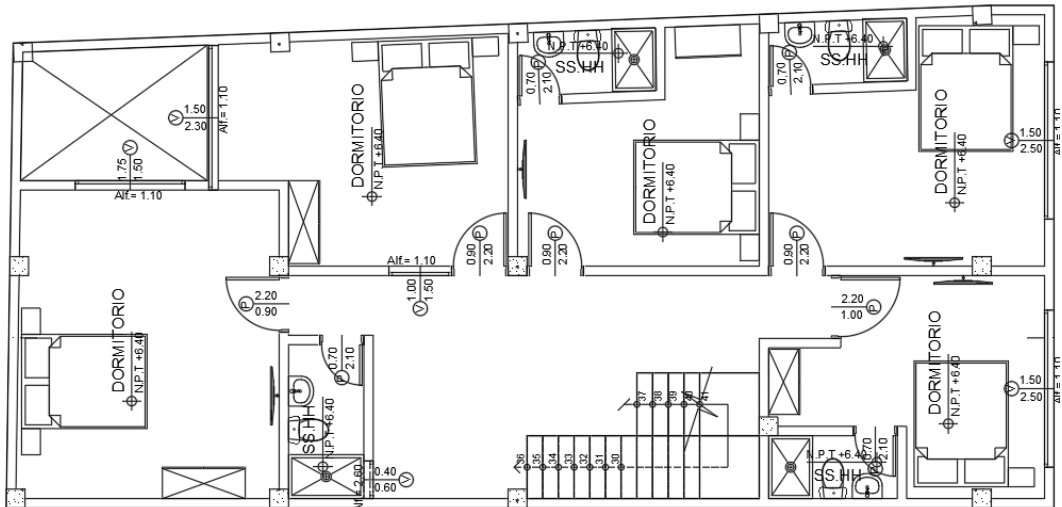
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°10: Segundo nivel _ Local comercial.



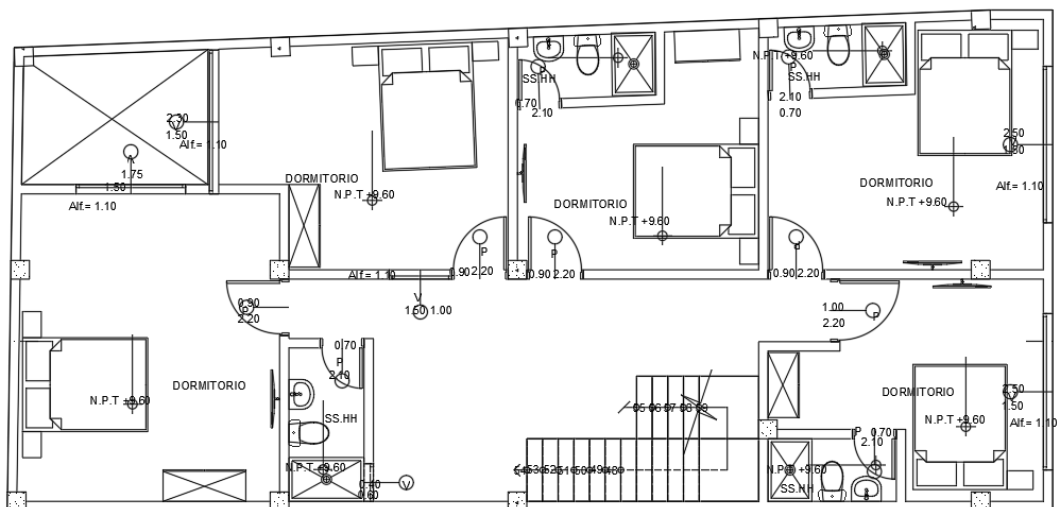
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°11: Tercer nivel _ Minidepartamento.



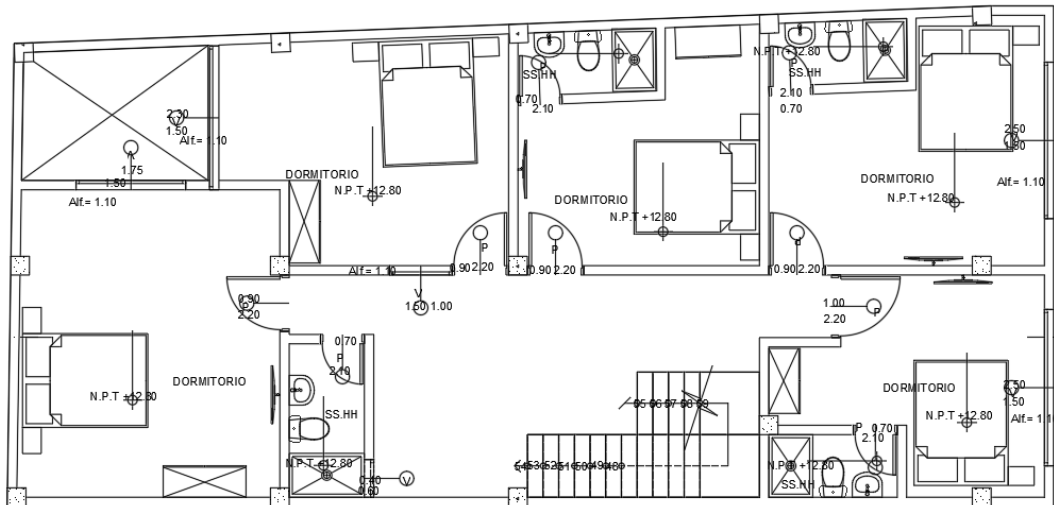
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°12: Cuarto nivel _ Minidepartamentos.



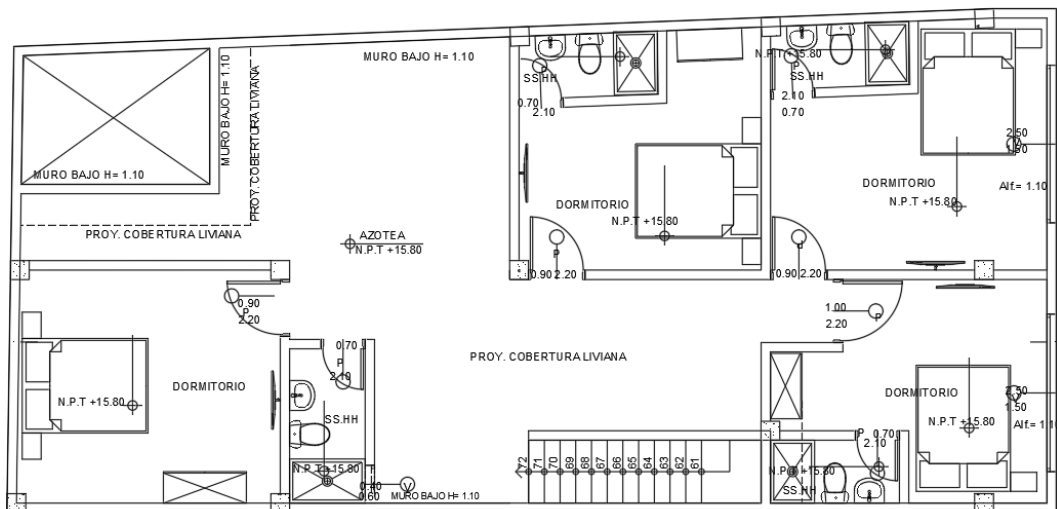
Fuente: Elaboración propia.

Figura N°13: Quinto nivel _ Minidepartamentos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°14: Sexto nivel _ Minidepartamentos, un tanque elevado de 2.50 m3 y cuenta con cobertura liviana.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.4. NORMATIVA APLICABLE.

La normativa que se aplicó para el reforzamiento es:

RNE : Reglamento Nacional de Edificaciones

Norma E.020 : Cargas

Norma E.060 : Concreto armado

Norma E.030 : Diseño sismorresistente.

ACI 440.2R-17 : Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures

3.4.2.5. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.

3.4.2.5.1. CONCRETO ARMADO.

- Resistencia para concreto armado ($f'c$): 210 kg/cm² (losas, vigas, columnas, escaleras, zapatas, placas)
- Módulo de Elasticidad (E): 2'173,706 tn/m² ($f'c$): 210 kg/cm²
- Módulo de Poisson (ν): 0.15
- Peso Específico (γ_c): 2300 kg/m³ (concreto simple); 2400 kg/m³ (concreto armado)

3.4.2.5.2. ACERO CORRUGADO.

- Resistencia a la fluencia (f_y): 4,200 kg/cm² (G^o 60)
- Módulo de Elasticidad (E): 2'100,000 kg/cm²

3.4.2.6. ESTADO DE CARGA.

La Norma Técnica E.020 del reglamento nacional de edificaciones recomienda valores mínimos para las cargas que se deben considerar en el diseño de una estructura, esto depende del uso al cual está construida y diseñada la edificación. Las cargas para utilizar para el cálculo son las denominadas: vivas, muertas y sismo.

La norma consideramos como carga viva (CV), al peso de los ocupantes, materiales equipo, muebles y otros elementos móviles. Como carga muerta (CM) al peso de los materiales, tabiques y otros elementos soportados por la estructura, incluyendo su peso propio que se suponen serán permanentes. Finalmente, las cargas de sismo (CS) son las que se generan por causa a la acción sísmica sobre la estructura del edificio. (Ver tabla N° 5 y 6)

Tabla N° 05: Cargas vivas

Materiales	unidad	Carga
Corredores	Kg/m ²	400
Escaleras	Kg/m ²	400
restaurante	Kg/m ²	500
Cuartos	Kg/m ²	200

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 06: Cargas muerta.

Materiales	unidad	Carga
Acabados	Kg/m ²	100
Tabiquería	Kg/m ²	150
Peso propio losa unidireccional e= 0.20m	Kg/m ²	300

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.7. ANÁLISIS SISMORRESISTENTE DE LA EDIFICACIÓN.

3.4.2.7.1. DISEÑO DE CONCRETO ARMADO.

Para determinar la resistencia nominal requerida, se emplearon las siguientes combinaciones de cargas establecidas en la Norma E-060 de la RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones):

- $1.4 M + 1.7 V$
- $1.25 (M + V) \pm S_x$
- $1.25 (M + V) \pm S_y$
- $0.90 M \pm S_x$
- $0.90 M \pm S_y$

Dónde:

M: Carga muerta

V: Carga viva

S: Carga de sismo

En la tabla N° 07 se muestran los valores de reducción de resistencia para flexión y corte.

Tabla N°07: Factores de reducción de resistencia.

Solicitud principal	Factor ϕ de reducción
Flexion	0.90
cortante	0.75

Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, para el diseño de elementos estructurales se debe de cumplir que:

Resistencia de Diseño \geq Resistencia Requerida (U).

Resistencia de Diseño = ϕ Resistencia Nominal.

3.4.2.7.2. MODELO MATEMÁTICO DE LA EDIFICACIÓN.

El modelo matemático se ha efectuó usando el programa ETABS versión 16.2.1. Con respecto a la norma NTE-030 de diseño Sismorresistente se calculó considerando una carga muerta de 100% y una carga viva de 25% (para hoteles).

El análisis sísmico se desarrolló siguiendo los lineamientos generales de la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente E-030.

3.4.2.7.3. PARÁMETROS SÍSMICOS.

Se ha tomado consideraciones de suelo de proyectos aledaños a fin de definir el espectro de diseño que se estipula en la Norma E.030 (MVCS 2018), los parámetros para definir el espectro de diseño fueron:

- **Zonificación:** La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en información geotécnica. El territorio nacional se encuentra dividido en cuatro zonas, a cada zona se le asigna un factor Z. Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. (NTP E-030, 2018, p.07-08).

La zona donde está ubicada la edificación en estudio es la zona 3 y su factor de zona es 0.35.

- **Estudios de Sitio:** Son estudios similares a los de micro zonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos

naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño. (NTP E-030, 2018, p.08).

- **Condiciones Geotécnicas:** “Para los efectos de esta norma los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte”. (NTP E-030, 2018, p.09).

Se considera que el perfil de suelo es del tipo (S2), el parámetro $T_p = 0.60$ seg. y $T_L = 2.0$ seg., y el factor de amplificación del suelo asociado se considera $S = 1.00$.

- **Factor de amplificación sísmica:** De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C). (NTP E-030, 2018, p.12).

$$C = 2.5x (T_p/T) ; C < 2.5$$

- **Categoría de las edificaciones:** Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con la categoría de uso de la edificación, como el edificio en estudio se está considerando como hoteles, restaurante, para el presente análisis, categoría C ($U = 1.00$).

- **Sistemas estructurales:** Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sísmo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usará un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R). En la siguiente figura se muestra el sistema aporricado viga-columna (Ver fig. N° 15).

Tabla N° 08: Datos del sistema estructural.

SISTEMA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURACIÓN EN EJE
CONCRETO ARMADO	COLUMNAS DE 35X35cm COLUMNAS DE 27X27cm VIGAS PRINCIPALES DE 25X45 cm VIGAS PRINCIPALES DE 25X40 cm VIGAS SECUNDARIA DE 25X20 cm VIGAS CHATAS DE 20X20 cm VIGAS CHATAS DE 15X20 cm LOSA ALIGERADA DE 20 cm

Fuente: Elaboración propio.

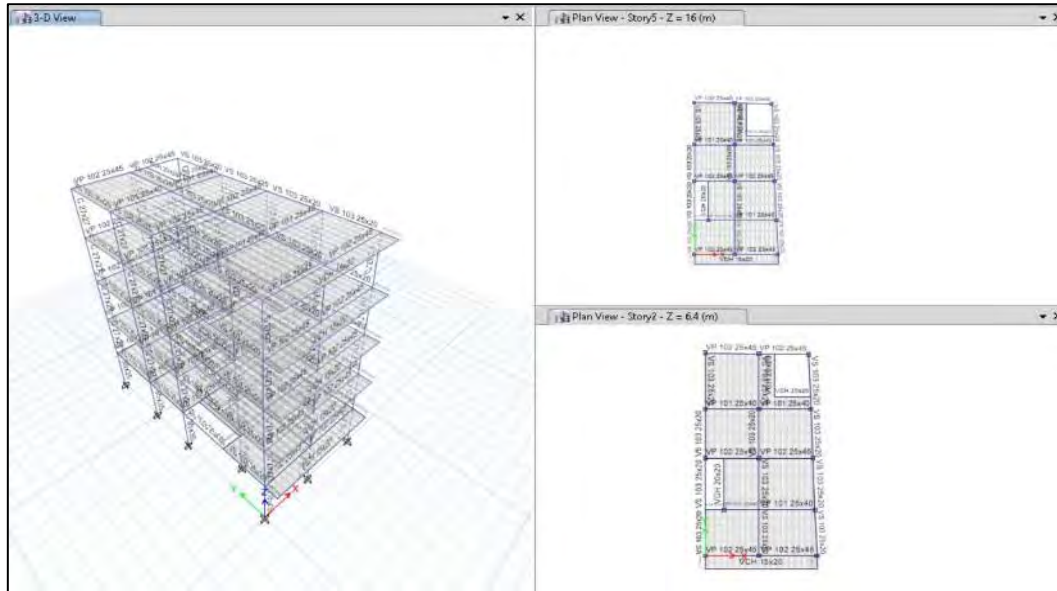
Figura N° 15: Sistema aporcado viga-columna.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

Figura N° 16: Modelamiento estructural del edificio en estudio (Estado Actual).



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LA ESTRUCTURA

Figura N° 17: Propiedades del concreto.

Material Property Data

General Data

Material Name: Fc 210 kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 244.732 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2173706512 kgf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 905711046.64 kgf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 18: Propiedades del acero estructural.

Material Property Data

General Data

Material Name: Fy 4200 kg/cm2

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7849.05 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 800.38 kgf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 21000000000 kgf/m²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...
Using Dispersed Properties...

OK Cancel

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

COEFICIENTES PARA PESOS SÍSMICOS

Figura N° 19: Coeficientes para pesos sísmico - NTE E 0.30.

Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
The Ratio of Displacement Width in X Direction:
The Ratio of Displacement Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CM	1
CV1	0.25
CV	0.25

Buttons: Add, Modify, Delete

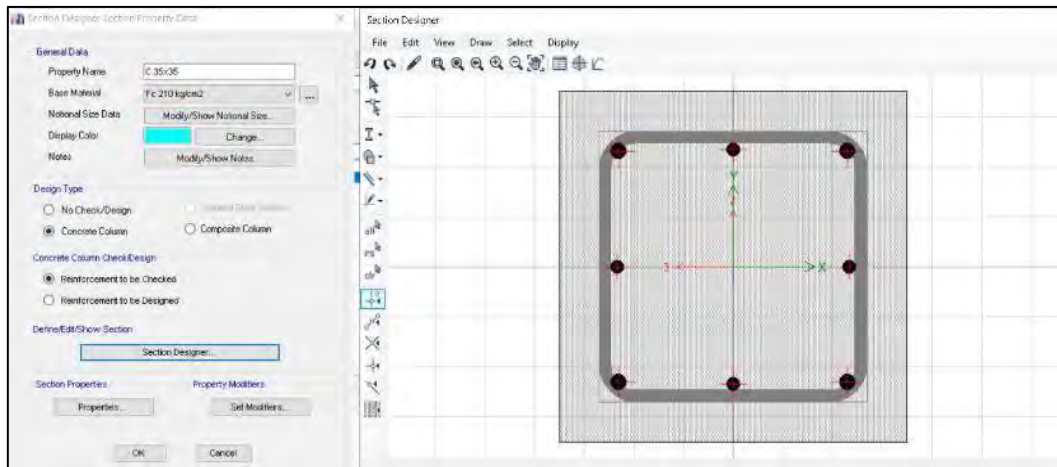
Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

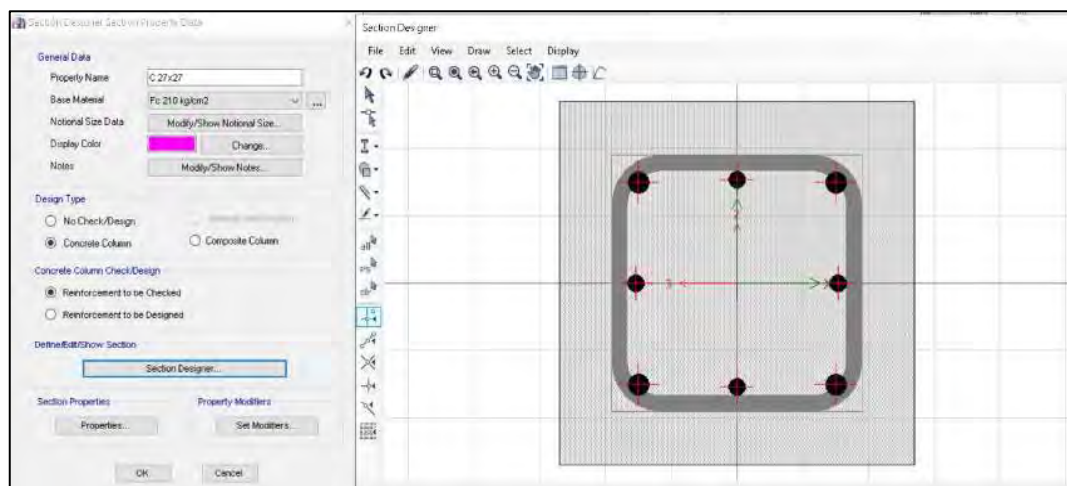
SECCIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Figura N° 20: Sección y refuerzo de columnas del 1 Nivel.



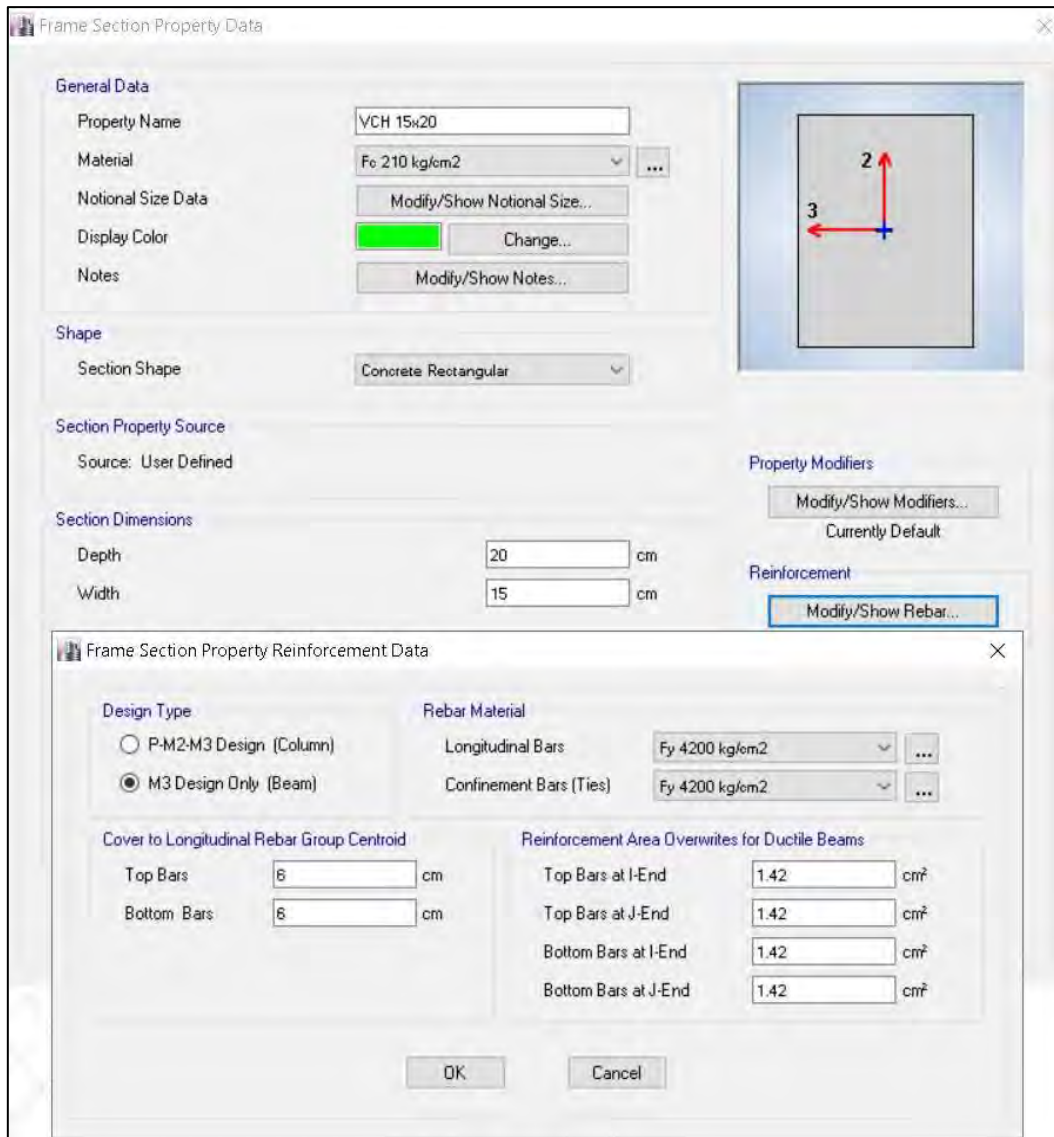
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 21: Sección y refuerzo de las columnas del 2 a 5 piso



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 22: Sección y refuerzo de VCH 15x20 - Todos los niveles.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 23: Sección y refuerzo de VCH 20x20- Todos los niveles.

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VCH 20x20

Material: Fe 210 kg/cm²

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 20 cm

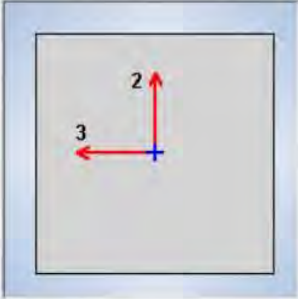
Width: 20 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...



Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: Fy 4200 kg/cm²

Confinement Bars (Ties): Fy 4200 kg/cm²

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 1.42 cm²

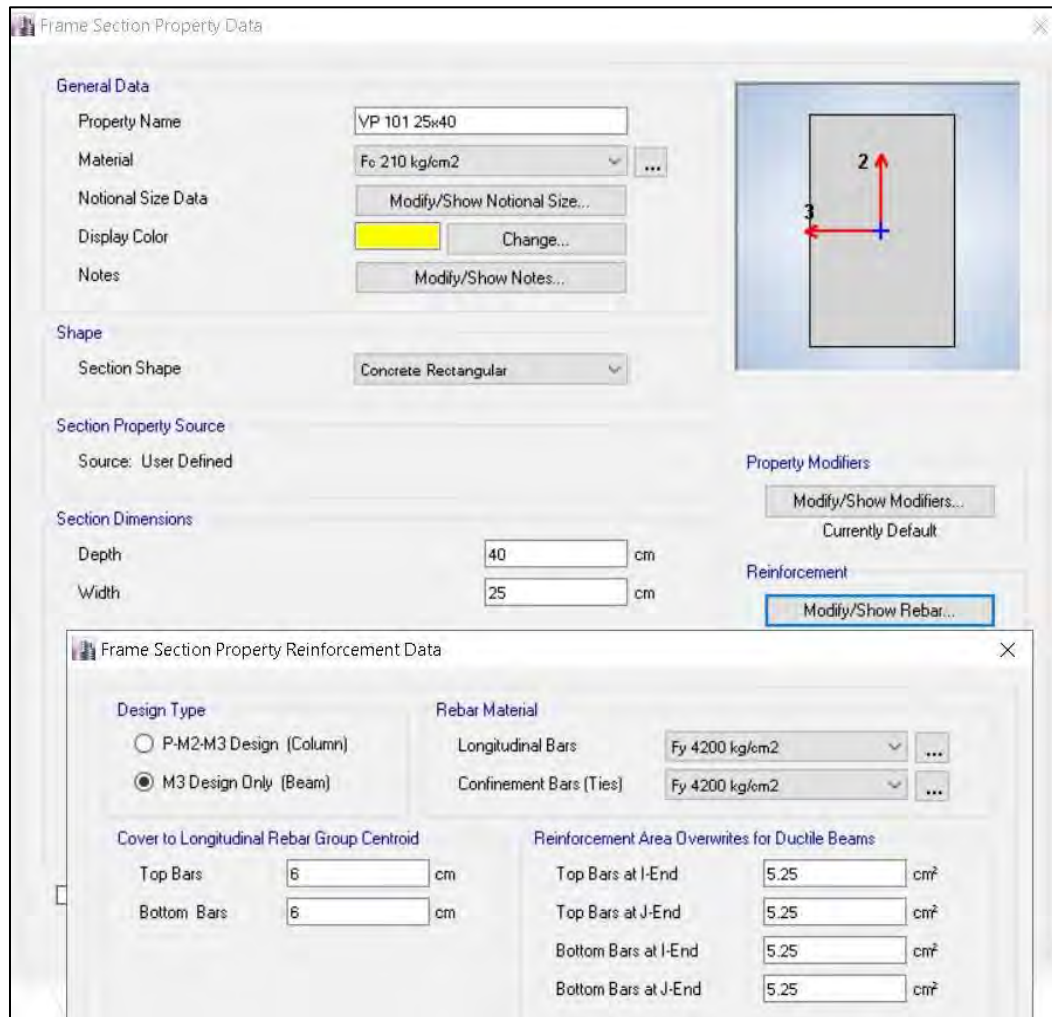
Top Bars at J-End: 1.42 cm²

Bottom Bars at I-End: 1.42 cm²

Bottom Bars at J-End: 1.42 cm²

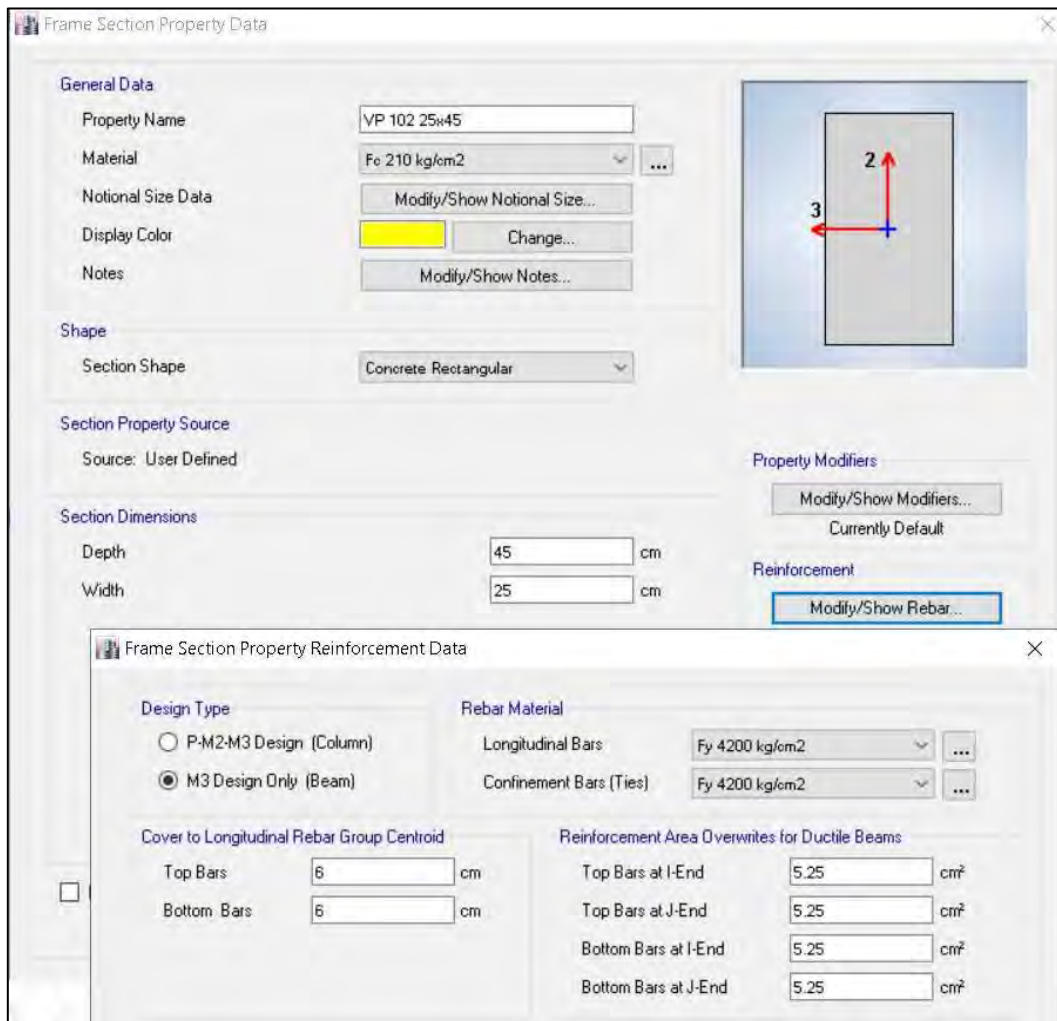
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 24: Sección y refuerzo de VP 101 25x40- Todos los niveles.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 25: Sección y refuerzo de VP102 25x45 - Todos los niveles.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 26: Sección y refuerzo VS 103 - 25x20- Todos los niveles.

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: VS 103 25x20

Material: Fc 210 kg/cm²

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 20 cm

Width: 25 cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: Fy 4200 kg/cm²

Confinement Bars (Ties): Fy 4200 kg/cm²

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 6 cm

Bottom Bars: 6 cm

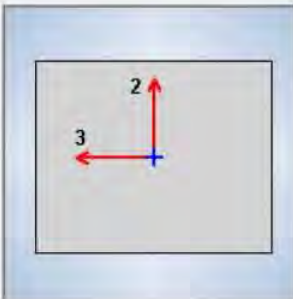
Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 2.54 cm²

Top Bars at J-End: 2.54 cm²

Bottom Bars at I-End: 2.54 cm²

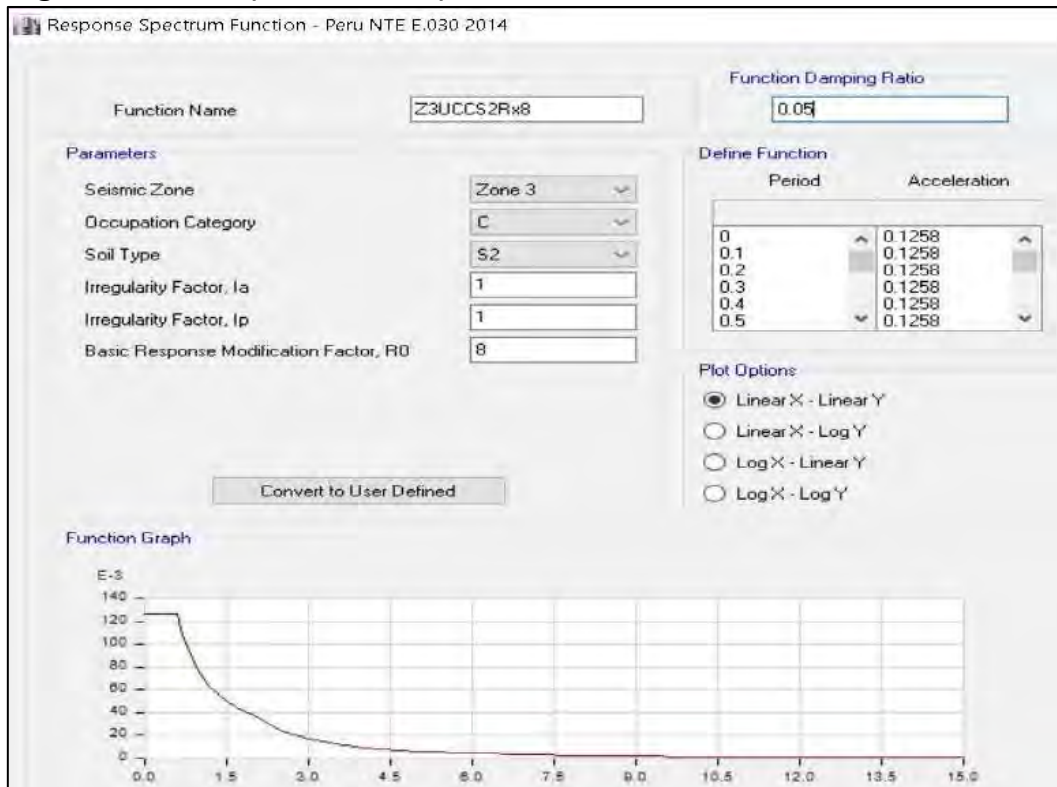
Bottom Bars at J-End: 2.54 cm²



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

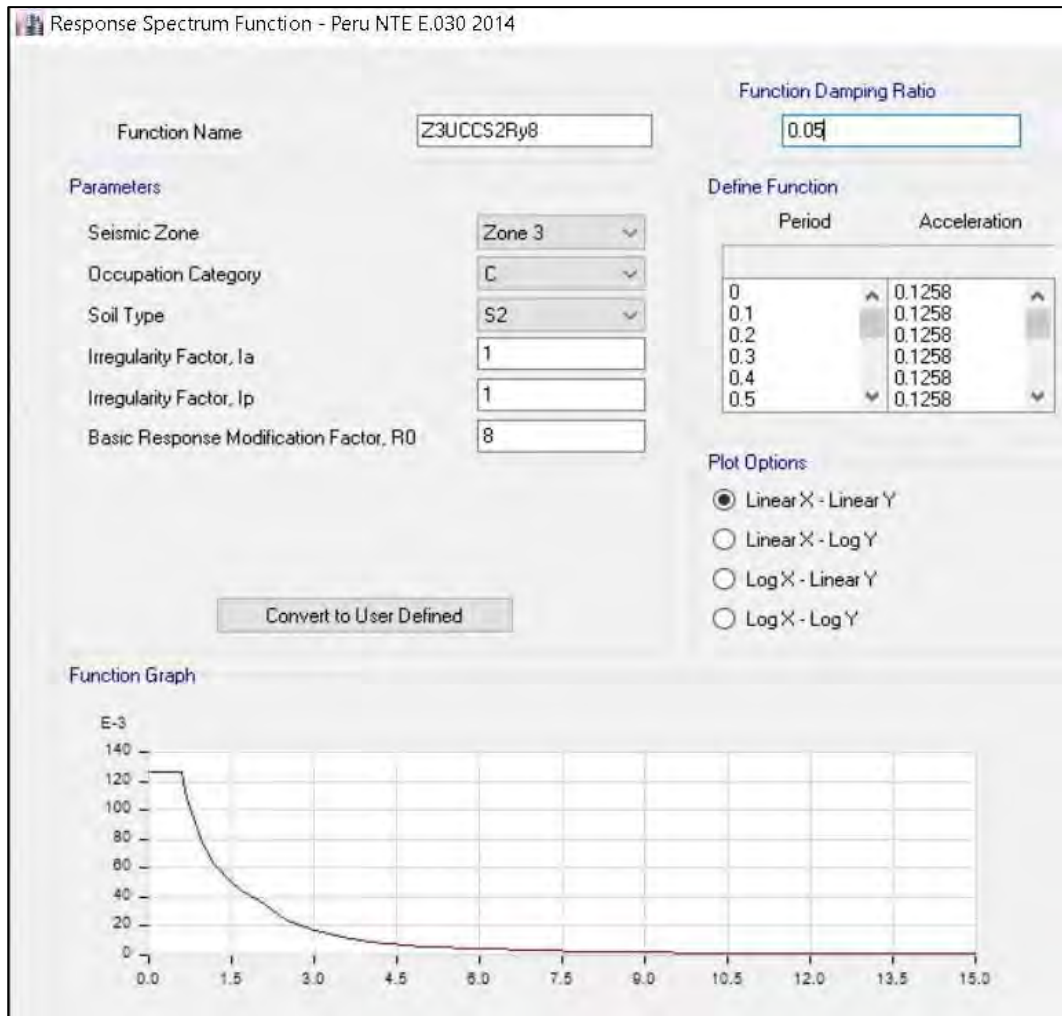
ESPECTRO DE RESPUESTA DIR X-Y

Figura N° 27: Espectro de respuesta Dir X - NTE E 0.30.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

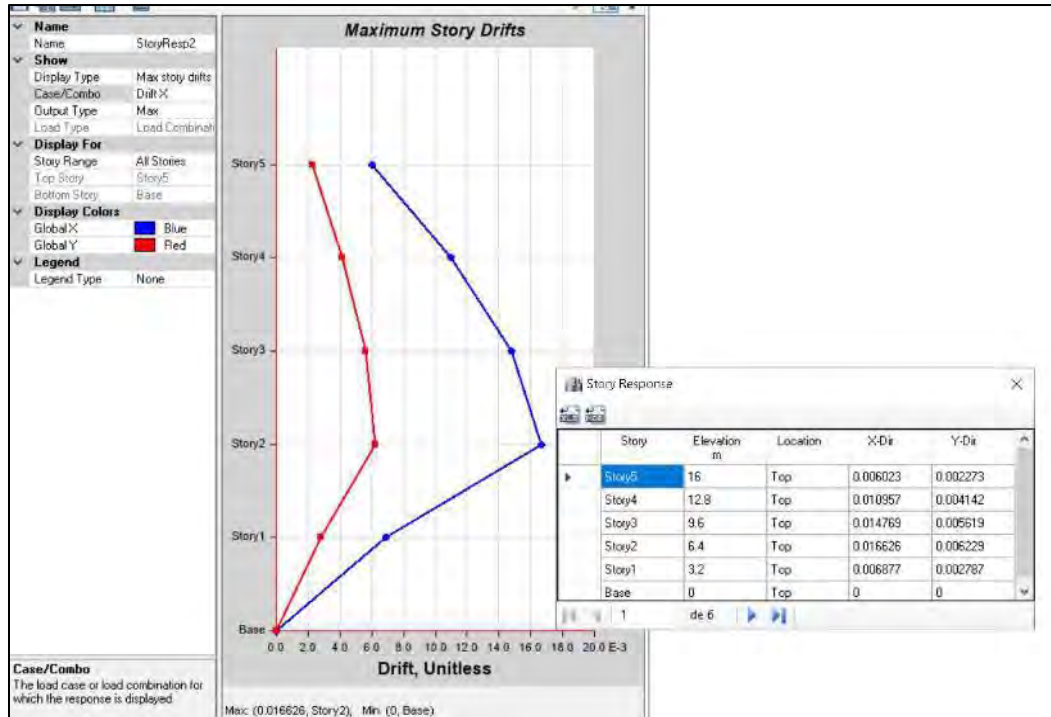
Figura N° 28: Espectro de respuesta Dir Y - NTE E 0.30.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

ANÁLISIS DINAMICO

Figura N° 29: Deriva de entrepiso Dir X (Estructura Regular)



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 30: Deriva de Entrepiso Dir Y (Estructura Regular)



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

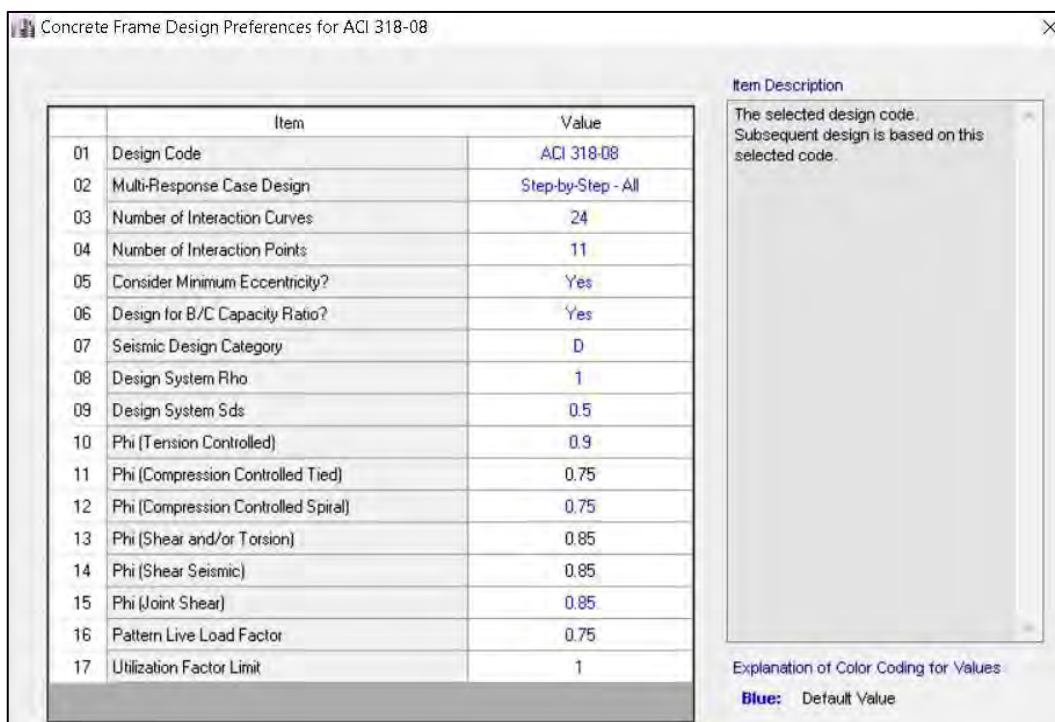
DISEÑO

Figura N° 31: Combinaciones de diseño - NTE E 0.60



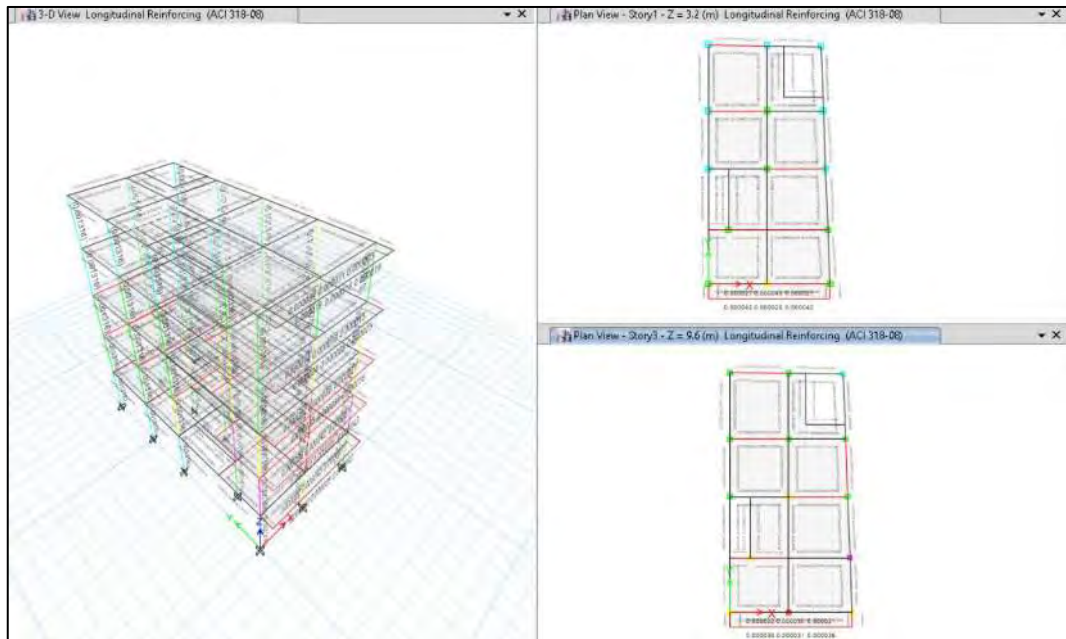
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 32: Normativa aplicada y coeficientes - NTE E 0.60



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 33: Ratios de capacidad de elementos estructurales.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

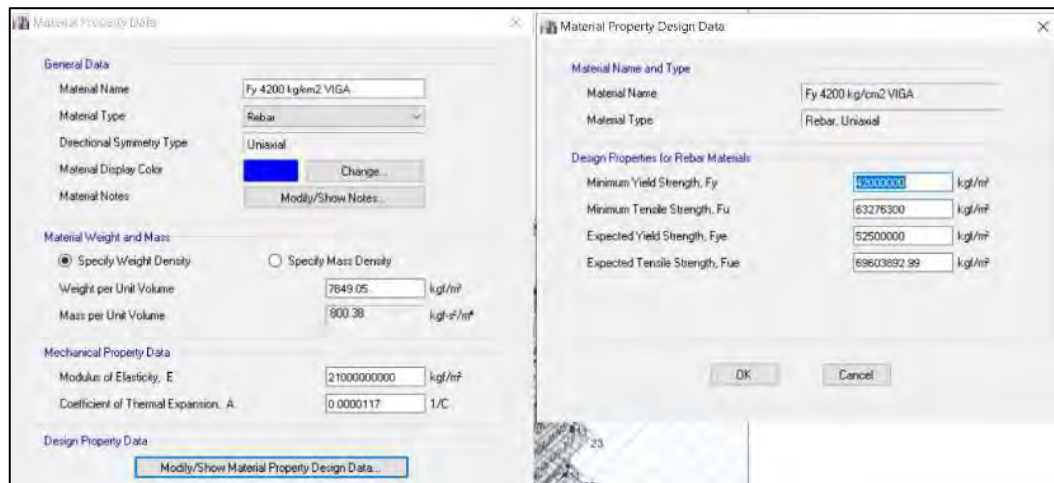
ANÁLISIS NO LINEAL – PUSH OVER

Figura N° 34: Propiedad No lineal de concreto Fc 210 Kg/cm2.



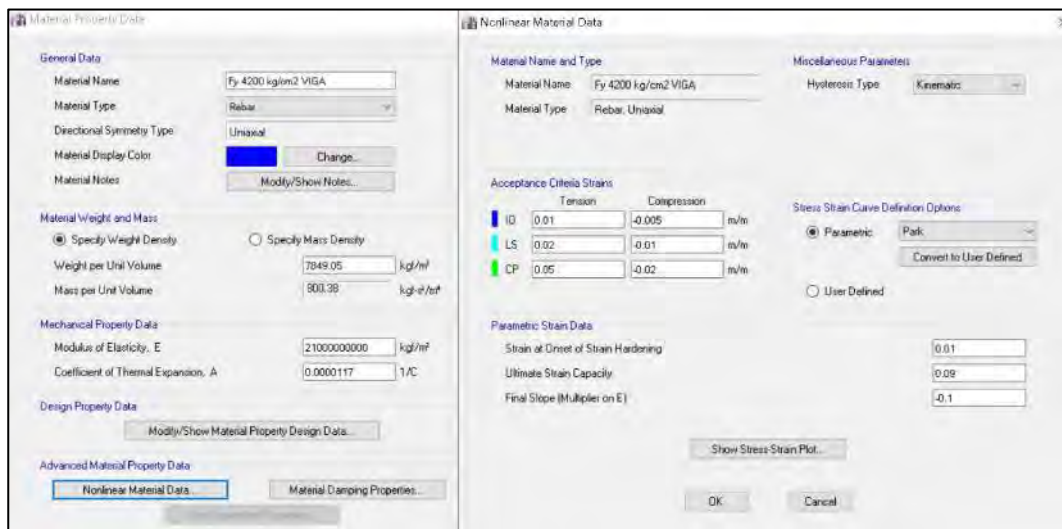
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 35: Acero refuerzo para viga $F_y = 1.25F_y$.



