

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA
CIUDAD DE CHOTA”**

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

AUTOR:

Bach. REGALADO BENAVIDEZ DILBER ALBERTO

ASESOR:

Ing. MENDOZA LINARES MARCOS

CAJAMARCA – PERÚ

2023

AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Marcos Mendoza Linares, asesor del estudio, por el tiempo, orientación y sus meritorias contribuciones que hizo a esta tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca mi más franca gratitud y reconocimiento, a todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil por brindarme sus conocimientos y orientación en mi formación profesional.

Dilber Alberto Regalado Benavidez

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino en todo momento y por darme las fuerzas para superar las adversidades.

A mis padres Felix, y Luzdina por su incondicional apoyo y guiarme a cumplir un objetivo más en mi vida.

A mis hermanos Elmer, Ednilda, Miriam, Denis y Yeni Anaí por su motivación y aliento día a día para ser mejor persona y profesional.

Dilber Alberto Regalado Benavidez

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. LIMITACIONES.....	16
1.7. OBJETIVOS.....	16
1.7.1. Objetivo general	16
1.7.2. Objetivos específicos.....	17
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.1.1. Antecedentes internacionales	18
2.1.2. Antecedentes nacionales	19
2.1.3. Antecedentes locales	21
2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. Sistema estructural aporticado de concreto armado.....	21
2.2.2. Componentes de pórticos de concreto armado.....	22
2.2.3. Edificios de sistema aporticado de concreto armado	22
2.2.4. Concreto armado	24
2.2.5. Calidad del concreto.....	26

2.2.6.	Detalles del acero de refuerzo	30
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	42
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		44
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.	PERÍODO DE ESTUDIO.....	46
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	46
3.3.1.	Población de estudio.....	46
3.3.2.	Muestra.....	46
3.3.3.	Unidad de análisis	46
3.4.	MATERIALES, TÉCNICA E INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.4.1.	Materiales	47
3.4.2.	Técnicas e Instrumentos	47
3.5.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.5.1.	Tipo de investigación	51
3.6.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	51
3.7.	PROCEDIMIENTO	53
3.7.1.	Identificación de los edificios evaluados	53
3.7.2.	Obtención y recolección de información en campo	53
3.7.3.	Análisis de la información.....	53
3.8.	TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	53
3.8.1.	Información general de los edificios en construcción	53
3.8.2.	Configuración estructural de los edificios en construcción	55
3.8.3.	Factores que originan errores en el proceso constructivo de los elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios en construcción	55
3.8.4.	Porcentaje de factores que generan error constructivo en elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios en construcción	71
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS		73
4.1.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
4.1.1.	Factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo de elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios de sistema aporticado de concreto armado.....	73

4.1.2. Factores que originan error constructivo en la calidad de concreto en columnas y vigas de los edificios de sistema aporricado de concreto armado	87
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	97
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
5.1. CONCLUSIONES	98
5.2. RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales por m ³ de concreto. Tamaño máximo del agregado de ¾”, un Slump de 4”, Módulo de fineza variable de 2.40 a 3.00 conforme aumenta la resistencia del concreto.	26
Tabla 2: Materiales por m ³ de concreto Tamaño máximo del agregado de 1/2”, un Slump de 3”, Módulo de fineza variable de 2.40 a 3.00 conforme aumenta la resistencia del concreto.	27
Tabla 3: Cifras redondeadas de las proporciones usualmente utilizadas en construcciones...	27
Tabla 4: Vibrado de concreto fresco	29
Tabla 5: Recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo.....	35
Tabla 6: Espaciamiento del acero de refuerzo	36
Tabla 7: Ganchos estándar de 90° y 180° según el diámetro de la barra de acero de refuerzo	37
Tabla 8: Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90°	38
Tabla 9: Requisitos mínimos para estribos con ganchos de 135°	39
Tabla 10: Requerimientos mínimos para estribos con ganchos de 90°	39
Tabla 11: Empalmes por traslape para barras de acero en tracción	41
Tabla 12: Empalmes por traslape para barras de acero en compresión	41
Tabla 13: Ubicación geográfica de los edificios en proceso de construcción.....	46
Tabla 14: Tipificación de la investigación	51
Tabla 15: Información general de los edificios en construcción.....	54
Tabla 16: Configuración estructural de los edificios en construcción	55
Tabla 17: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo – Edificio N°02.....	57
Tabla 18: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto – Edificio N°02	58
Tabla 19: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo – Edificio N°02	59
Tabla 20: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto – Edificio N°02 .	60
Tabla 21: Porcentaje de factores que originan error constructivo – Edificio N°02	60
Tabla 22: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°06.....	62
Tabla 23: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Edificio N°06.....	63
Tabla 24: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°06.....	64
Tabla 25: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto - Edificio N°06..	65