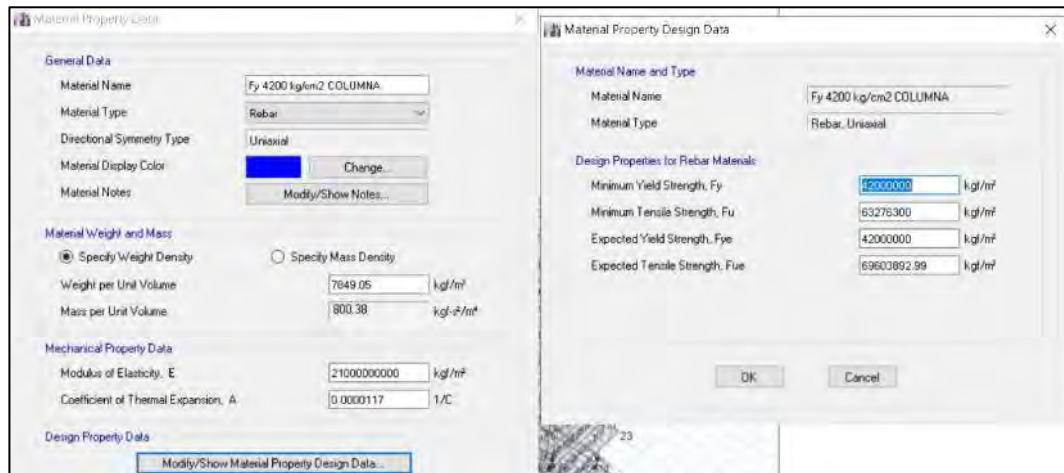
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 36: Propiedades no lineal del acero de refuerzo (Viga).



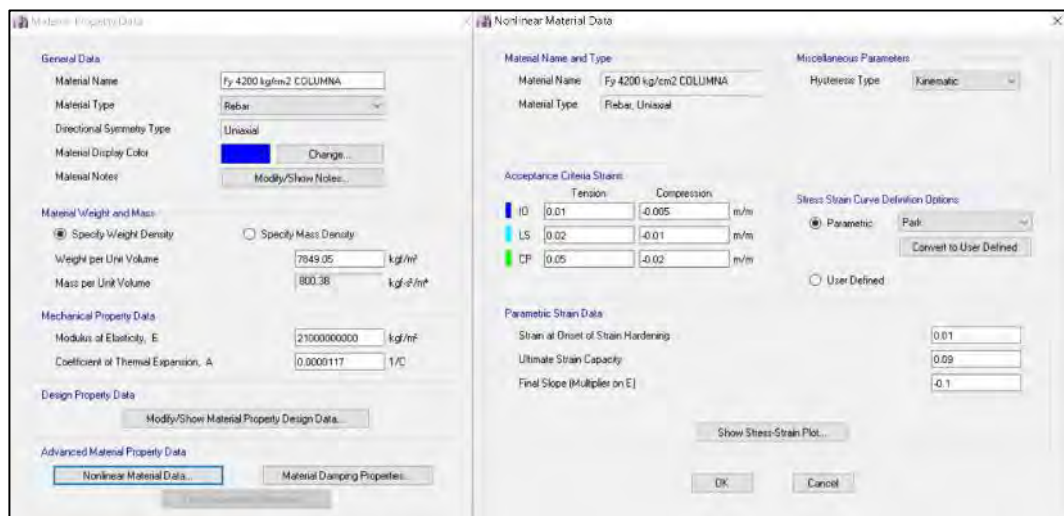
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 37: Acero de refuerzo en columna $F_{ye} = F_y$.



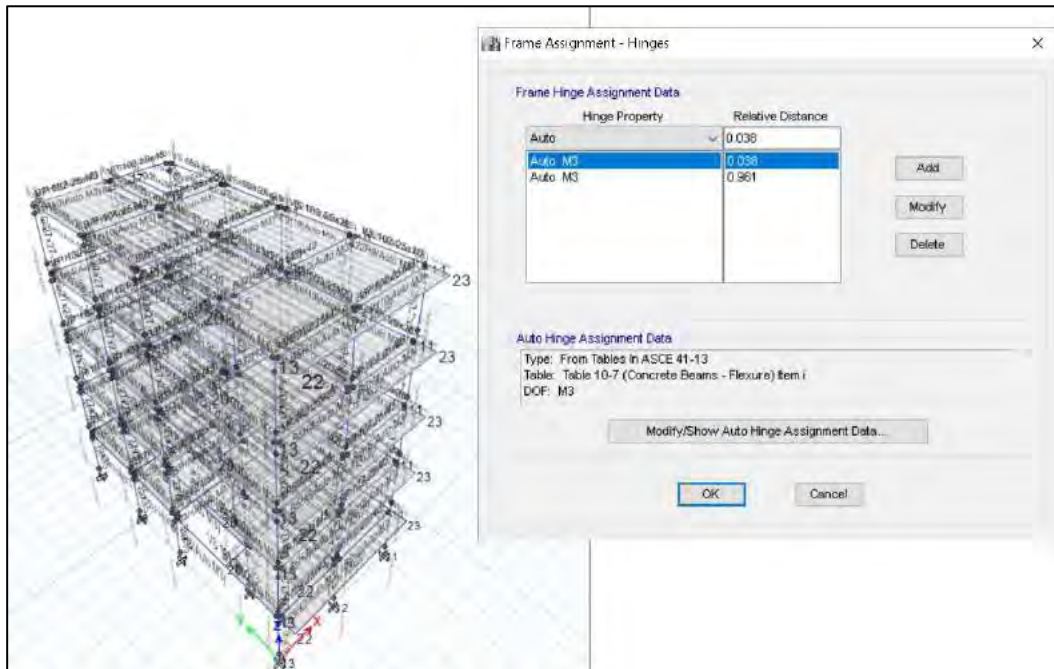
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 38: Propiedades no lineal de acero de refuerzo (Columna).



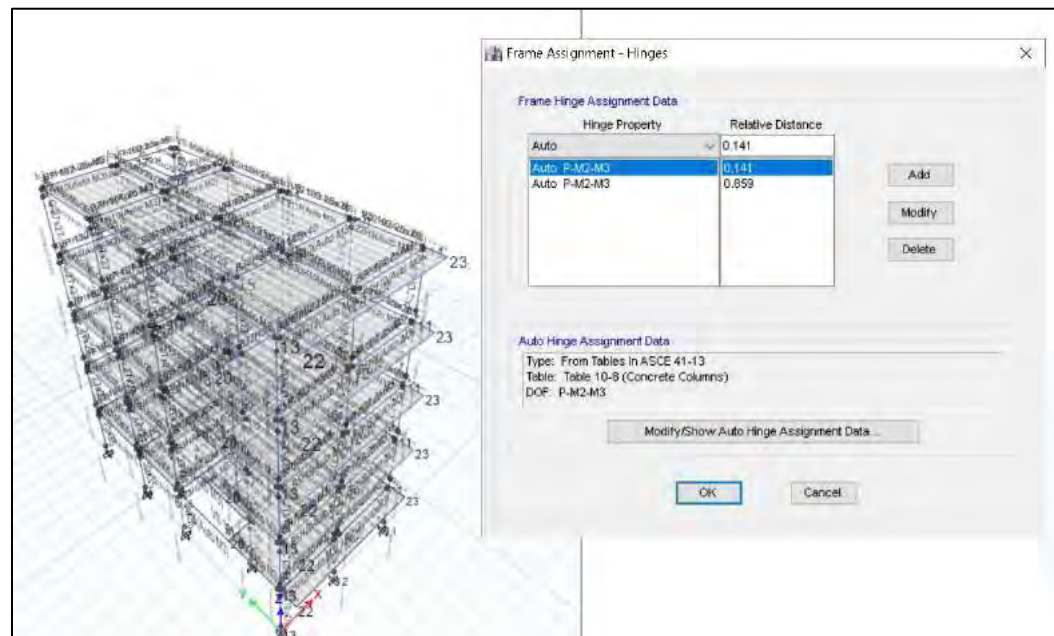
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 39: Aplicación de rotulas plásticas en vigas.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 40: Aplicación de rotulas plásticas en columnas.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 41: Carga lateral aplicada al centro de masa (Dir X).

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx kgf	Fy kgf	Mz kgf-m
PISO 5	D5	4016.19	0	0
PISO 4	D4	3375.76	0	0
PISO 3	D3	2451.02	0	0
PISO 2	D2	1825.88	0	0
PISO 1	D1	1000	0	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

OK Cancel

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 42: Carga lateral aplicado al centro de masa (Dir Y)

Number of Load Sets: 1

Load Set 1 of 1

Story	Diaphragm	Fx kgf	Fy kgf	Mz kgf-m
PISO 5	D5	0	4005.78	0
PISO 4	D4	0	3142.42	0
PISO 3	D3	0	2239.91	0
PISO 2	D1	0	1000	0
PISO 2	D2	0	1730.13	0

1

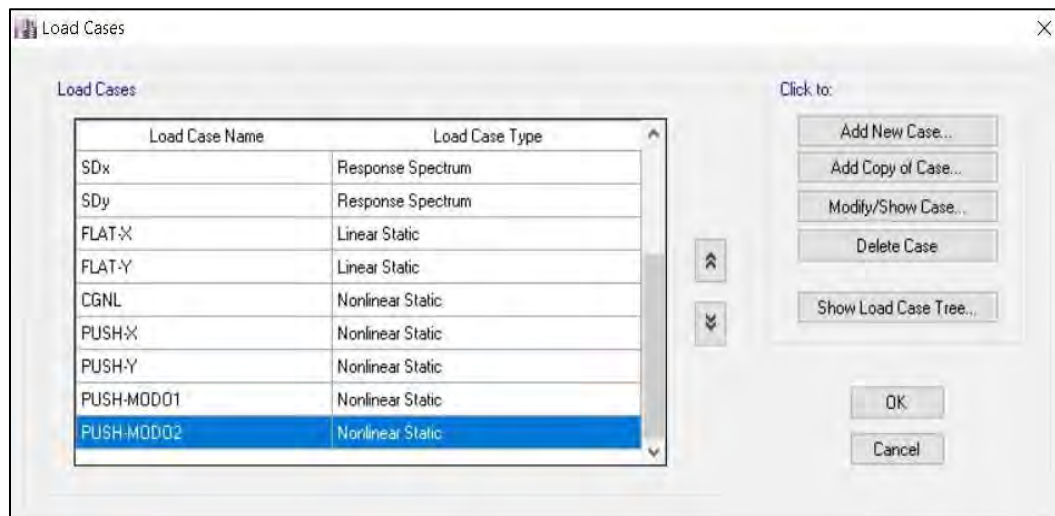
Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms): 0.05

Sort Rows Add Row Delete Row(s)

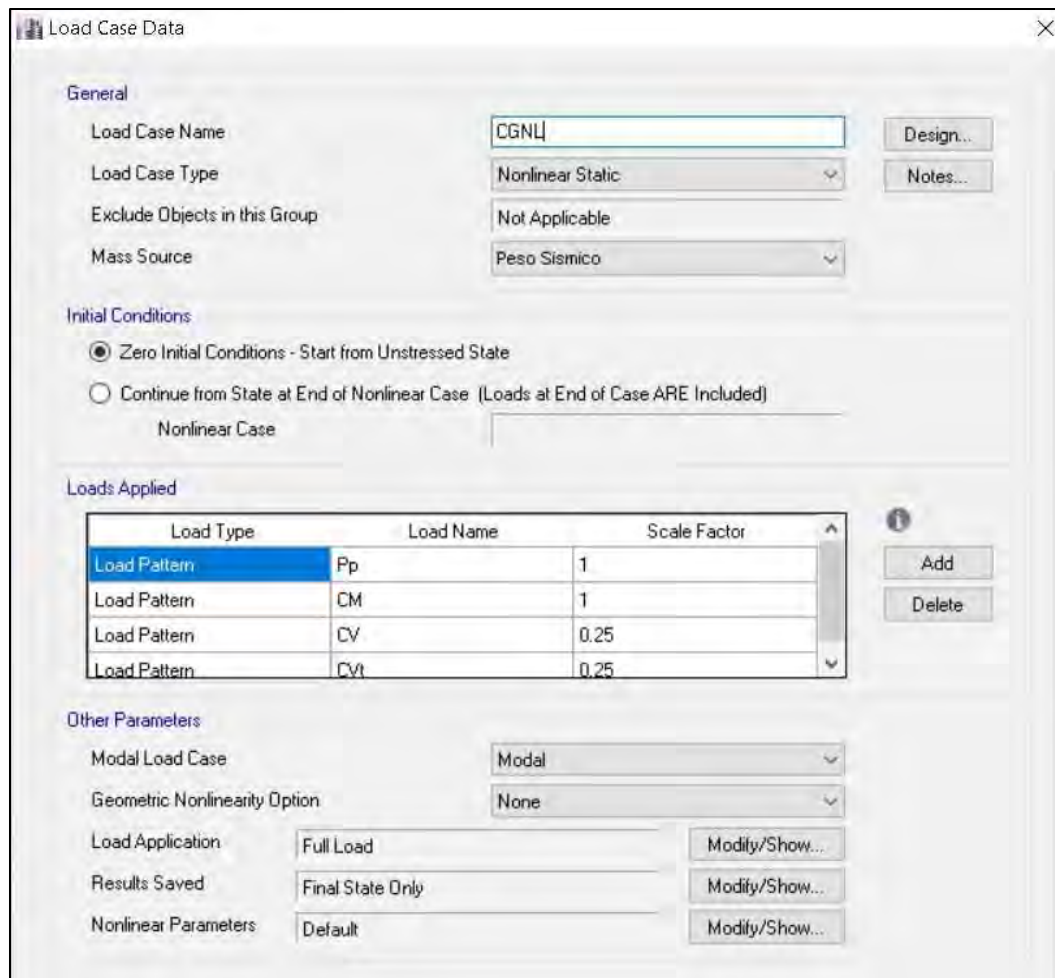
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 43: Casos de carga no lineal Push Over.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 44: Carga gravitacional no lineal.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 45: Carga Push X.

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH-X Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Peso Sismico

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FLAT-X	1

Add

Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: User Defined Modify/Show...

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 46: Carga Push Y.

Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Nonlinear Static Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Peso Sismico

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FLAT-Y	1

Info Add Delete

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

Load Application: Displacement Control Modify/Show...

Results Saved: Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters: User Defined Modify/Show...

Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 47: Carga Push del modo 1.

Load Case Data

General

Load Case Name: PUSH-MOD01 [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Peso Sismico

Initial Conditions

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: CGNL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1

[Add] [Delete]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Geometric Nonlinearity Option: P-Delta

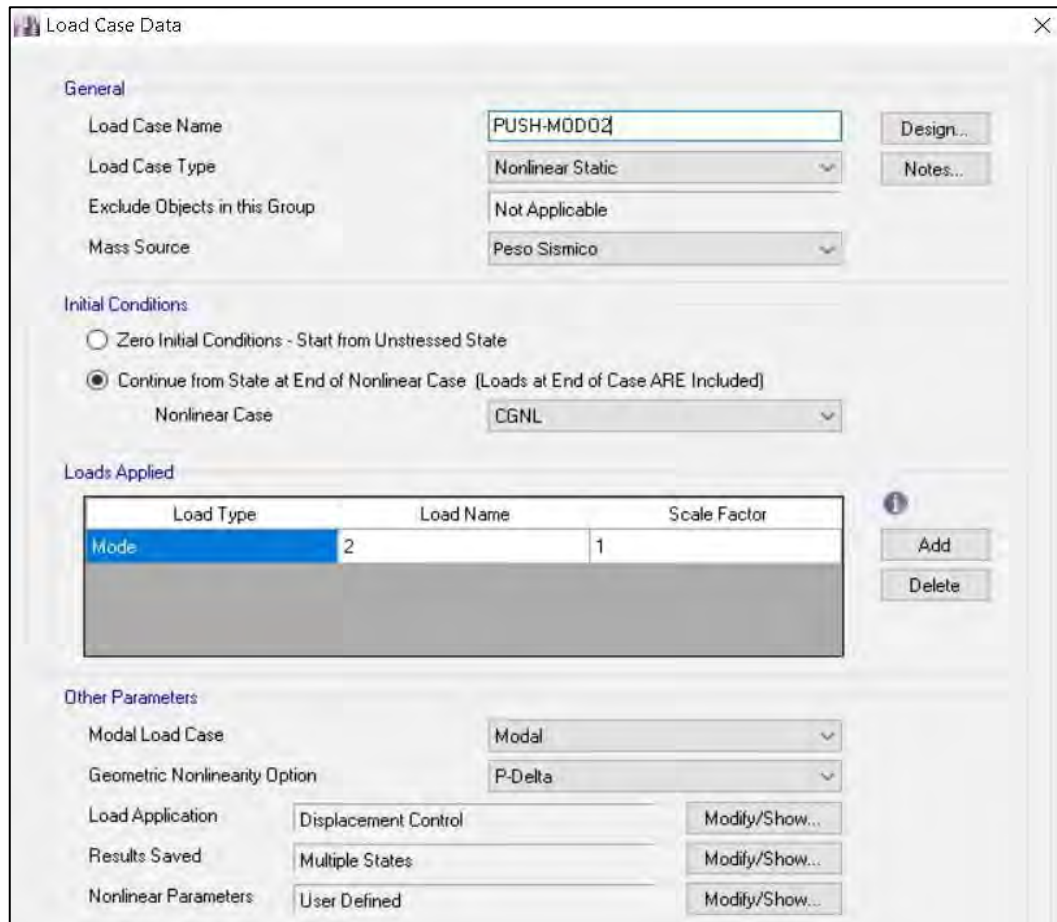
Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

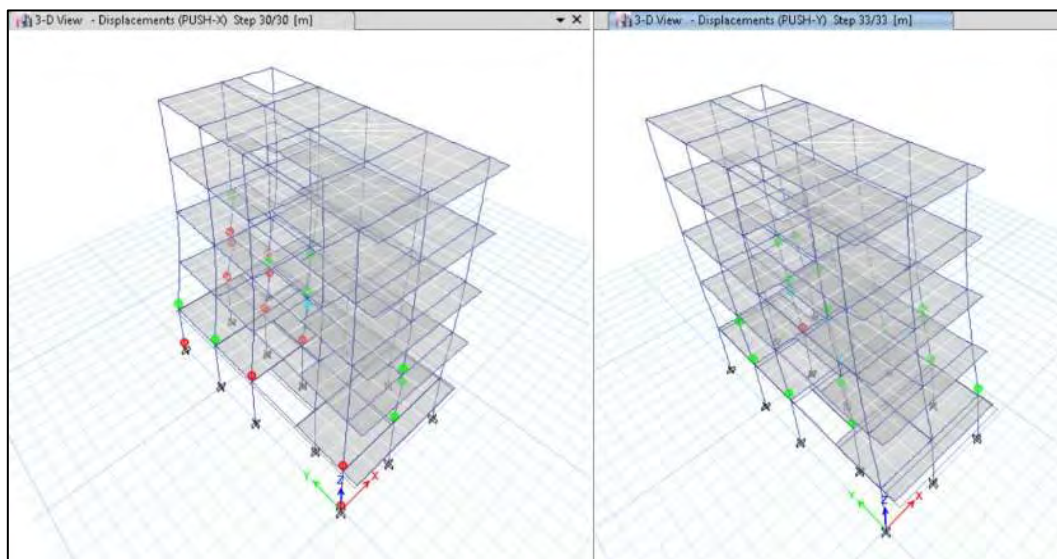
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 48: Carga Push del modo 2.



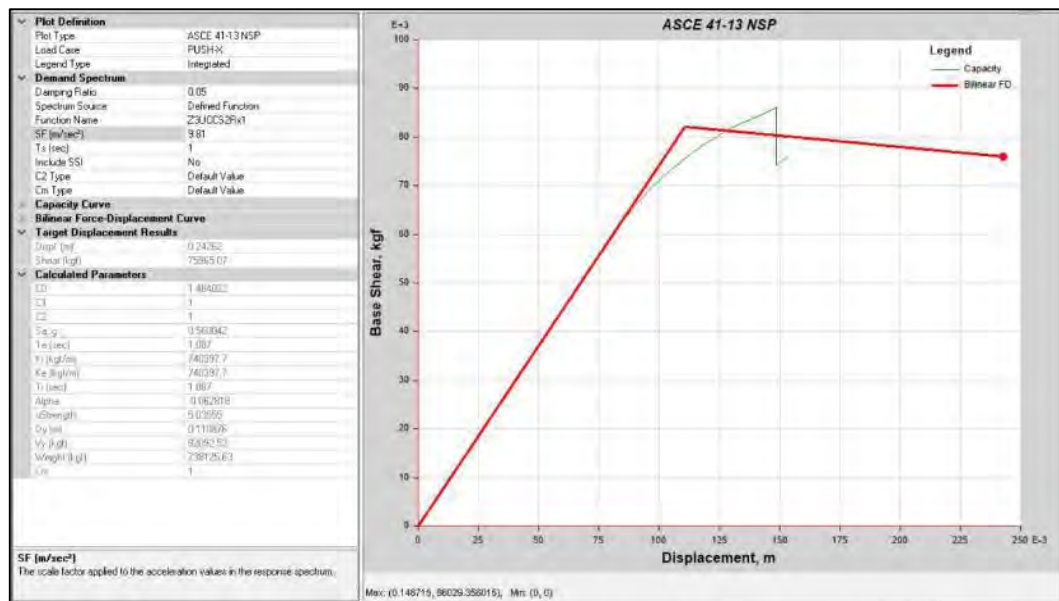
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 49: Mecanismo de rotulas plásticas en columnas.



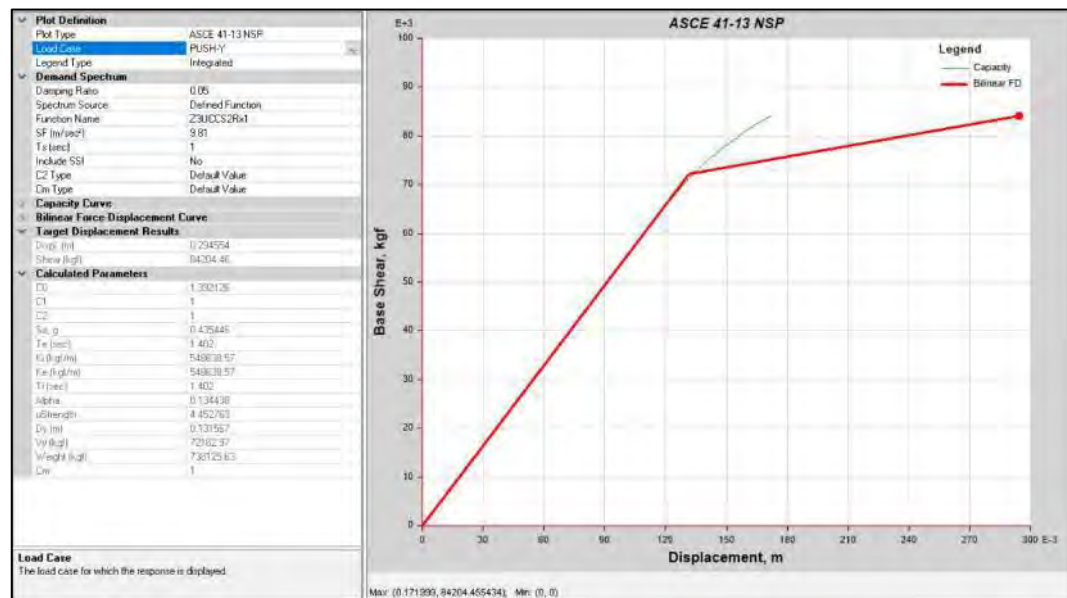
Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 50: Curva capacidad y representación bilineal según ASCE 41-13 y E 0.30 para obtener el punto de desempeño Dirección X.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

Figura N° 51: Curva capacidad y representación bilineal según ASCE 41-13 y E 0.30 para obtener el punto de desempeño Dirección Y.



Fuente: Etabs 2016 (versión 16.2.1)

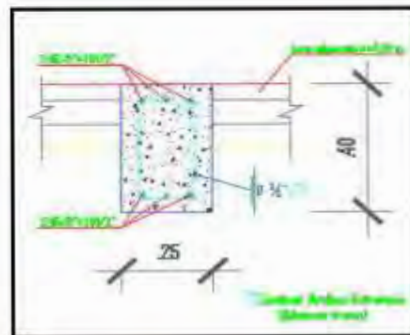
DISEÑO DE FRP - VIGA

VERIFICACION DE RESISTENCIA DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL

POR FLEXION

PROPIEDADES Y GEOMETRIA

$F_c =$	210	kg/cm ²
$F_y =$	4200	kg/cm ²
$\beta =$	0.85	
$\phi =$	0.9	
$B =$	0.3	m
$H =$	0.4	m
$rec =$	0.04	m
$d =$	0.343	m



1.CALCULAMOS LA PROFUNDIDAD DEL BLOQUE RECTANGULAR EQUIVALENTE A ESFUERZOS

EXTREMO IZQUIERDO

	# Varillas	ϕ plg	Area (cm ²)	A_t (cm ²)	a (cm)	M_n (Tn-m)
As (-)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			
As (+)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			

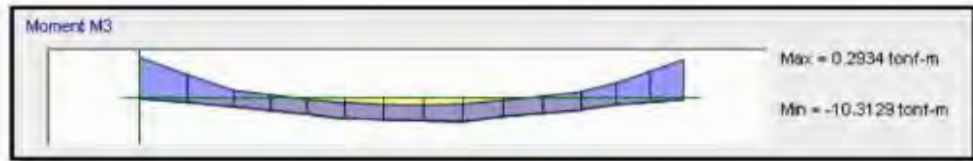
CENTRO

	# Varillas	ϕ plg	Area (cm ²)	A_t (cm ²)	a (cm)	M_n (Tn-m)
As (-)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			
As (+)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			

EXTREMO DERECHO

	# Varillas	ϕ plg	Area (cm ²)	A_t (cm ²)	a (cm)	M_n (Tn-m)
As (-)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			
As (+)	2	5/8	3.96	5.23	4.098	6.706
	1	1/2	1.27			

GRAFICO DE MOMENTOS ULTIMOS DE LA VIGA



	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
$M_u (-)$ Tnf-m	10.3129	1.6143	9.7417
$M_u (+)$ Tnf-m	0.2934	6.1654	0.5181
$\phi M_n (-)$ Tnf-m	6.71	6.71	6.71
$\phi M_n (+)$ Tnf-m	6.71	6.71	6.71

VERIFICACION

IZQUIERDA	$M_u \Rightarrow \phi M_n$ - NECESITA SER REFORZADA
CENTRO	$M_u \leq \phi M_n$ - NO NECESITA SER REFORZADA
DERECHA	$M_u \Rightarrow \phi M_n$ - NECESITA SER REFORZADA

POR CORTANTE

$A_v =$	1.42	cm ²
$F_y =$	4200	kg/cm ²
$d =$	34.25	cm
$S =$	10	cm
$V_s =$	20428.9	kgf
$F_c =$	210	kg/cm ²
$B_w =$	30	cm
$d =$	34.25	cm
$V_c =$	7892.51	kgf
$\phi V_n =$	21.241	tnf

GRAFICO DE CORTANTES ULTIMOS DE LA VIGA



$V_u =$	9.5326	tnf
$\phi V_n =$	21.241	tnf

$V_u \leq \phi V_n$ -NO FALLA POR CORTE

DISEÑO DE FRP
VIGA EXISTENTE - PROPIEDADES Y GEOMETRIA

CONCRETO

F_c =	210	kg/cm ²
E_c =	217370.65	kg/cm ²

SECCION

B =	30	cm
H =	40	cm
rec	4	cm
d =	36	cm
ϕ Mn =	6.71	tnf-m

ACERO DE REFUERZO

F_y =	4200	kg/cm ²
E_s =	2100000.00	kg/cm ²

REFUERZO A COMPRESION

	2	0	5/8
	1	0	1/2
AS' cm² =	5.23		

REFUERZO A TRACCION

	2	0	5/8
	1	0	1/2
AS cm² =	5.23		

FIBRA DE CARBONO

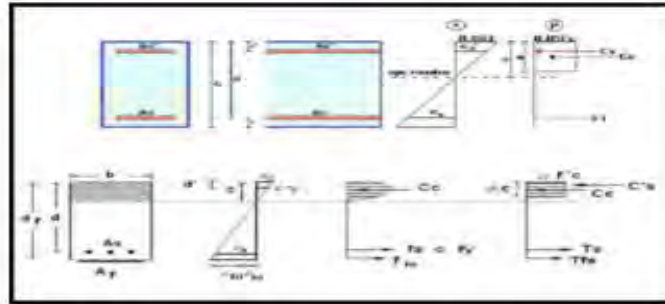
GEOMETRIA Y PROPIEDADES

Modelo	S1214	
ε(fu)* =	1.7	%
f(fu)* =	2800	N/mm ²
Ef =	165000	N/mm ²
CE =	0.95	
Tf =	1.4	mm
Ancho =	120	mm
Af =	1.68	cm ²
ε(fu) =	0.01615	
f(fu) =	2660	N/mm ²
# DE CAPAS	1	
L.de Desarrollo	187.31	cm

Elongacion de Rotura
 Resistencia a la traccion
 Modulo de Elasticidad

Espesor del FRP

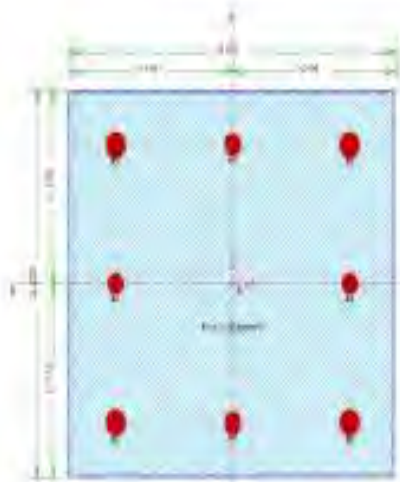
CALCULO



$A_s =$	5.23	cm ²
$B =$	30	cm
$H =$	40	cm
$d =$	36	cm
$\rho =$	0.0048	
$n_s =$	9.661	
$E_f =$	165000	N/mm ²
$\alpha =$	0.85	
$\beta =$	0.85	
$d_1 =$	4.95	cm
$d_2 =$	35.05	cm
$C_{a_cr} =$	9.452	cm
$I_{cr} =$	44024.23	cm ⁴
$C =$	8.055	cm
$I =$	44649.60	cm ⁴
$M_i =$	670599.59	kg-cm
$\epsilon_{bi} =$	0.0022	
$\epsilon_{fd} =$	0.0122	OK
$\epsilon_{cu} =$	0.00300	
$\epsilon'_s =$	0.00116	
$\epsilon_s =$	0.01005	
$\epsilon_f =$	0.00969	
$\epsilon_{sy} =$	0.00200	
$f'_s =$	2426.296	kg/cm ²
$f_s =$	4200	kg/cm ²
$f_{fe} =$	16305.82	kg/cm ²
$C_c =$	36662.07	kg
$C'_s =$	12678.42	kg
$T_s =$	21946.8	kg
$T_{fe} =$	27393.8	kg
$C_s + C'_s =$	49340.49	kg
$T_s + T_{fe} =$	49340.5	kg
$\Delta \%$	-0.0001084122	Error permisible < +- 1%
$M_n =$	6.941	tn-m
$M_{s'} =$	-0.1939	tn-m
$\psi_f \cdot M_{nf} =$	8.517	tn-m
$\phi M_n =$	13.737	tn-m
$M_u =$	6.71	tn-m

$M_u \leq \phi M_n$ - OK

DISEÑO DE CFRP - COLUMNA



PROPIEDADES Y GEOMETRIA

$F_c =$	210.00	kg/cm ²
$E_c =$	217370.65	kg/cm ²
$F_y =$	4200.00	kg/cm ²
$E_s =$	2100000.00	kg/cm ²
$b =$	27	cm
$h =$	27	cm
$A_s =$	4φ 5/8+4φ 1/2	
$A_{st} (cm^2) =$	13.00	
$\rho (\%) =$	0.017832647	OK

BOTTOM

	P_u	V_2	V_3	T	M_2	M_3
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
1.4CM+1.7CV	40.51787	2.09263	-0.10658	-0.00329	-0.15481	2.99972
1.25(CM+CV)+SDX	38.8232	3.1863	0.615175	0.12935	0.91195	4.63335
1.25(CM+CV)-SDX	30.4328	0.3197	-0.795425	-0.13485	-1.17345	0.36115
1.25(CM+CV)+SDY	36.6465	2.189	1.542375	0.03915	2.27825	3.14665
1.25(CM+CV)-SDY	32.6095	1.317	-1.722625	-0.04465	-2.53975	1.84785
0.9 (CM)+SDX	23.92383	2.30765	0.65733	0.13075	0.97367	3.32572
0.9 (CM)-SDX	15.53343	-0.55895	-0.75327	-0.13345	-1.11173	-0.94648
0.9 (CM)+SDY	21.74713	1.31035	1.58453	0.04055	2.33997	1.83902
0.9 (CM)-SDY	17.71013	0.43835	-1.68047	-0.04325	-2.47803	0.54022

TOP

	P_u	V_2	V_3	T	M_2	M_3
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
1.4CM+1.7CV	39.83201	2.09263	-0.10658	-0.00329	0.14363	-2.85944
1.25(CM+CV)+SDX	38.210825	3.1863	0.615175	0.12935	1.054525	-0.5321
1.25(CM+CV)-SDX	29.820425	0.3197	-0.795425	-0.13485	-0.811275	-4.2899
1.25(CM+CV)+SDY	36.034125	2.189	1.542375	0.03915	2.285825	-1.8389
1.25(CM+CV)-SDY	31.997125	1.317	-1.722625	-0.04465	-2.042575	-2.9831
0.9 (CM)+SDX	23.48292	2.30765	0.65733	0.13075	0.99824	0.62034
0.9 (CM)-SDX	15.09252	-0.55895	-0.75327	-0.13345	-0.86756	-3.13746
0.9 (CM)+SDY	21.30622	1.31035	1.58453	0.04055	2.22954	-0.68646
0.9 (CM)-SDY	17.26922	0.43835	-1.68047	-0.04325	-2.09886	-1.83066

CALCULO DEL DIAGRAMA DE INTERACCION

$\phi = 0.7$

Curva a 0 deg

Point	INCLUIDO EL ϕ			EXCLUIDO EL ϕ		
	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	-49.59	0.00	0.00	-70.85	0.00	0.00
2	-22.96	0.00	2.88	-32.80	0.00	4.12
3	-3.51	0.00	4.77	-5.02	0.00	6.81
4	9.73	0.00	5.92	13.90	0.00	8.46
5	28.47	0.00	6.02	40.68	0.00	8.60
6	39.57	0.00	5.51	56.52	0.00	7.87
7	58.01	0.00	4.83	82.87	0.00	6.91
8	74.10	0.00	3.96	105.86	0.00	5.66
9	88.14	0.00	2.93	125.92	0.00	4.18
10	95.10	0.00	2.24	135.86	0.00	3.20
11	95.10	0.00	0.00	135.86	0.00	0.00

Curva a 180 deg

Point	INCLUIDO EL ϕ			EXCLUIDO EL ϕ		
	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	-49.59	0.00	0.00	-70.85	0.00	0.00
2	-22.96	0.00	-2.88	-32.80	0.00	-4.12
3	-3.51	0.00	-4.77	-5.02	0.00	-6.81
4	9.73	0.00	-5.92	13.90	0.00	-8.46
5	28.47	0.00	-6.02	40.68	0.00	-8.60
6	39.57	0.00	-5.51	56.52	0.00	-7.87
7	58.01	0.00	-4.83	82.87	0.00	-6.91
8	74.10	0.00	-3.96	105.86	0.00	-5.66
9	88.14	0.00	-2.93	125.92	0.00	-4.18
10	95.10	0.00	-2.24	135.86	0.00	-3.20
11	95.10	0.00	0.00	135.86	0.00	0.00

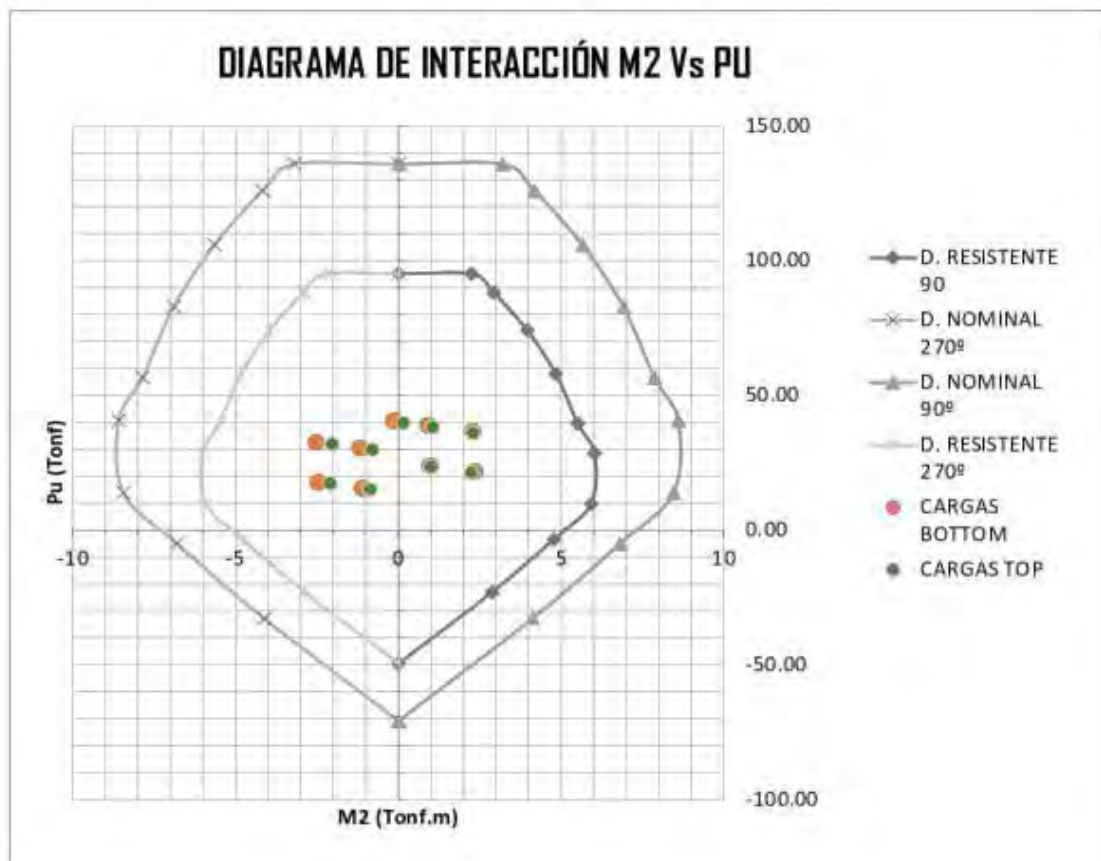
Curva a 90 deg

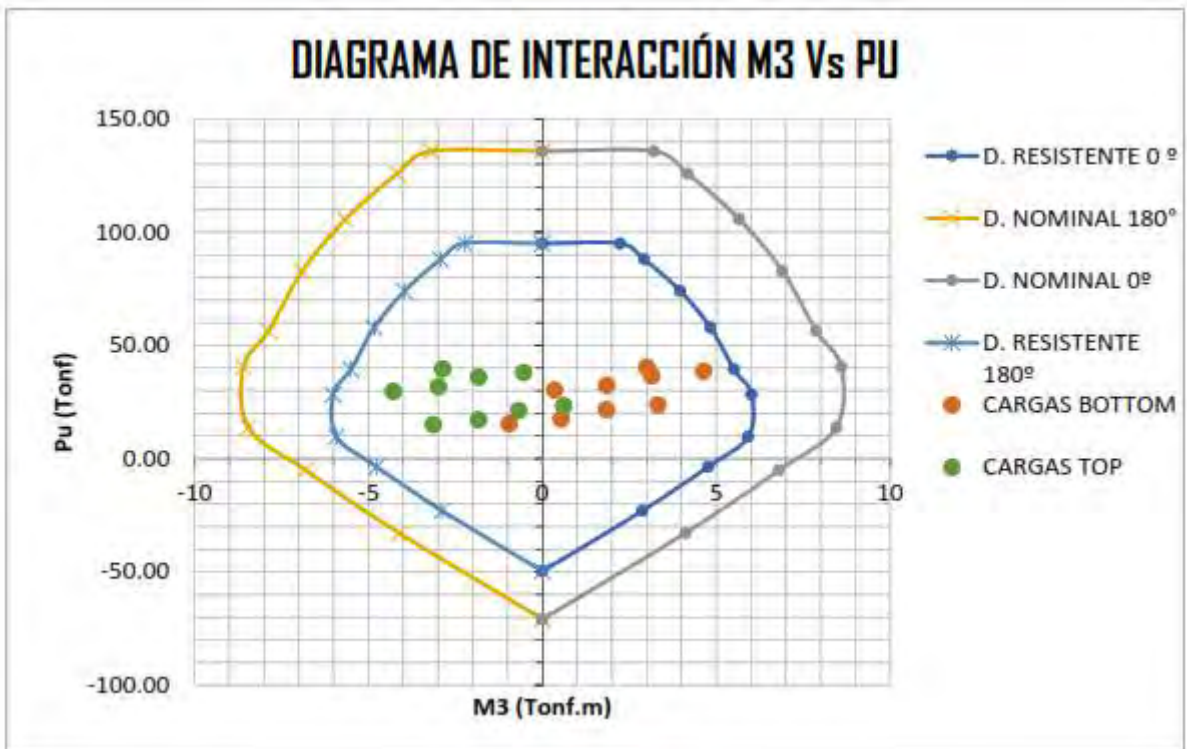
Point	INCLUIDO EL ϕ			EXCLUIDO EL ϕ		
	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	-49.59	0.00	0.00	-70.85	0.00	0.00
2	-22.96	2.88	0.00	-32.80	4.12	0.00
3	-3.51	4.77	0.00	-5.02	6.81	0.00
4	9.73	5.92	0.00	13.90	8.46	0.00
5	28.47	6.02	0.00	40.68	8.60	0.00
6	39.57	5.51	0.00	56.52	7.87	0.00
7	58.01	4.83	0.00	82.87	6.91	0.00
8	74.10	3.96	0.00	105.86	5.66	0.00
9	88.14	2.93	0.00	125.92	4.18	0.00

10	95.10	2.24	0.00	135.86	3.20	0.00
11	95.10	0.00	0.00	135.86	0.00	0.00

Curva a 270 deg

Point	INCLUIDO EL Φ			EXCLUIDO EL Φ		
	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	-49.59	0.00	0.00	-70.85	0.00	0.00
2	-22.96	-2.88	0.00	-32.80	-4.12	0.00
3	-3.51	-4.77	0.00	-5.02	-6.81	0.00
4	9.73	-5.92	0.00	13.90	-8.46	0.00
5	28.47	-6.02	0.00	40.68	-8.60	0.00
6	39.57	-5.51	0.00	56.52	-7.87	0.00
7	58.01	-4.83	0.00	82.87	-6.91	0.00
8	74.10	-3.96	0.00	105.86	-5.66	0.00
9	88.14	-2.93	0.00	125.92	-4.18	0.00
10	95.10	-2.24	0.00	135.86	-3.20	0.00
11	95.10	0.00	0.00	135.86	0.00	0.00





Nota: Se observa que la totalidad de los puntos(cargas) se encuentran dentro del diagrama de interacción, lo que nos daría a entender que la columna, en cuanto a su sección y acero, soporta a las solicitaciones a la cual está impuesta.

Es muy importante también mencionar que dentro de los puntos existen puntos más cercanos al borde del diagrama de interacción, con ratios entre 0.95 a 0.98, cercanos al máximo permisible que es de 1. Es conveniente que este margen se reduzca debido a que el mecanismo inicial de falla de rotulas plásticas en el análisis Push Over se dio en columnas, condición no deseable, pero el tema columna fuerte, viga débil. Por tal motivo en este proyecto tomaremos dicha condición, y procedemos a realizar el reforzamiento estructural.

DISEÑO DE CFRP

Elongacion de Rotura
Resistencia a la traccion
Modulo de Elasticidad
Espesor del FRP

MODELO	SikaWrap 600C	
$\epsilon(fu)^*$ =	1.33	%
$f(fu)^*$ =	960	N/mm ²
E_f =	73000	N/mm ²
T_f =	1	mm
CE =	0.95	
#capas	1	
$\epsilon(fu)$ =	0.012635	
$f(fu)$ =	912	N/mm ²
K_e =	0.55	
$\epsilon(f_e)$ =	0.0069	PUNTO A
$\epsilon(f_e)$ =	0.0040	PUNTO B, C, D

PUNTO A

F_l =	27.0952	kg/cm ²
ρ_g =	0.003	
r_c =	3	cm
b =	27	cm
h =	27	cm
A_g =	729	cm ²
A_e/A_c =	0.5955	
K_a =	0.5955	
f_{cc} =	260.583	kg/cm ²
ϵ_{ccu} =	0.01	
E_2 =	5058.341	kg/cm ²
$\phi P_n (A)$	110.8594	tnf
$\phi M_n (A)$	0	

PUNTO B

F_l =	15.5961	kg/cm ²
ρ_g =	0.003	
r_c =	3	cm
b =	27	cm
h =	27	cm
A_g =	729	cm ²
A_e/A_c =	0.5955	
K_a =	0.595494	
f_{cc} =	239.116	kg/cm ²
ϵ_{ccu} =	0.01	
E_2 =	2911.590	kg/cm ²

ϵ_t =	0.002	
c =	22.210	
y_t =	4.350	cm
$\phi P_n (B)$	103.398	tnf
$\phi M_n (B)$	15.890	tnf-m

PUNTO C

F_l =	15.5961	kg/cm ²
ρ_g =	0.003	
r_c =	3	cm
b =	27	cm
h =	27	cm
A_g =	729	cm ²
A_e/A_c =	0.5955	
K_a =	0.595494	
f_{cc} =	239.116	kg/cm ²
ϵ_{ccu} =	0.01	
E_2 =	2911.590	kg/cm ²
ϵ_t =	0.002	
ϵ_{sy} =	0.004	
c =	15.864	cm
y_t =	3.107	cm
$\phi P_n (C)$	92.1810	tnf
$\phi M_n (C)$	16.3759	tnf-m

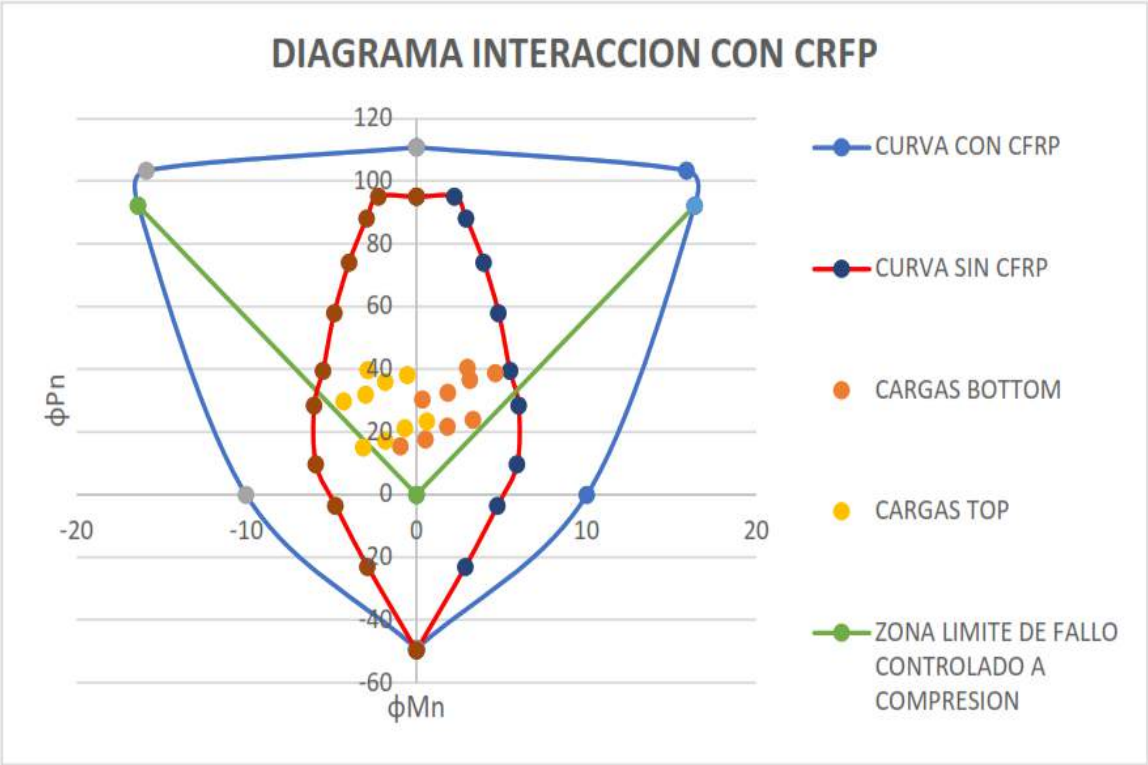
PUNTO D

f_{fe} =	2977.5824	kg/cm ²
ψ_f =	0.85	
A_f =	3.24	cm ²
F_{cc} =	239.116	kg/cm ²
d =	22.21	cm
A_{st} =	13.00	cm ²
ϕ =	0.9	
F_y =	4200	kg/cm ²
b =	27	cm
h =	27	cm
$\phi P_n (D)$	0	tnf
$\phi M_n (D)$	10.03	tnf-m

PUNTO E

$\phi P_n (E)$	49.14	tnf
$\phi M_n (E)$	0	tnf-m

DIAGRAMA INTERACCION CON CFRP



CAPÍTULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. DISCUSIONES.

Las figuras(imágenes) corresponden al análisis sísmico dinámico según la Norma E 0.30 Diseño Sismorresistentes.

De la figura 29 y 30, nos da a entender que la distorsión inelástica, no cumple con la distorsión permisible para edificaciones de concreto armado que es de 0.007. Y por ende no cumple con la filosofía de diseño de la Norma E 0.30.

La imagen 50 y 51 nos quiere decir que, en la dirección X su ductilidad es de $Du/Dy = 0.1533/0.110876=1.38$ y en la Dirección Y su ductilidad es $Du/Dy = 0.17199/0.1315=1.30$, considerando que la ductilidad permisible para el tipo de Sistema Estructural según NTE E 0.30 Pórticos $R = 8$, está entre 4 y 6.24, entonces podemos decir que nuestra estructura carece de ductilidad.

4.2. CONCLUSIONES.

De acuerdo al predimensionamiento de los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles, su comportamiento sísmico es inadecuado. En tal sentido ante la presencia de un sismo, los elementos estructurales reforzados con fibra de carbono (CFRP), mejora su resistencia y rigidez, tal que, al aplicar este tipo de refuerzo aumenta la resistencia entre 6 a 7 veces más en comparación a la resistencia del acero empleado.

Se pudo conocer la resistencia aparente de los elementos de concreto armado con la que se construyó la Edificación de 6 niveles, según los resultados obtenidos de los ensayos de esclerometría.

Tabla N° 09: Resumen de resultados de ensayo de esclerometría.

NIVEL	ESTRUCTURA	DATOS OBTENIDOS	PROMEDIO kg/cm ²
1	COLUMNAS	165 kg/cm ²	152.5 kg/cm ²
		140 kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
2	COLUMNAS Y VIGAS	120 kg/cm ²	200 kg/cm ²
		280 kg/cm ²	
3	COLUMNAS	140 kg/cm ²	135 kg/cm ²
		130 kg/cm ²	
4	COLUMNAS Y VIGAS	>100 Kg/cm ²	180 kg/cm ²
		180 kg/cm ²	
5	COLUMNAS	>100 Kg/cm ²	>100 Kg/cm ²
		>100 Kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
6	COLUMNAS	>100 Kg/cm ²	>100 Kg/cm ²
		>100 Kg/cm ²	

Fuente: Consultores San Martín E.I.R. Ltda.

En función a los resultados obtenidos, se concluye que los elementos estructurales ensayados no presentan condiciones aceptables, asimismo, son un reflejo de los demás elementos estructurales no ensayados, lo que muestra que hubo escaso o nulo control de calidad de los materiales empleados y del proceso constructivo.

Las secciones transversales de los elementos estructurales se determinaron a partir de la inspección a la edificación de 6 niveles, en tal sentido se tiene en el primer y segundo nivel, columnas de 0.35x0.35 m, a partir del tercer nivel hasta el sexto piso se tiene columnas de 0.27x0.27 m y en todos los niveles las vigas principales VP (0.25 x 0.40 m), VP (0.25x0.45 m), y vigas secundarias VS (0.25x0.20 m).

Según la configuración estructural de la edificación de 6 niveles, es una estructura con susceptibilidad frente a posibles daños en aquellas partes que mantienen al edificio en pie ante un sismo intenso, incluyendo cimientos, columnas, muros, vigas y losas. Siendo las uniones o conexiones entre elementos estructurales los puntos más críticos, en donde se requiere el reforzamiento con fibra de carbono, el cual incrementa su rigidez y resistencia a la flexión, reduciendo así los desplazamientos y deformaciones en cada uno de los elementos estructurales.

La Edificación de 6 niveles, tiene vulnerabilidad sísmica alta, debido a que la resistencia aparente del concreto armado en sus elementos estructurales está por debajo de la resistencia de diseño de 210kg/cm² según la norma E. 060 , además su comportamiento sísmico es inadecuado, ya que los elementos estructurales cumplen con resistir cargas vivas y muertas, pero no soportan cargas sísmicas, por lo que podría fallar ante un sismo de gran magnitud; por lo tanto el reforzamiento con fibra de carbono en los elementos estructurales aumenta su resistencia actual entre 6 a 7 veces más. La edificación de uso común dentro de la categoría C según la norma E.030, su funcionamiento no debe afectarse en el caso de un sismo, ya que el Primer Nivel funciona como local comercial, en el Segundo Nivel como restaurant y en los pisos superiores funcionan como viviendas multifamiliares; de acuerdo a la evaluación de la vulnerabilidad, esta condición no se cumple, esperándose incluso que la edificación sufra daños considerables.

5.3. RECOMENDACIONES.

Se recomienda el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) de columnas y vigas con el incremento de su sección transversal y refuerzo requerido, haciendo uso de un aditivo epóxico para la unión respectiva en cada

elemento estructural, donde se necesite reforzar, de esa manera prevenir el colapso inminente de la edificación de seis niveles.

Tener en cuenta una evaluación más detallada de los elementos estructurales, seleccionando otros elementos estructurales que no han sido ensayados y de ser el caso, realizar ensayos destructivos (ensayo de Diamantina) con la autorización respectiva del propietario de la Edificación de seis niveles, especialmente en los elementos estructurales donde los resultados han sido más desfavorables.

Realizar un reforzamiento en cada uno de los elementos estructurales, teniendo en cuenta el Pre -dimensionamiento existente, es recomendable tener en cuenta que los elementos estructurales de la edificación en estudio no cuentan condiciones adecuadas en términos de concreto armado, ya que solo un resultado ha superado la resistencia mínima de diseño ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$). En tal sentido se debe considerar el reforzamiento de dichos elementos estructurales con los sistemas más convenientes para los interesados, de mantener los resultados en futuros estudios estructurales en la edificación de seis niveles, se debe tener en cuenta la demolición de la edificación.

Se recomienda aplicar reforzamiento en las conexiones y uniones de los elementos estructurales en los puntos más críticos, para reducir los desplazamientos y deformaciones en cada uno de los elementos estructurales.

Según el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación de seis niveles, los elementos estructurales han sido diseñados y construidos sin tener en

cuenta los efectos sísmicos; con esta evaluación se pueden proponer métodos de reforzamiento ante cargas sísmicas.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Cajaleón León, Edson Antonio. (2017) *Comportamiento inelástico de pórticos de concreto armado con vigas reforzadas a flexión con CFRP*. (Tesis Posgrado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

Cruz Solis, Juan Jose. (octubre-2015) *Estudio del anclaje por adherencia y el comportamiento a flexión de refuerzos con laminados de fibras de carbono en elementos estructurales de hormigón armado*. (Tesis Doctoral). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Estrada Santos, Mayra Alejandra. **Yoplac Carhuatanta**, Jorvi. (2019) *evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar huaraz breña – Lima 2019*.(tesis posgrado). Lima: Universidad Ricardo Palma.

Frank Junior, Gonzáles Vásquez. (2017) *Vulnerabilidad Sísmica Del Edificio 1-I De La Universidad Nacional De Cajamarca*. (Tesis Posgrado). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca.

Gómez de la Peña, Enrique. (2017) *Refuerzo y reparación con FRP de vigas de madera aserradas sometidas a flexión* (tesis posgrado). España: Universidad Politécnica de Madrid.

Manrique Siles, Diego Arturo. **Paucar Berrocal**, Miguel Dirceu. (2019) *Uso de fibra de carbono en reforzamiento de estructuras de edificaciones, centro empresarial camino real, san isidro*. (Tesis Posgrado). Lima: universidad Ricardo Palma.

Norma ACI 440.2R-17 “Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures”

Norma E.030. (2018). “Diseño sismorresistente”. (Norma, Lima – Perú)

Norma E.020. (2006). “Cargas”

Norma E.060. (2009) “Concreto Armado”.

Sergi Sànchez, Redondo. (Enero 2018) *Análisis de la capacidad estructural de edificios recrecidos de mampostería no reforzada en la ciudad de Barcelona*. (Tesis posgrado). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Vega Pereda, Carlos Enrique.(Julio,2017) En su trabajo de investigación titulado: *Evaluación y reforzamiento de dos edificios contiguos construidos en la década del 60 en el centro de Lima*. (tesis Posgrado). Perú, Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿De qué manera el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de edificación de 6 niveles, mejora el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo?	Determinar de qué manera el reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles, mejora el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo.				
	¿Cuál es la resistencia de concreto con la que se construyó la edificación de 6 niveles – Tarapoto?	Conocer la resistencia de concreto con la que se construyó la edificación de 6 niveles – Tarapoto.				
ESPECÍFICO	¿Cuál es la geometría de la sección transversal de los elementos estructurales en el primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto piso de la edificación de 6 niveles – Tarapoto?	Determinar la geometría de la sección transversal de los elementos estructurales en el primer, segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto piso de la edificación de 6 niveles – Tarapoto.	El reforzamiento con fibra de carbono (CFRP) en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles influye significativamente en su resistencia y rigidez.			
	¿En qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono (CFRP) mejora el comportamiento estructural en términos de desplazamiento y deformación de los elementos estructurales frente a un sismo, de la edificación de 6 niveles – Tarapoto?	Determinar en qué medida el reforzamiento estructural con fibra de carbono (CFRP) mejora el comportamiento estructural en términos de desplazamiento y deformación de los elementos estructurales frente a un sismo, de la edificación de 6 niveles – Tarapoto.		VI. Estructura reforzada con fibra de carbono.		
	¿En qué medida el uso de la fibra de carbono (CFRP) reduce la vulnerabilidad sísmica en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles, la edificación Chela Exprés – Tarapoto?	Determinar en qué medida el uso de la fibra de carbono (CFRP) reduce la vulnerabilidad sísmica en los elementos estructurales de la edificación de 6 niveles – Tarapoto.		VD. Capacidad estructural de la edificación de 6 niveles reforzado con fibra de carbono.		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

ANEXO 2.1.

PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen N° 01: Vista panorámica del edificio de seis niveles.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 02: Vista en perfil del edificio de seis niveles.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 03: Se puede apreciar al investigador haciendo las respectivas medidas de la viga peraltada.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 04: Se puede apreciar al investigador haciendo las respectivas medidas de la columna.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 05: Se puede observar las fisuras que existen en la losa aligerada, cerca al nudo viga-columna.



Imagen N° 06: La edificación cuenta con cubierta liviana en la azotea.



Imagen N° 07: Se puede observar el alisado de la columna con la piedra de abrasión porosa.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 08: Se puede apreciar el ensayo de esclerometría en la columna.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 09: Se puede observar el ensayo en las vigas para la resistencia aparente.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N°10: Se puede observar el ensayo en las columnas para la resistencia aparente.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2.2.
ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Tarapoto, mayo del 2,021.

CARTA N°083-2021-TPP/C.S.M.E.I.R.LTDA.

SEÑORES:

CRISTIAN RICHERD DEL AGUILA GARCIA
WILTON CACHIQUE LOLO

PRESENTE. -

ASUNTO: ENTREGA DE ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA

Tengo el agrado de dirigirme a Uds. para saludarles cordialmente y al mismo tiempo hacerles llegar los Resultados de los ensayos de Esclerometría del Proyecto de tesis: “ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN DE SEIS NIVELES, SITIO JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – PROVINCIA DE SAN MARTÍN – PERÚ 2021”

Sin otro particular esperando que la presente pueda contribuir como apoyo para la buena ejecución de la obra de Ustedes.

Atentamente.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Aróvalo Ramírez
GERENTE GENERAL

C.c.:

📁 Archivo.

JAR/srpd



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"



PROYECTO TESIS: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIÓN DE SEIS NIVELES, SITIO JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817-

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.

John A. Revilla Ramirez
GERENTE GENERAL

TARAPOTO - PROVINCIA DE SAN MARTÍN - PERÚ

2021" FECHA: MAYO 2021

Ing. *[Signature]*
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



INDICE

1.0. GENERALIDADES:	5
1.01. OBJETIVO DEL INFORME:	5
1.02. UBICACIÓN DEL AREA DE INFORME	5
2.0. PRUEBA DE ESCLEROMETRIA	6
2.1. TRABAJOS EFECTUADOS	6
2.2. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEDIDA DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EL SITIO (MÉTODO DE ESCLEROMETRIA)	9
3.0. CONCLUSIONES	10
4.0. RECOMENDACIONES	11
5.0. PANEL FOTOGRÁFICO	13
6.0. ANEXO I	

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arévalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

**EVALUACIÓN DE OBRAS DE
CONCRETO ARMADO MEDIANTE
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
(ESCLEROMETRIA N.T.P.
339.181:2013-ASTM C-805)**

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.

John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098

Jr. Camilla Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Tel. 042783586 RUC:20450363082



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

1.0. GENERALIDADES:

1.01. OBJETIVO DEL INFORME:

Evaluar la resistencia del concreto in-situ, mediante ensayos no destructivos (ESCLEROMETRIA), que afecten las estructuras de los módulos existentes dentro del área en estudio; específicamente en los elementos estructurales como: columnas y Vigas de la edificación, con el objetivo de tener conocimiento de la calidad y resistencia del concreto con la finalidad de determinar su uso y/o demolición de presentar resultados favorables o desfavorables.

1.02. UBICACIÓN DEL AREA DE INFORME

Las estructuras ensayadas forman parte de la estructura de la edificación de 6 niveles en el Jirón Augusto B. Leguía # 817 en el distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, departamento de San Martín.



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.

John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL



Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



2.0. ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

2.1. TRABAJOS EFECTUADOS

Al inicio de la evaluación de las estructuras de la edificación ensayada, se hizo una inspección visual inicial para identificar los posibles elementos estructurales a tomar como referencia para los ensayos en los diferentes niveles de la edificación; siendo así, una vez verificado e identificados los elementos a ensayar, se procedió a seleccionar 15 puntos.

Luego, se procedió a realizar los trabajos previos antes de los disparos; enmarcando las zonas de pruebas. Encontrándose 15 elementos para su respectivo ensayo no destructivo, entre Columnas y Vigas; una vez ubicado los puntos se procedió a realizar los trabajos previos según norma que se especifica para este tipo de trabajos.

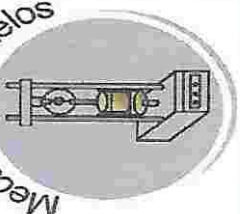
Se procedió a quitar el revestimiento y alisar la superficie para proceder al rebote del martillo, una vez alisada con la piedra porosa abrasiva respectivamente, se procedió a los disparos en los elementos a evaluar, realizando 12 rebotes por punto ensayado. Posteriormente, se realizó el registro respectivo del rebote "R" del martillo de esclerometría, finalizando el proceso de recolección de datos en campo.

De los datos obtenidos, se procedió en gabinete, a seleccionar los datos que mostraran dispersión exagerada con respecto al grupo promedio del total de los puntos ensayados. Siendo así, que finalmente se procedió a realizar el cálculo de la fuerza del concreto aparente con 10 datos de los 12 tomados inicialmente en campo. A continuación, se adjunta una tabla con los datos recolectados y las resistencias obtenidas:

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

Jhn Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlo R. Arevalo Mora
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ESTRUCTURA	ANGULO	VALORES OBTENIDOS (R)										R promedio	Resistencia (Kg/cm ²)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Para un índice de Rebote (R)
PRIMER NIVEL - COLUMNA 10	0°	30	25	25	25	25	25	30	30	30	25	27.00	165.0 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 11	0°	25	25	24	24	26	25	25	25	25	26	25.00	140.0 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 12	0°	16	16	16	18	18	20	13	18	17	18	17.00	>100 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 14	0°	25	18	22	21	22	21	21	16	15	16	20.00	>100 Kg/cm ²
SEGUNDO NIVEL - COLUMNA 09	0°	22	23	23	22	24	25	26	23	22	20	23.00	120.0 Kg/cm ²
SEGUNDO NIVEL - VIGA 2	(-) 90°	34	33	33	31	34	34	32	28	28	33	32.00	280.0 Kg/cm ²
TERCER NIVEL - COLUMNA 07	0	25	27	25	26	22	22	27	26	27	22	25.00	140.0 Kg/cm ²

CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.L

John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlo P. Avelajo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

TERCER NIVEL - COLUMNA 08	0°	23	22	24	24	24	24	24	24	26	24	24	27	24.00	130.0 Kg/cm ²
CUARTO NIVEL - COLUMNA 06	0°	23	22	19	20	19	20	19	22	20	22	22	22	21.00	>100 Kg/cm ²
CUARTO NIVEL - VIGA 01	(-) 90°	26	26	22	28	26	25	25	20	25	25	20	22	25.00	180.0 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 03	0°	21	20	19	21	20	18	21	20	21	20	20	19	20.00	>100 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 04	0°	14	17	17	12	15	16	15	16	15	16	16	17	16.00	>100 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 05	0°	10	13	10	15	15	11	10	17	10	17	10	11	12.00	>100 Kg/cm ²
SEXTO NIVEL - COLUMNA 01	0°	17	15	16	15	14	15	16	15	16	15	16	15	15.00	>100 Kg/cm ²
SEXTO NIVEL - COLUMNA 02	0°	19	18	18	16	16	19	17	20	17	20	19	19	18.00	>100 Kg/cm ²

❖ Los datos sombreados son el rebote R mínimo y máximo obtenidos por cada elemento estructural ensayado, para el cálculo del F_c aparente.



2.2. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS DE MEDIDA DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EL SITIO (MÉTODO DE ESCLEROMETRIA)

Para el ensayo de esclerometría, se utilizó el Martillo para ensayo de concreto lo cual se utiliza como instrumento de control y ensayo para medir la calidad y determinar la resistencia del concreto in-situ.

En esta oportunidad se utilizó el esclerómetro, para estimar la calidad del concreto, en estructuras que han sido construidas con la finalidad de verificar su resistencia y calidad y determinar su uso.

Este método cumple con las normas ASTM C-805, conteniendo curvas de calibración en las que se compara el número de rebotes con la resistencia a la compresión.

Es preciso mencionar que para efectuar la prueba la norma específica que la superficie tiene que ser lisa, de no ser así se deberá en lo posible preparar la zona a trabajar mediante la piedra porosa que se adjunta al equipo.

Para la medida de cada una de las estructuras se realizaron pruebas en casi toda la estructura para poder verificar el estado de cada parte de la misma, promediando en cada prueba de 10 rebotes el cual está especificado para la aprobación y realización de la prueba obteniendo la siguiente tabla:

TABLAN° 02

ESTRUCTURA	ANGULO	R promedio	Resistencia (Kg/cm ²)
			Para un índice de Rebote (R)
PRIMER NIVEL - COLUMNA 10	0°	27.00	165.0 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 11	0°	25.00	140.0 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 12	0°	17.00	>100 Kg/cm ²
PRIMER NIVEL - COLUMNA 14	0°	20.00	>100 Kg/cm ²
SEGUNDO NIVEL - COLUMNA 09	0°	23.00	>100 Kg/cm ²

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.
John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



SEGUNDO NIVEL - VIGA 2	(-) 90°	32.00	280.0 Kg/cm ²
TERCER NIVEL - COLUMNA 07	0	25.00	140.0 Kg/cm ²
TERCER NIVEL - COLUMNA 08	0°	24.00	130.0 Kg/cm ²
CUARTO NIVEL - COLUMNA 06	0°	21.00	>100 Kg/cm ²
CUARTO NIVEL - VIGA 01	(-) 90°	25.00	180.0 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 03	0°	20.00	>100 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 04	0°	16.00	>100 Kg/cm ²
QUINTO NIVEL - COLUMNA 05	0°	12.00	>100 Kg/cm ²
SEXTO NIVEL - COLUMNA 01	0°	15.00	>100 Kg/cm ²
SEXTO NIVEL - COLUMNA 02	0°	18.00	>100 Kg/cm ²

3.0. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos de esclerometría, realizado en la edificación ensayada, se tiene lo siguiente resultados:

NIVEL	ESTRUCTURA	DATOS OBTENIDOS	PROMEDIO KG/CM ²
01	COLUMNAS	165.0 Kg/cm ²	152.5 Kg/cm ²
		140.0 Kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
02	COLUMNA Y VIGAS	120.0 Kg/cm ²	200.0 Kg/cm ²
		280.0 Kg/cm ²	
03	COLUMNAS	140.0 Kg/cm ²	135.0 Kg/cm ²
		130.0 Kg/cm ²	
04	COLUMNAS Y VIGAS	>100 Kg/cm ²	180.0 Kg/cm ²
		180.0 Kg/cm ²	

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L
John Arévalo Kawuru
 GERENTE GENERAL

Ing. **Juan Carlos R. Arévalo Morales**
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098



05	COLUMNAS	>100 Kg/cm ²	>100 Kg/cm ²
		>100 Kg/cm ²	
		>100 Kg/cm ²	
06	COLUMNAS	>100 Kg/cm ²	>100 Kg/cm ²
		>100 Kg/cm ²	

- Desde una evaluación visual complementaria, se pudo observar que mucho de los elementos estructurales no presentan un acabado homogéneo y que la pintura cubre dichos desperfectos.
- Se pudo observar, desniveles pronunciados en los diferentes niveles de la edificación, sobre todo de los elementos de los marcos estructurales que no deberían sobre salir a nivel de piso terminado.
- En el segundo, tercer y cuarto nivel, se observó desfases entre las columnas y las vigas de algunos marcos estructurales, donde no había coincidencia ni uniformidad de las mismas.
- Se pudo observar, la presencia de fisuramientos iniciales en las uniones entre las vigas y columnas de los pisos intermedios.
- No se pudo constatar visualmente, los agregados empleados en la producción de la mezcla de concreto fresco utilizado para la ejecución del proyecto.
- En base a los resultados obtenidos, se puede denotar que los elementos estructurales ensayados nos presentan condiciones aceptables, y al mismo tiempo, son un reflejo de las demás estructuras no ensayadas; lo que resulta, al parecer de un escaso o nulo control de calidad tanto de los materiales empleados como del proceso constructivo.

4.0. RECOMENDACIONES

- Considerar una evaluación más específica y minuciosa de las estructuras, seleccionando otras estructuras que no hayan sido ensayadas para el presente estudio; además de considerar ensayos de resistencia al acero de dichas estructuras.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.
Jhn Ar. Gálvez Ramírez
GEREN. TE GENERAL

Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

- De ser el caso, y solo si se considera necesario, realizar ensayos destructivos en más elementos estructurales de los módulos existentes, sobre todo en los elementos estructurales donde los resultados han sido más desfavorables.
- Visto los resultados obtenidos, y las condiciones actuales de dichas estructuras, es recomendable para el profesional responsable tener en cuenta que los elementos estructurales de dicho edificio no poseen adecuadas condiciones en términos de fuerza de concreto; ya que solo un resultado ha superado la resistencia mínima de diseño que es de 210 kg/cm². Siguiendo lo antes mencionado, considerar como alternativa el reforzamiento de dichas estructuras con sistemas de encamisados de columnas y vigas u otros sistemas alternativos que los interesados vean conveniente la demolición de dichas estructuras.
- De persistir los resultados negativos en otras evaluaciones estructurales a la edificación estudiada, y no considerando un sistema alternativo de refuerzo, se debe tener en cuenta como respaldo la demolición de la edificación.
- Las Conclusiones y Recomendaciones son válidos sólo para la zona investigada, y no se puede garantizar que sean tomados como referencia para otros proyectos u otras estructuras no ensayadas.

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L
John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

5.0. PANEL FOTOGRÁFICO

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.
John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Telf. 042783586 RUC:20450363082



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.
John Arévalo Ramírez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.Ltda.
John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.


Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL
ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arévalo Ramírez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 -A-Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Tel. 042783586 RUC:20450363082



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO




Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.


Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arévalo Ramirez
GERENTE GENERAL



Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIA E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arevalo Ramirez
John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL

Jean Carlo R. Arevalo Morales
Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 -A-Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Tel. 042783586 RUC:20450363082



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

SE OBSERVA VISTA PANORAMICA, DEL ENSAYO IN SITU CON EL ESCLERÓMETRO



CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L

John Arevalo Ramirez
GERENTE GENERAL


Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
INGENIERO CIVIL
N° CIP: 247098



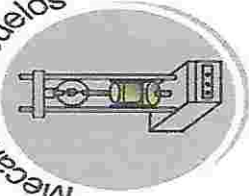
CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ENSAYO DE



ESCLEROMETRIA



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis :

"ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

Estructura :

PRIMER NIVEL - COLUMNA 10

Fecha Ensayo:

Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	30	25	25	25	25	25	30	30	30	25	27.00	0°	165	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 - TARAPOTO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN, 2021"

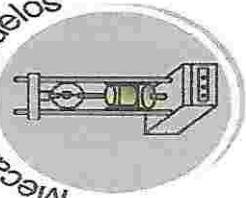
Estructura : PRIMER NIVEL - COLUMNA 11

Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm²)	F'c Esperado (kg/cm²)	F'c Diseño (kg/cm²)
1	Vertical	25	25	24	24	26	25	25	25	25	26	25.00	0°	140	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

Estructura : PRIMER NIVEL - COLUMNA 12

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

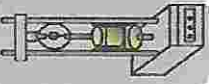
Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm²)	F'c Esperado (kg/cm²)	F'c Diseño (kg/cm²)
1	Vertical	16	16	16	18	18	20	13	18	17	18	17.00	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L
John Arévalo Ramirez
 GERENTE GENERAL

Ing. Jean Carlo R. Arevalo Morales
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIJA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTIN – SAN MARTIN, 2021"

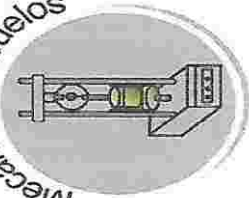
Estructura: PRIMER NIVEL - COLUMNA 14

Fecha Ensayo: 18 de Junio del 2019

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	25	18	22	21	22	21	21	16	15	16	20	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

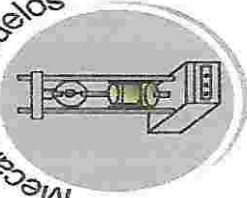
Estructura : SEGUNDO NIVEL - COLUMNA 09

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	22	23	23	22	24	25	26	23	22	20	23.00	0°	120	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Testis : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 - TARAPOTO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN, 2021"

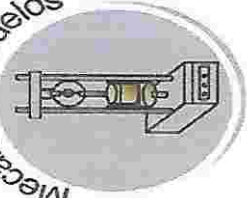
Estructura : SEGUNDO NIVEL - VIGA 2

Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm²)	F'c Esperado (kg/cm²)	F'c Diseño (kg/cm²)
1	Horizontal	34	33	33	31	34	34	32	28	28	33	32.00	(-)90°	280	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hornigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Teís : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021."

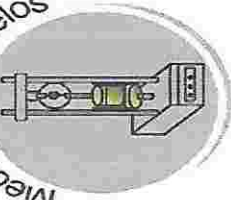
Estructura : TERCER NIVEL - COLUMNA 07

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm²)	F'c Esperado (kg/cm²)	F'c Diseño (kg/cm²)
1	Vertical	25	27	25	26	22	22	27	26	27	22	25	0°	140	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



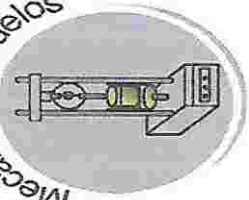
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"
Estructura: TERCER NIVEL - COLUMNA 08
Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Difeño (kg/cm ²)
1	Vertical	23	22	24	24	24	24	26	24	24	27	24	0°	130	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

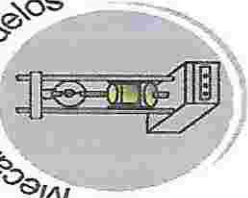
Estructura : CUARTO NIVEL - COLUMNA 06

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm²)	F'c Esperado (kg/cm²)	F'c Diseño (kg/cm²)
1	Vertical	23	22	19	20	19	20	20	22	22	22	21	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181.2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

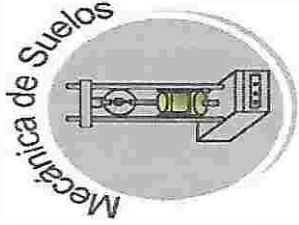
Estructura: CUARTO NIVEL - VIGA 01

Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Horizontal	26	26	22	28	26	25	25	20	22	25	25	(-)90°	180	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO ~ SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

Estructura : QUINTO NIVEL - COLUMNA 03

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

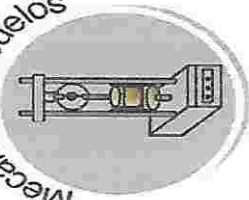
Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm^2)	F'c Esperado (kg/cm^2)	F'c Diseño (kg/cm^2)
1	Vertical	21	20	19	21	20	18	21	20	20	19	20.00	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPÍ N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L
John Avalos Ramirez
 GERENTE GENERAL


 Ing. Jean Carlo R. Azevedo Morales
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

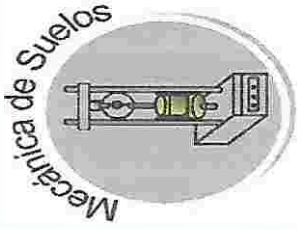
Estructura: QUINTO NIVEL - COLUMNA 04

Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	14	17	17	12	15	16	15	16	16	17	16	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013:hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2021"

Estructura: QUINTO NIVEL - COLUMNA 05

Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Disparo 11	Disparo 12	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	10	13	10	15	15	11	10	17	10	11	11	12	12	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

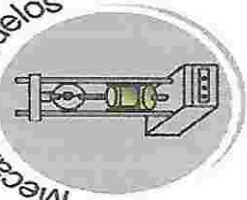
Reg. INDECOPÍ N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L.
John Arévalo Ramires
 GERENTE GENERAL


 Ing. Jean Carlo R. Arévalo Morales
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098

Jr. Camila Morey N° 229 - A - Tarapoto Cel. 942477428 - 942039401

Tel: 042792596 PUC.20450262092



ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis : "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO – SAN MARTIN – SAN MARTIN, 2021"

Estructura : SEXTO NIVEL - COLUMNA 01
 Fecha Ensayo: Mayo 2,021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	17	15	16	15	14	15	16	15	16	15	15	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN : El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTIN" E.I.R.L
 John Arévalo Ramirez
 GERENTE GENERAL

Ing. Jean Cano R. Arévalo Morales
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098



CONSULTORES SAN MARTIN E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL REBOTE DE CONCRETO ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)

Proyecto Tesis: "ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE CARBONO APLICADAS COMO REFORZAMIENTO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 6 NIVELES, JR. AUGUSTO B. LEGUIA N°817 – TARAPOTO ~ SAN MARTÍN ~ SAN MARTÍN, 2021"
Estructura: SEXTO NIVEL – COLUMNA 02
Fecha Ensayo: Mayo 2, 021

Nº Ensayo	Prueba en Lado	Disparo 1	Disparo 2	Disparo 3	Disparo 4	Disparo 5	Disparo 6	Disparo 7	Disparo 8	Disparo 9	Disparo 10	Promedio (R)	Impact Angle (α)	Compressive Strength (kg/cm ²)	F'c Esperado (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)
1	Vertical	19	18	18	16	16	19	17	20	19	19	18	0°	>100	235	210

OBSERVACIÓN: El ensayo fue realizado mediante las especificaciones de la Norma NTP 339.181:2013: hormigón (concreto metodo de ensayo para determinar el numero de rebote del concreto endurecido esclerómetro. El ensayo fue realizado por personal calificado del laboratorio concreto y asfalto)

Reg. INDECOPI N°00104341

CONSULTORES "SAN MARTÍN" E.I.R.L
John Arevalo Ramirez
 GERENTE GENERAL

Ing. **John Arevalo Ramirez**
 INGENIERO CIVIL
 N° CIP: 247098



CONSULTORES SAA MARTIR E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía

**CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN
DEL EQUIPO**





CONSULTORES SAN MARTIA E.I.R.Ltda.

Estudio de Suelos, Concreto y Asfalto, Alquiler de Equipos y Topografía



Metrotest
E.I.R.L.
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CFM-201-2020
Página 2 de 2

RESULTADOS DE MEDICIÓN

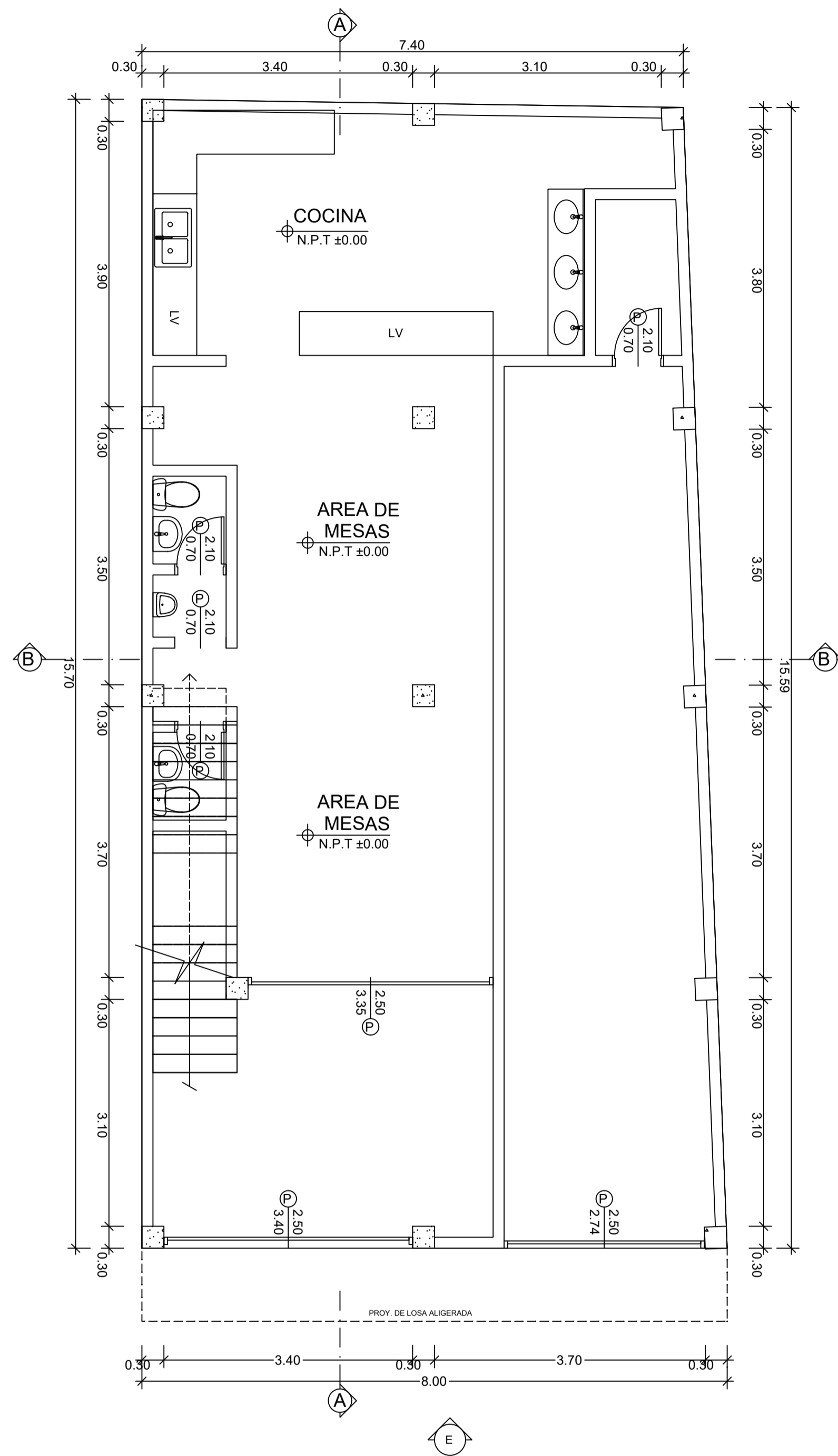
Número de Mediciones	Lectura Indicada
1	78
2	78
3	78
4	78
5	78
6	80
7	78
8	78
9	80
10	78
PROMEDIO	78,4
DESV. ESTANDAR	0,64

* El instrumento se encuentra en buen estado de funcionamiento.

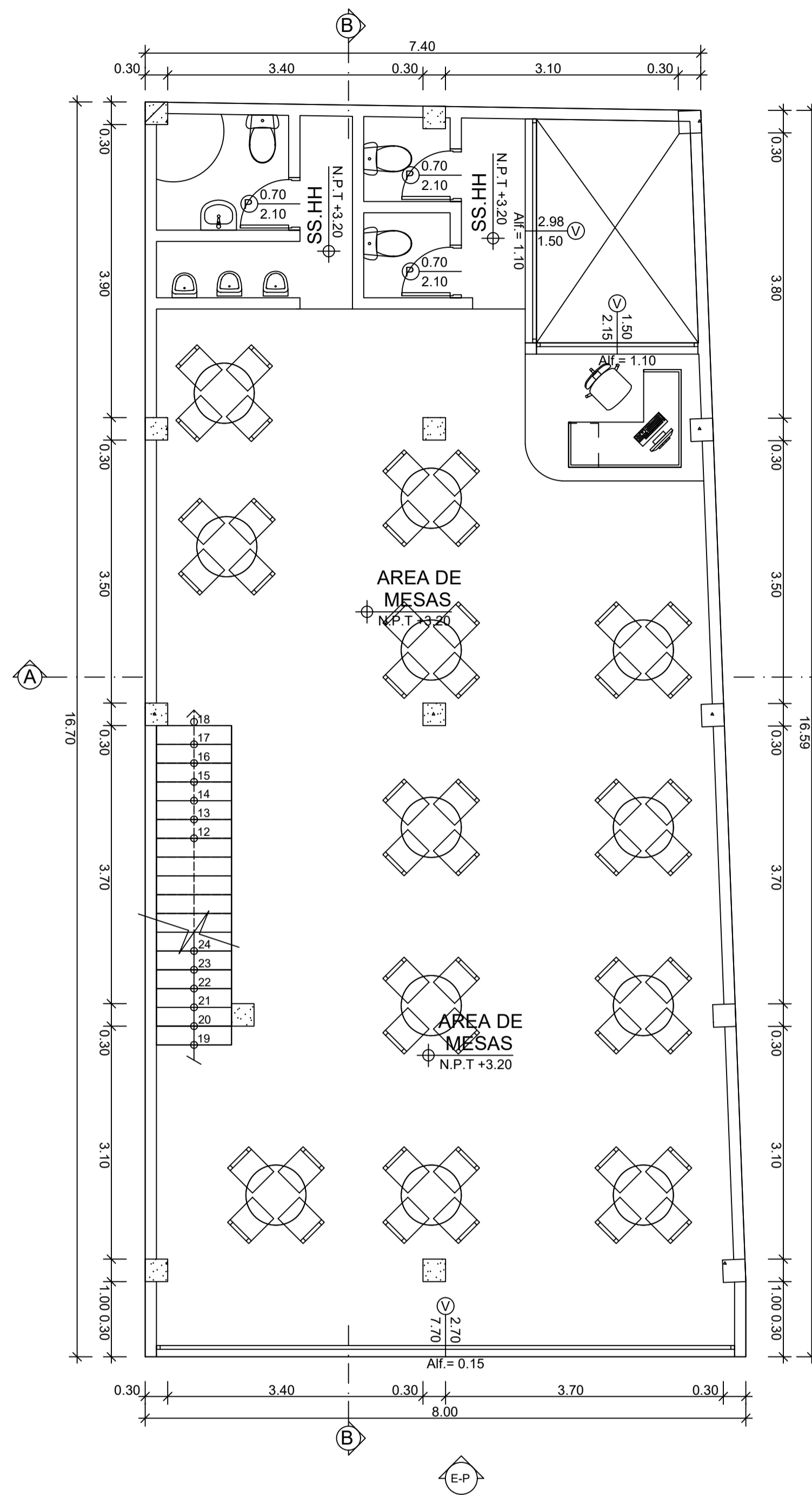



Luggi Asejo G.
Jefe de Metrología

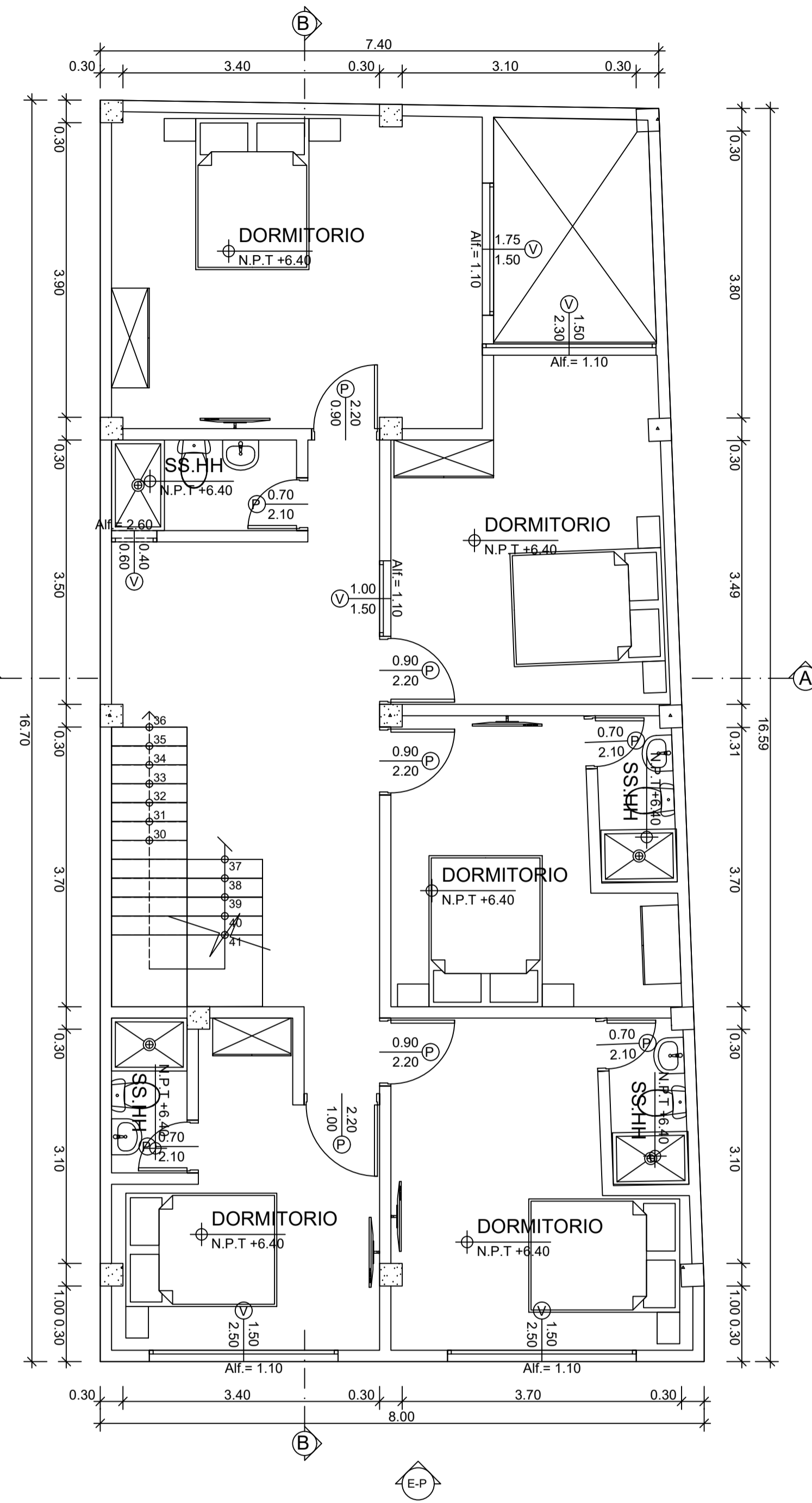
ANEXO 2.3.
PLANOS DE ARQUITECTURA
Y ESTRUCTURA



PRIMER NIVEL
ESC: 1/75



SEGUNDO NIVEL
ESC: 1/75



TERCER NIVEL
ESC: 1/75



PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
 PROVINCIA : SAN MARTIN
 DISTRITO : TARAPOTO
 BARRIO : COMERCIO
 NOMBRE DE LA VIA : JR. AUGUSTO B LEGUIA C-08
 Nº DE INMUEBLE : S/N
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE :

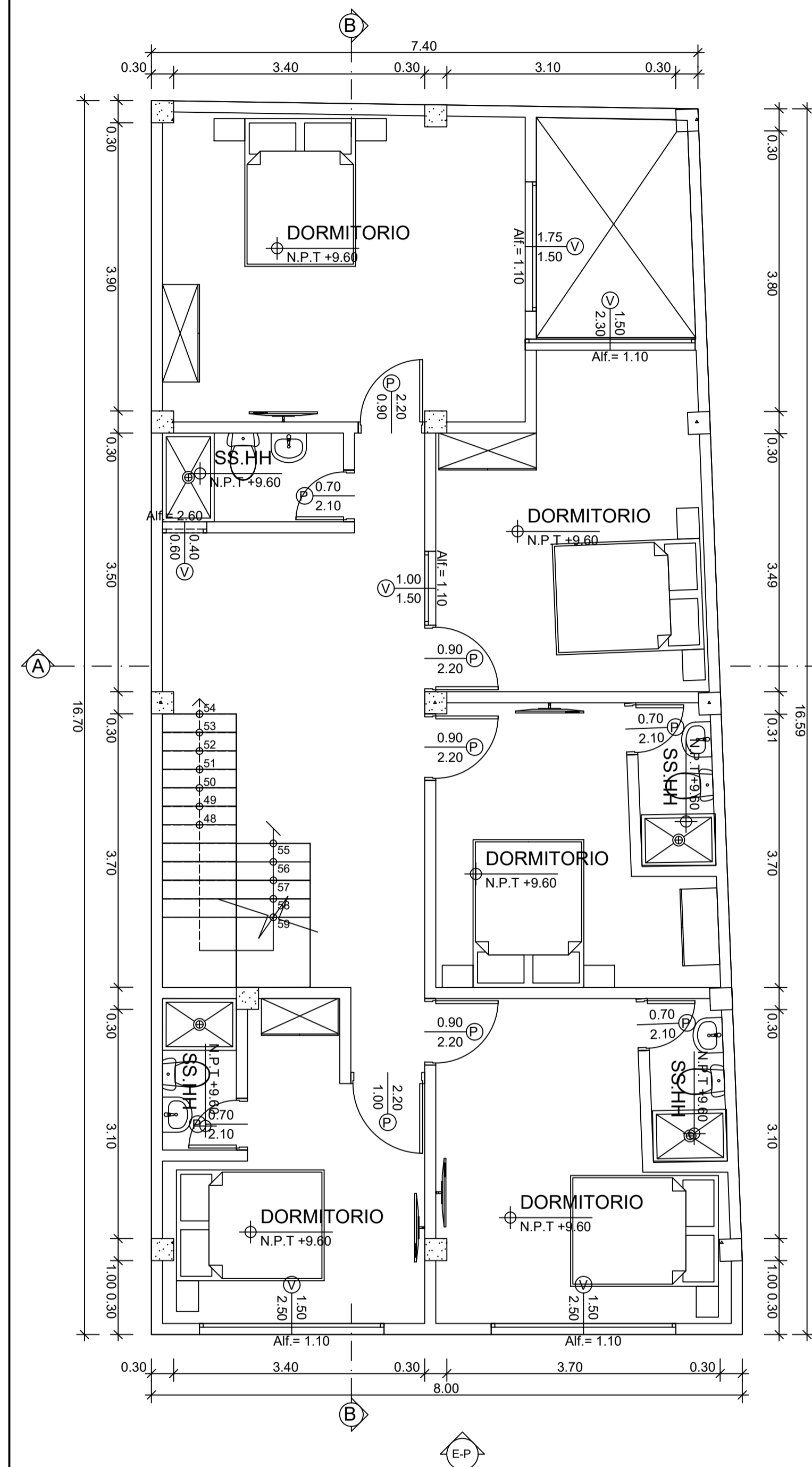
PLANO: **PLANO ARQUITECTURA
1º, 2º, 3º NIVEL**

PROPIETARIO:
Sr. JUAN CARLOS OBLITAS GARATE

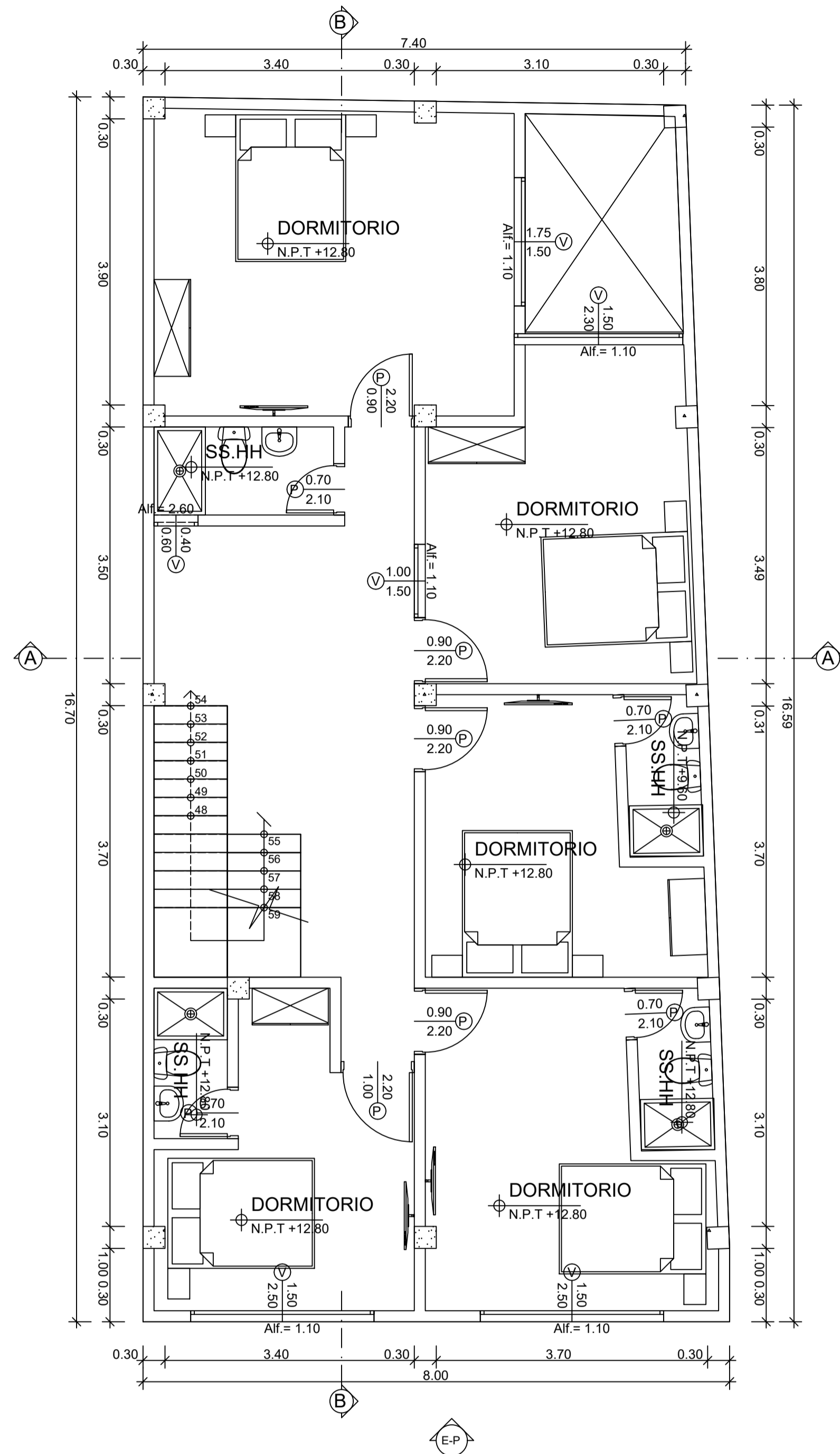
PROYECTISTA: ...

DIBUJAD.: SD-18

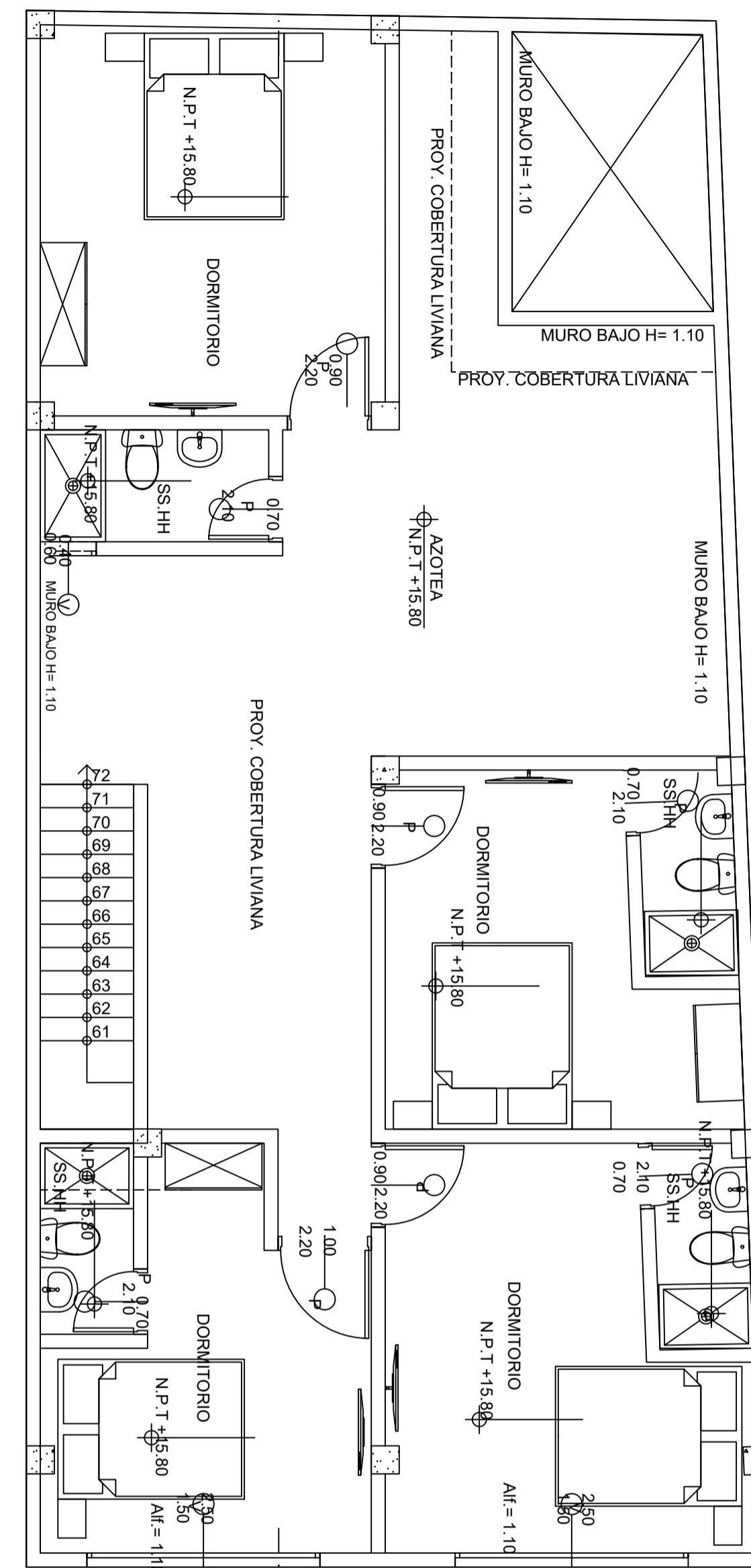
LAMINA Nº:	FECHA:
A-01	2020
	ESCALA:
	INDICADA



CUARTO NIVEL
ESC: 1/75



QUINTO NIVEL
ESC: 1/75



SEXTO NIVEL
ESC: 1/75



PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
 PROVINCIA : SAN MARTIN
 DISTRITO : TARAPOTO
 BARRIO : COMERCIO
 NOMBRE DE LA VIA : JR. AUGUSTO B LEGUIA C-08
 Nº DE INMUEBLE : S/N
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE :

PLANO: **PLANO DE ARQUITECTURA
4º, 5º Y 6º NIVEL**

PROPIETARIO:
Sr. JUAN CARLOS OBLITAS GARATE

PROYECTISTA: ...

DIBUJO: SD-18

LAMINA Nº: **A-02**
 FECHA: 2020
 ESCALA: INDICADA



CORTE A-A
ESC: 1/75



CORTE B-B
ESC: 1/75



PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
 PROVINCIA : SAN MARTIN
 DISTRITO : TARAPOTO
 BARRIO : COMERCIO
 NOMBRE DE LA VIA : JR. AUGUSTO B LEGUIA C-08
 Nº DE INMUEBLE : S/N
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE :

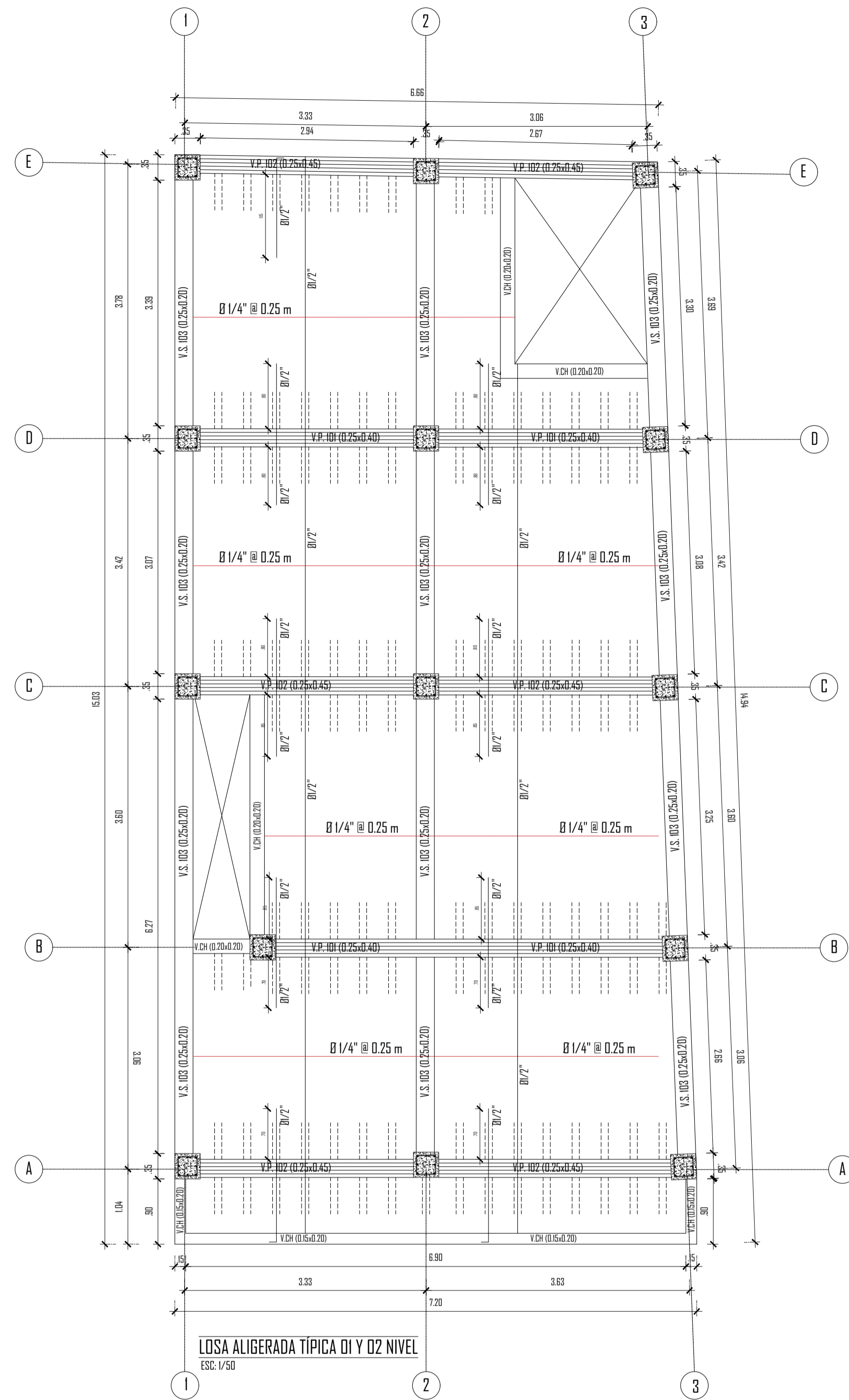
PLANO: **PLANO ARQUITECTURA
ELEVACIONES**

PROPIETARIO:
Sr. JUAN CARLOS OBLITAS GARATE

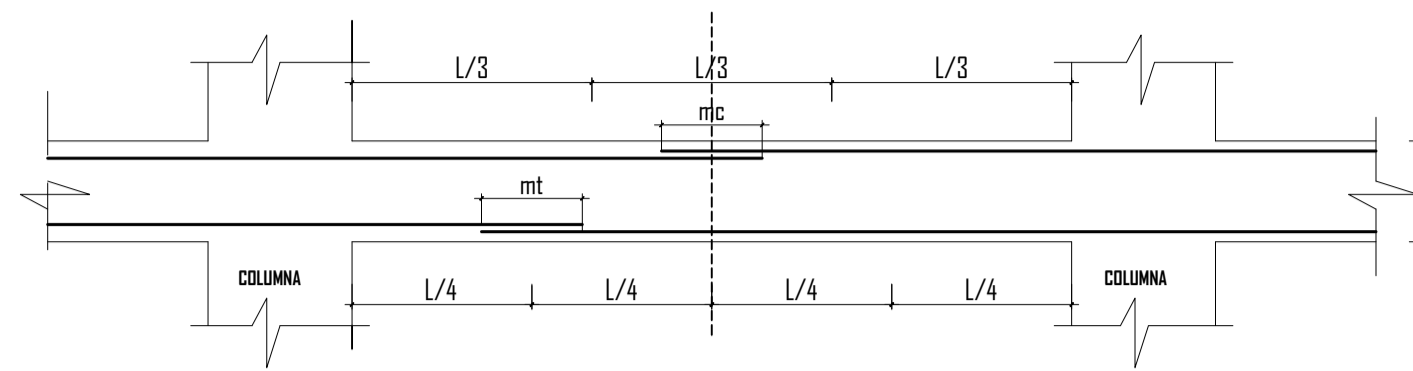
PROYECTISTA: ...

DIBUJO: SD-18

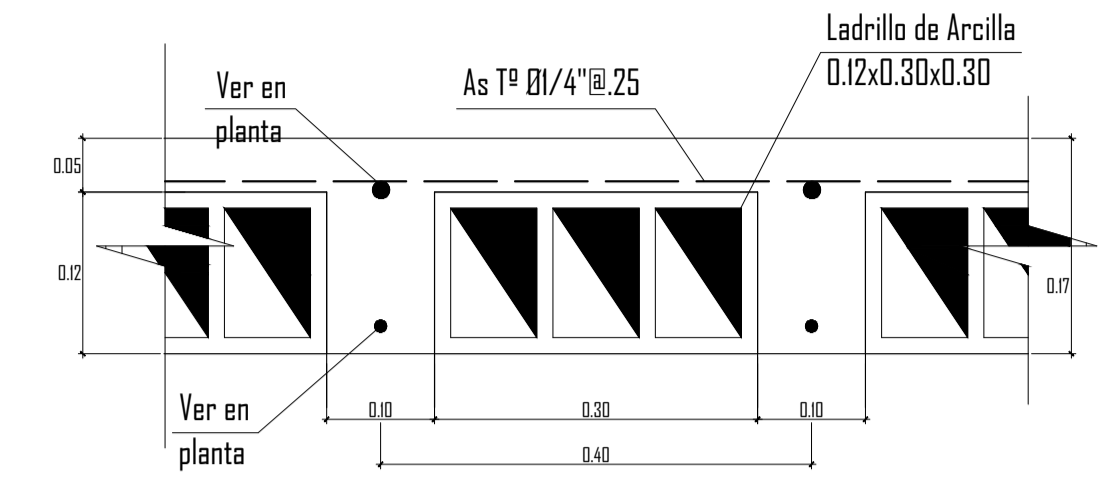
LAMINA Nº: **A-03**
 FECHA: 2020
 ESCALA: INDICADA



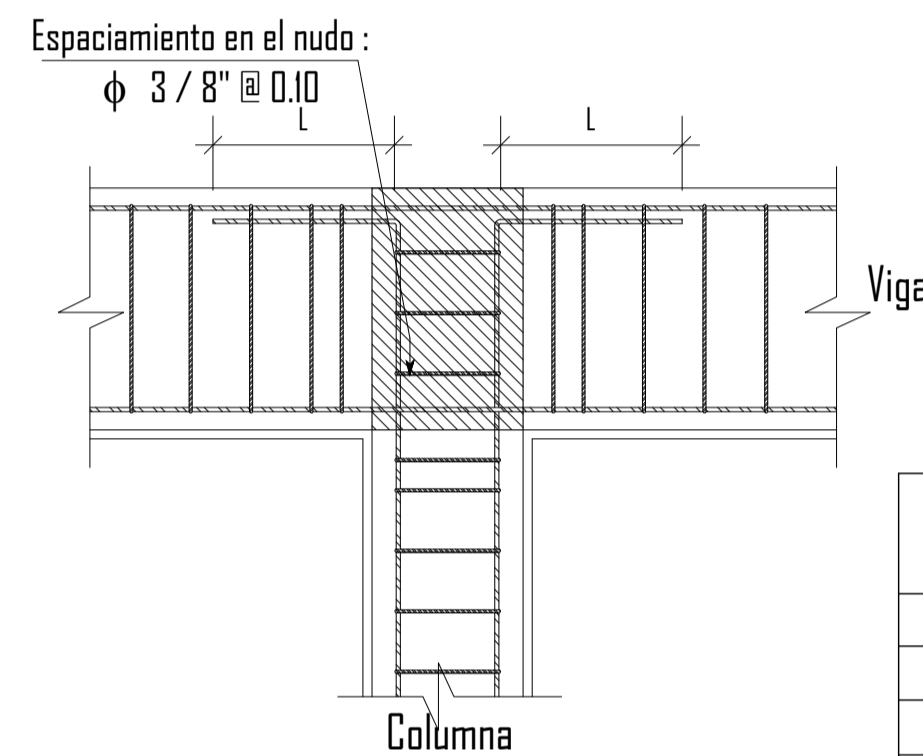
LOSA ALIGERADA TÍPICA 01 Y 02 NIVEL
ESC: 1/50



DETALLE DE TRASLAPES PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS



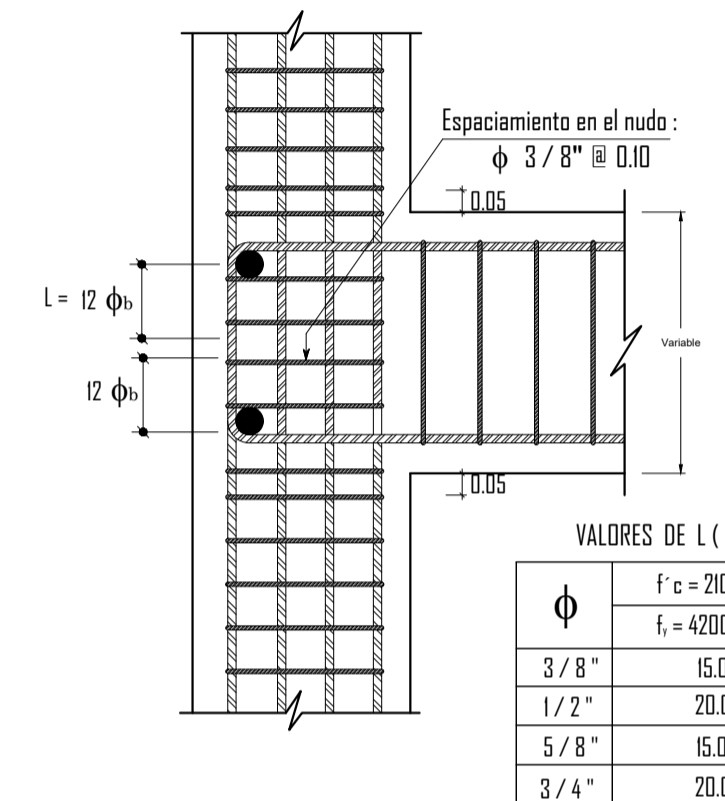
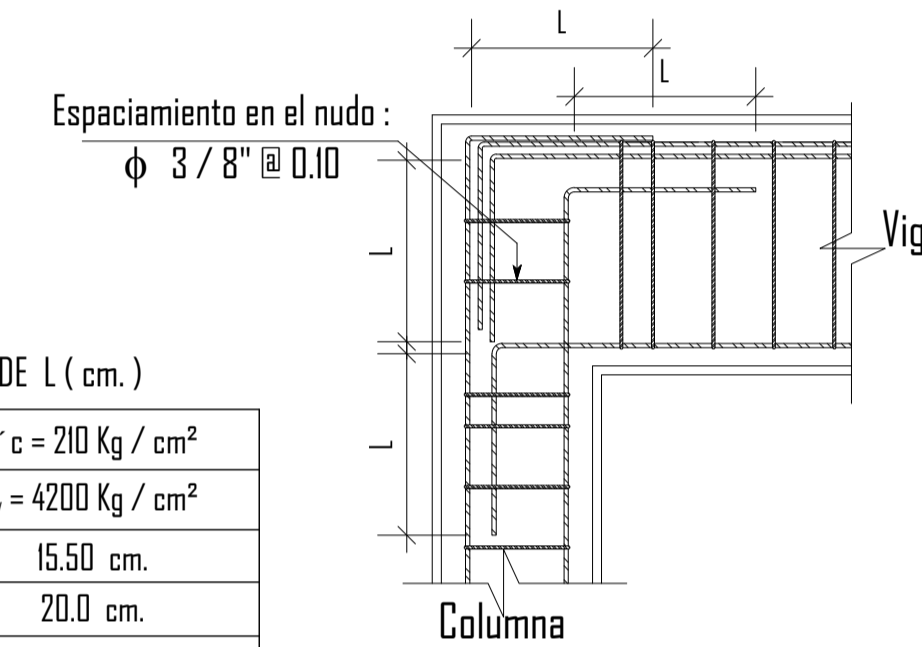
DETALLE LOSA ALIGERADA
ESC: S/E



REMATE DE REFUERZO EN ENCUENTRO VIGA - COLUMNA (último piso)
ESC: S/E

VALORES DE L (cm.)

φ	f'c = 210 Kg/cm ²	f _t = 4200 Kg/cm ²
3/8"	15.50 cm.	
1/2"	20.0 cm.	
5/8"	25.50 cm.	
3/4"	30.50 cm.	



VALORES DE L (cm.)

φ	f'c = 210 Kg/cm ²	f _t = 4200 Kg/cm ²
3/8"	15.0 cm.	
1/2"	20.0 cm.	
5/8"	15.0 cm.	
3/4"	20.0 cm.	

DETALLE DE UNIÓN VIGAS - COLUMNAS

ANCLAJE CON GANCHO ESTANDAR EN TRACCION (f'c=210 Kg/cm²)

Ø	LONG. DE ANCLAJE Ldg (cm.)	RADIO MINIMO DE DOBLEZ r (cm.)	EXTENSION RECTA (12 db cm.)
3/8"	20.0	3.0	10.0
1/2"	25.0	4.0	15.0
5/8"	35.0	5.0	20.0
3/4"	40.0	6.0	25.0
1"	55.0	8.0	35.0

VALORES DE mc y mt

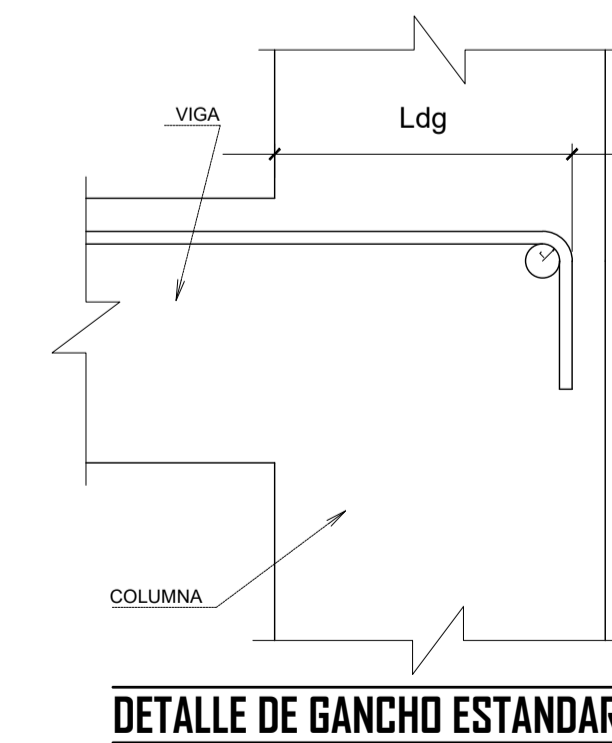
Ø	REFUERZO EN TRACCIÓN		REFUERZO EN COMPRESIÓN	
	H CUALQUIERA	H < 30	H < 30	H > 30
3/8"	0.30	0.30	0.30	0.45
1/2"	0.45	0.45	0.45	0.45
5/8"	0.55	0.55	0.55	0.75
3/4"	0.65	0.65	0.65	0.90
1"	1.15	1.15	1.15	1.30
mc	Traslape del Refuerzo en Compresión			
mt	Traslape del Refuerzo en Tracción			

CUADRO DE COLUMNAS (ESC: 1/25)

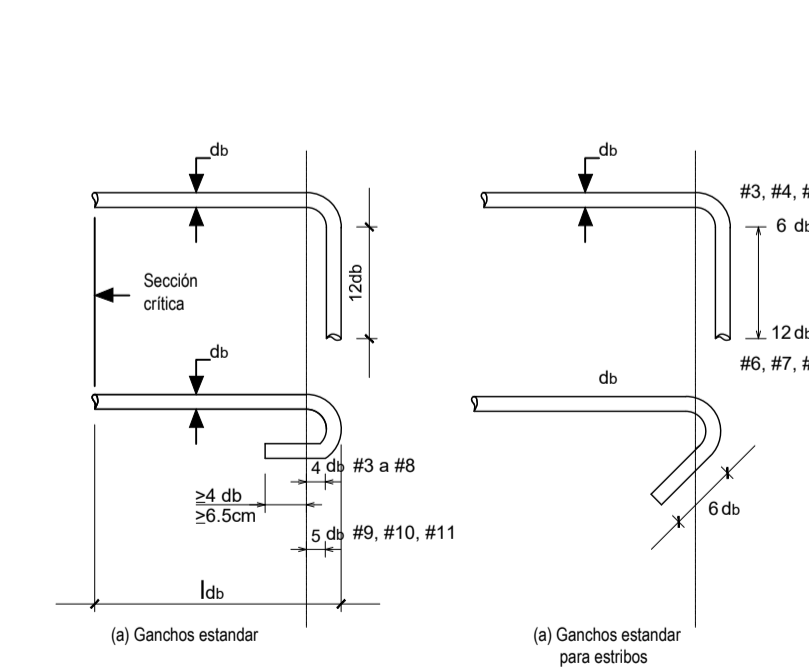
NIVEL	TIPO	C-1	C-2
TODOS LOS NIVELES	DIMENSION	0.35 x 0.35 Ø 3/8"	0.27 x 0.27 Ø 3/8"
	SECCIÓN	0.35 x 0.35	0.27 x 0.27
	ACERO	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"
	ESTRIBOS	Estribos: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10 Resto @ 0.25 A/E	Estribos: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10 Resto @ 0.25 A/E
	CONCRETO	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²

CUADRO DE VIGAS (ESC: 1/25)

NIVEL	TIPO	V.P 102 (0.25x0.45)	V.P 101 (0.25x0.40)	V.S 103 (0.25x0.20)	V.CH (0.20x0.20)
PRIMER NIVEL (EDIFICACION 02)	DIMENSION	0.25 x 0.45	0.25 x 0.40	0.25 x 0.20	0.20 x 0.20
	SECCIÓN	(0.25 m x 0.45 m)	(0.25 m x 0.40 m)	(0.25 m x 0.20 m)	(0.20 m x 0.20 m)
	ACERO	4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"	4 Ø 3/8"
	ESTRIBOS	#8, #8, #8, #8, #8, #8	#8, #8, #8, #8, #8, #8	#8, #8, #8, #8, #8, #8	#8, #8, #8, #8, #8, #8
	CONCRETO	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²



DETALLE DE GANCHO ESTANDAR



TIPOS DE GANCHOS ESTANDAR



PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
 PROVINCIA : SAN MARTIN
 DISTRITO : TARAPOTO
 BARRIO : COMERCIO
 NOMBRE DE LA VIA : JR. AUGUSTO B LEGUIA C-08
 Nº DE INMUEBLE : S/N
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE :

PLANO: **PLANO DE LOSA ALIGERADA 1º, 2º NIVEL**

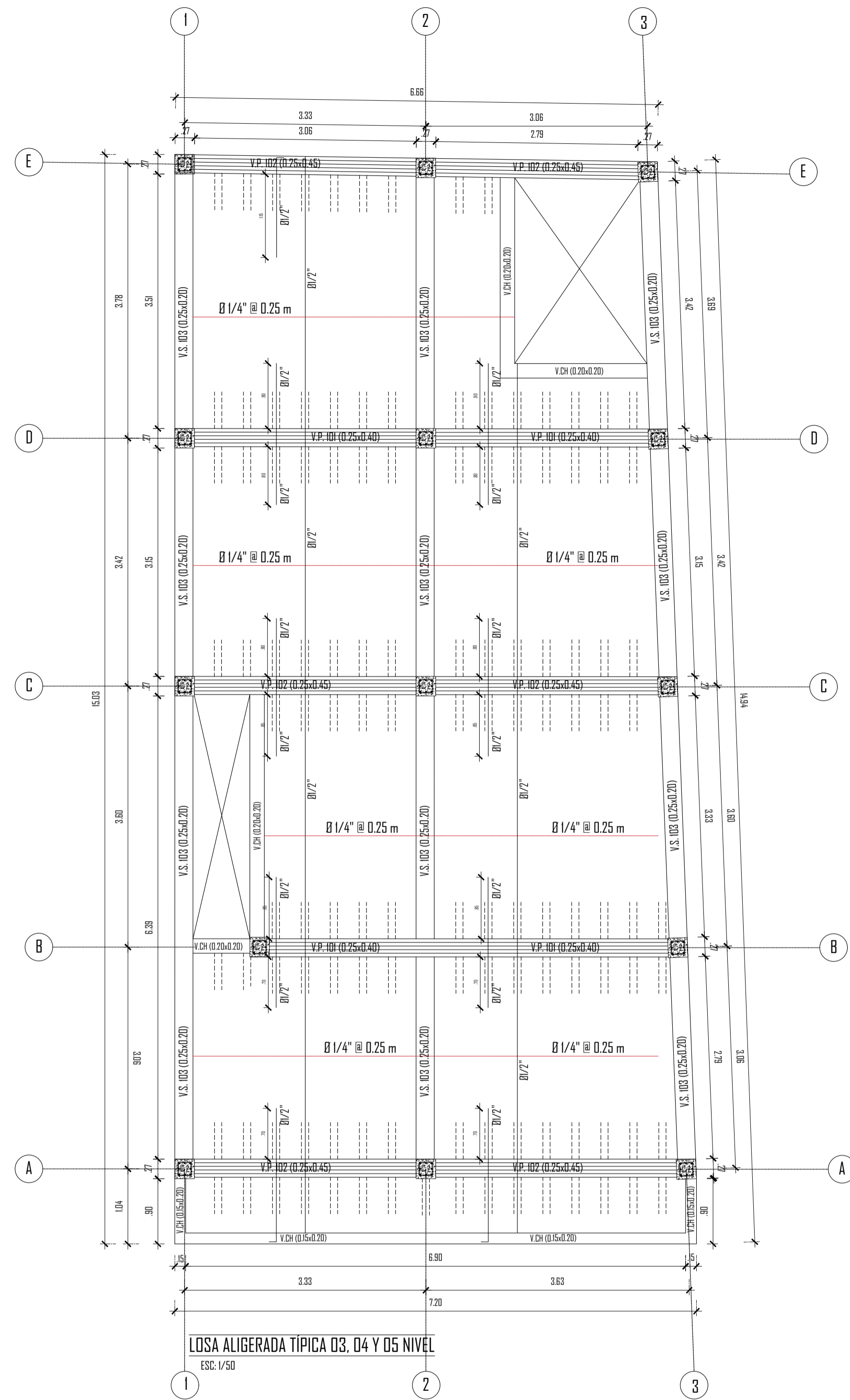
PROPIETARIO:
Sr. JULIO CESAR OBLITAS GARATE

PROYECTISTA: ...

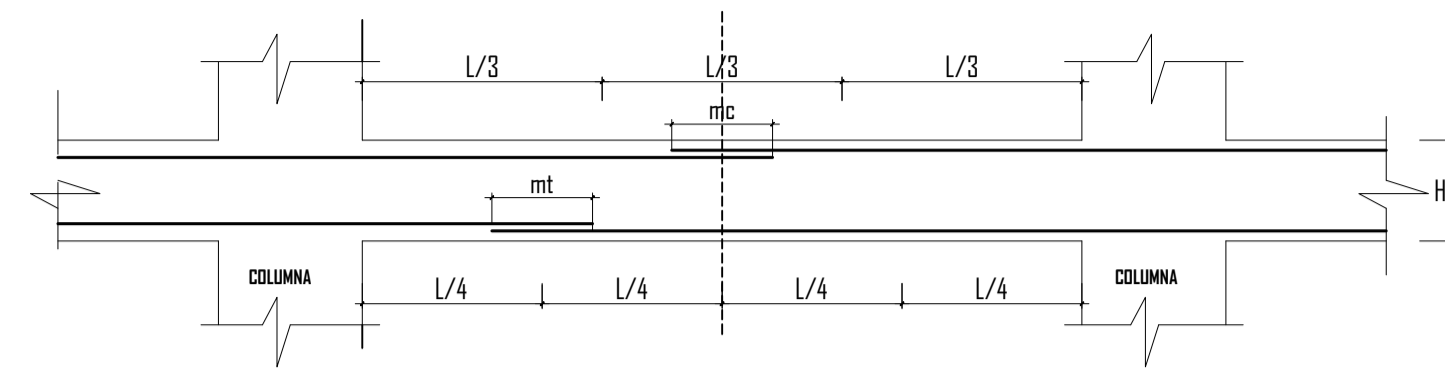
DIBUJÓ: SD-18

LAMINA Nº: **E-01** FECHA: 2020

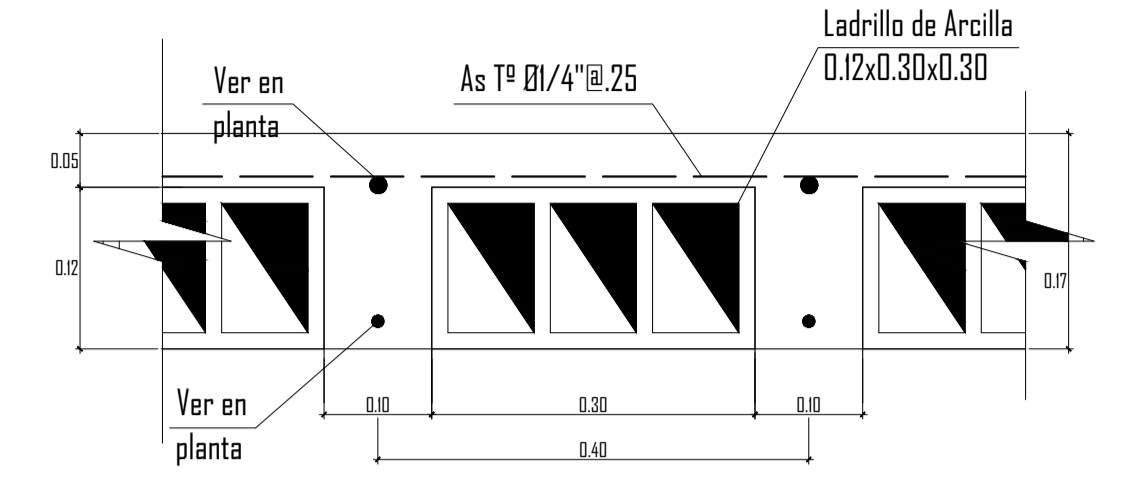
ESCALA: INDICADA



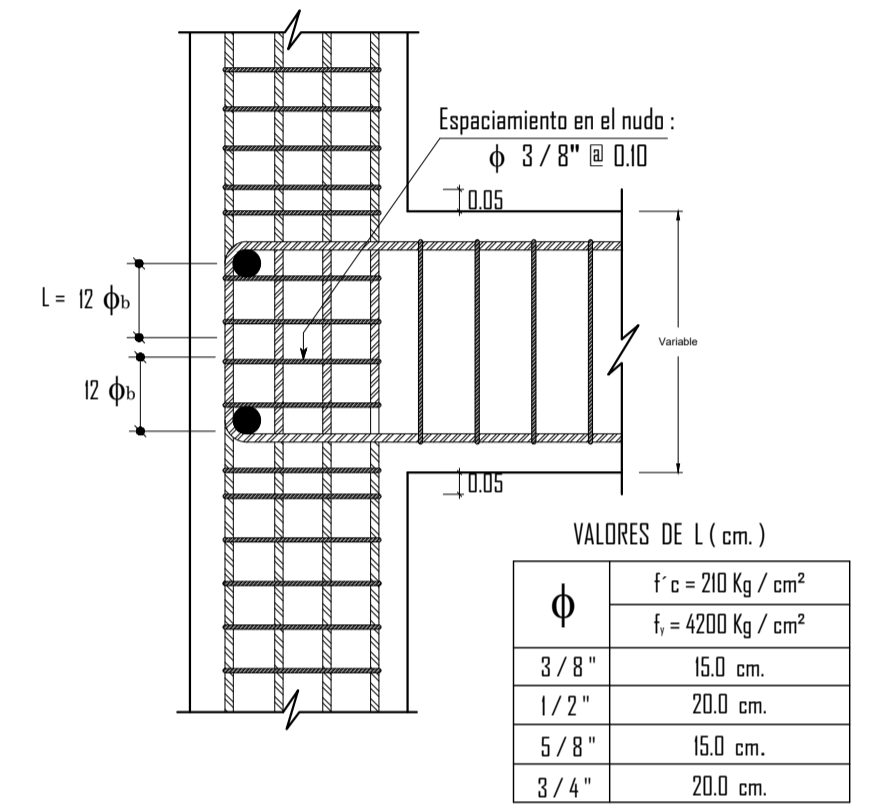
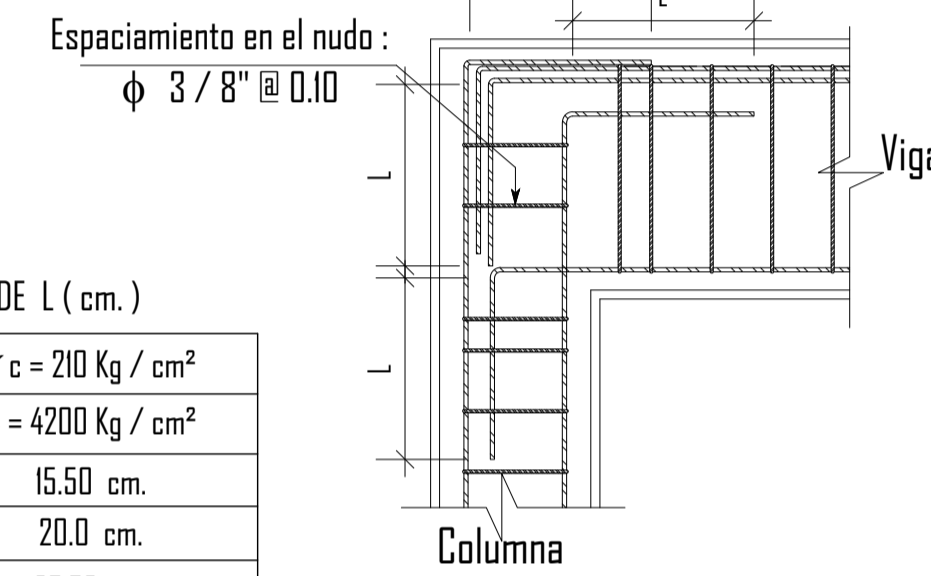
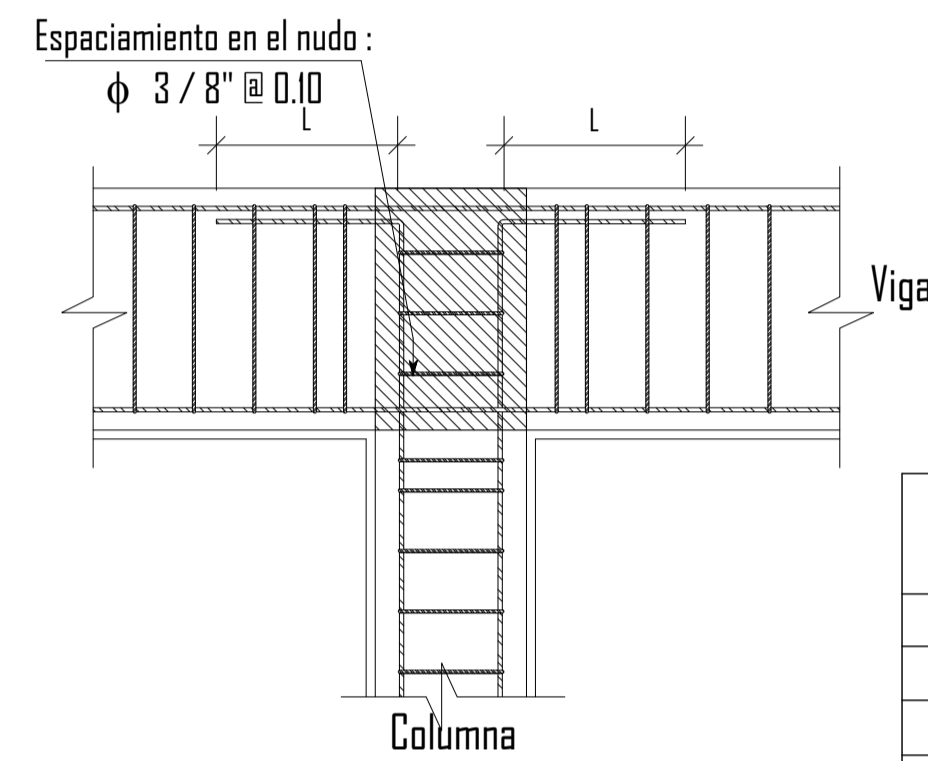
LOSA ALIGERADA TÍPICA 03, 04 Y 05 NIVEL
ESC: 1/50



DETALLE DE TRASLAPES PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS



DETALLE LOSA ALIGERADA
ESC: S/E



VALORES DE L (cm.)

Ø	f'c = 210 Kg/cm ² f _t = 4200 Kg/cm ²
3/8"	15.50 cm.
1/2"	20.0 cm.
5/8"	25.50 cm.
3/4"	30.50 cm.

VALORES DE L (cm.)

Ø	f'c = 210 Kg/cm ² f _t = 4200 Kg/cm ²
3/8"	15.0 cm.
1/2"	20.0 cm.
5/8"	15.0 cm.
3/4"	20.0 cm.

REMATE DE REFUERZO EN ENCUENTRO VIGA - COLUMNA (último piso)
ESC: S/E

DETALLE DE UNIÓN VIGAS - COLUMNAS

ANCLAJE CON GANCHO ESTANDAR EN TRACCION (f'c=210 Kg/cm²)

Ø	LONG. DE ANCLAJE Ldg (cm.)	RADIO MINIMO DE DOBLEZ r (cm.)	EXTENSION RECTA (12 db cm.)
3/8"	20.0	3.0	10.0
1/2"	25.0	4.0	15.0
5/8"	35.0	5.0	20.0
3/4"	40.0	6.0	25.0
1"	55.0	8.0	35.0

VALORES DE mc y mt

Ø	REFUERZO EN TRACCION			REFUERZO EN COMPRESION	
	H	CUALQUIERA	H < 30	H > 30	
3/8"		0.30	0.30	0.45	
1/2"		0.45	0.45	0.45	
5/8"		0.55	0.55	0.75	
3/4"		0.65	0.65	0.90	
1"		1.15	1.15	1.30	
mc	Traslape del Refuerzo en Compresion				
mt	Traslape del Refuerzo en Traccion				



PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

DEPARTAMENTO : SAN MARTIN
 PROVINCIA : SAN MARTIN
 DISTRITO : TARAPOTO
 BARRIO : COMERCIO
 NOMBRE DE LA VIA : JR. AUGUSTO B LEGUIA C-08
 Nº DE INMUEBLE : S/N
 MANZANA :
 LOTE :
 SUBLOTE : -----

PLANO: **PLANO DE LOSA ALIGERADA**
3º, 4º, 5º NIVEL

PROPIETARIO:
Sr. JULIO CESAR OBLITAS GARATE

PROYECTISTA: ...

DIBUJO: SD-18

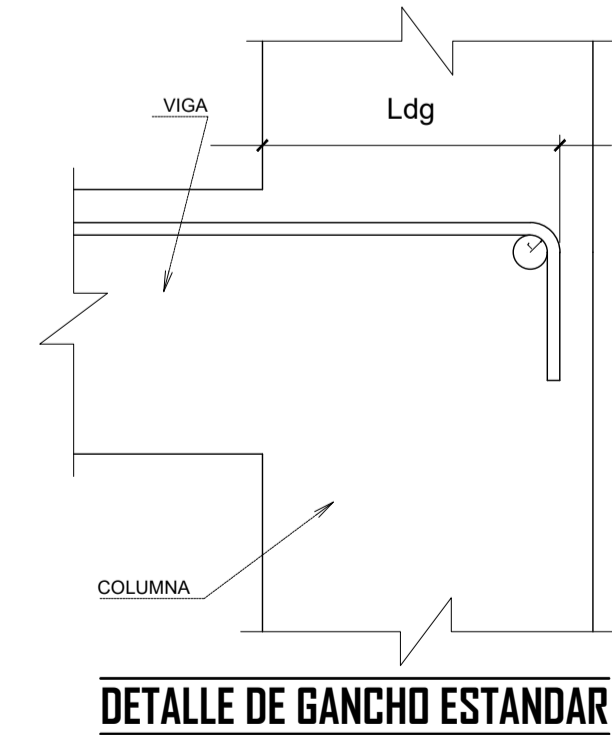
LAMINA Nº: **E-02**
 FECHA: 2020
 ESCALA: INDICADA

CUADRO DE COLUMNAS (ESC: 1/25)

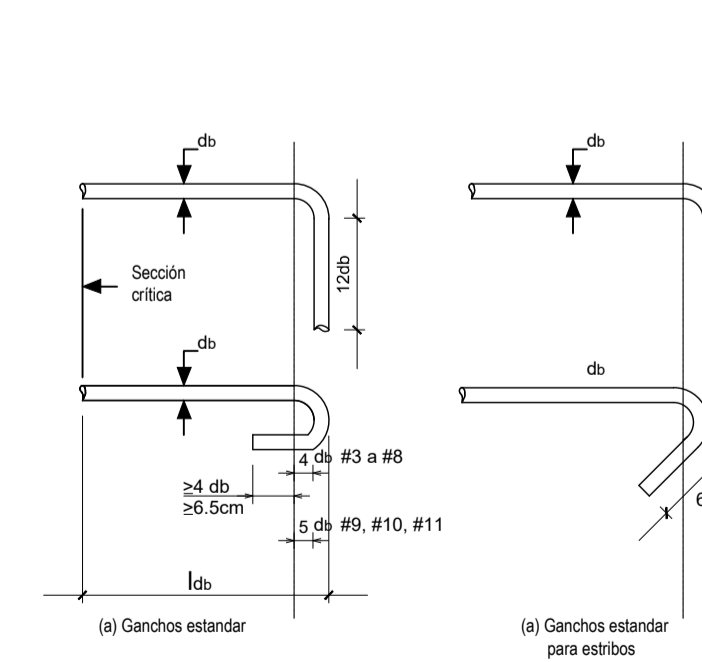
NIVEL	TIPO	C-1	C-2
TODOS LOS NIVELES	DIMENSION		
	SECCION	0.35 x 0.35	0.27 x 0.27
	ACERO	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"
	ESTRIBOS	Estribos: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10 Resta @ 0.25 A/E	Estribos: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10 Resta @ 0.25 A/E
	CONCRETO	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²

CUADRO DE VIGAS (ESC: 1/25)

NIVEL	TIPO	V.P 102 (0.25x0.45)	V.P 101 (0.25x0.40)	V.S 103 (0.25x0.20)	V.CH (0.20x0.20)
PRIMER NIVEL (EDIFICACION 02)	DIMENSION				
	SECCION	(0.25 m x 0.45 m)	(0.25 m x 0.40 m)	(0.25 m x 0.20 m)	(0.20 m x 0.20 m)
	ACERO	4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"	4 Ø 3/8"
	ESTRIBOS	1 Ø 5/8, 3 Ø 3/8, 1 Ø 1/2	1 Ø 5/8, 3 Ø 3/8, 1 Ø 1/2	1 Ø 5/8, 3 Ø 3/8, 1 Ø 1/2	1 Ø 5/8, 3 Ø 3/8, 1 Ø 1/2
	CONCRETO	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²	f'c = 210 Kg/cm ²



DETALLE DE GANCHO ESTANDAR



TIPOS DE GANCHOS ESTANDAR