Tabla 26: Porcentaje de factores que originan error constructivo - Edificio N°06.....	65
Tabla 27: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°08.....	67
Tabla 28: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Edificio N°08.....	68
Tabla 29: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°08.....	69
Tabla 30: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto - Edificio N°08..	70
Tabla 31: Porcentaje de factores que originan error constructivo - Edificio N°08.....	70
Tabla 32: Porcentaje de factores que originan error constructivo por edificio	72
Tabla 33: Resumen de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo	86
Tabla 34: Porcentaje de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo	87
Tabla 35: Resumen de factores que originan error constructivo en la calidad del concreto...	96
Tabla 36: Porcentaje de factores que originan error constructivo en la calidad del concreto.	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes de un pórtico de concreto armado.....	21
Figura 2: Edificios de concreto armado con muros.	23
Figura 3: Edificios aporcionado de concreto armado.	24
Figura 4: Vibrado y consolidación del concreto.	28
Figura 5: Fuerzas que actúan entre las barras de acero corrugado y el concreto.....	32
Figura 6: Tensión en el concreto generada por las barras de acero.	33
Figura 7: Grietas debido a los esfuerzos de adherencia acero-concreto.	33
Figura 8: Aplastamiento del concreto entre corrugaciones de las barras de acero de refuerzo	34
Figura 9: Espacios mínimos de armaduras en vigas	36
Figura 10: Espaciamientos mínimos de armaduras en columnas	36
Figura 11: Ganchos de aceros longitudinales	37
Figura 12: Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90°.....	38
Figura 13: Ganchos estándar para estribos	39
Figura 14: Desarrollo de la adherencia a lo largo de la superficie de las barras de acero	40
Figura 15: (a) Empalme en columnas con barras no alineados, (b) Empalme escalonado del acero de refuerzo	42
Figura 16: Localización de la provincia de Chota en Cajamarca	44
Figura 17: Localización del distrito de Chota en Chota.	45
Figura 18: Localización de la ciudad de Chota.....	45
Figura 19: Factores de habilitación e instalación de acero que, se dan en el 100% de los edificios	75
Figura 20: Porcentaje de edificios según espesor de recubrimiento del acero	76
Figura 21: Porcentaje de edificios según espaciameinto entre barras longitudinales en vigas	76
Figura 22: Porcentaje de edificios según diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas	77
Figura 23: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas	78
Figura 24: Porcentaje de edificios según longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas	79
Figura 25: Porcentaje de edificios según longitud de ganchos estándar de 90° en columnas	80

Figura 26: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas	81
Figura 27: Porcentaje de edificios según diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° en estribos	82
Figura 28: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° en estribos	83
Figura 29: Porcentaje de edificios según empalme por traslape en tracción en vigas (cm) ...	84
Figura 30: Porcentaje de edificios según empalme por traslape para barras de acero en compresión en columna.....	85
Figura 31: Factores de calidad del concreto que se dan en el 100% de los edificios	89
Figura 32: Porcentaje de edificios según calidad del agua utilizada	90
Figura 33: Porcentaje de edificios según tipo de cemento.....	91
Figura 34: Porcentaje de edificios según dosificación de mezcla.....	92
Figura 35: Porcentaje de edificios según tiempo de mezcla de los componentes del concreto	93
Figura 36: Porcentaje de edificios según tiempo de vibrado de la mezcla de concreto.....	94
Figura 37: Porcentaje de edificios según tiempo de curado del concreto.....	95

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la Ciudad de Chota durante los meses de enero a agosto del año 2022 teniendo por objetivo principal determinar los factores que originan errores en el proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado. La metodología utilizada en este estudio es descriptiva transversal, con una muestra de 10 edificios de concreto armado, seleccionados por muestreo no probabilístico, en base al consentimiento del Propietario para acompañar el proceso de construcción. La técnica utilizada fue la observación directa, y la obtención de datos fue mediante las visitas a las construcciones mencionadas, siendo procesados utilizando la ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado. Llegando a determinar que, los errores en el proceso constructivo de los elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado son originados por el 76.70% de los factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero y 71.10% por los factores que intervienen en la calidad del concreto. Finalmente se establecen recomendaciones para continuar con estudios similares en otros elementos estructurales que, conforman los edificios de sistema aporticado de concreto armado en la ciudad de Chota u otras ciudades del país.

Palabras claves: Concreto armado, elementos estructurales, procesos constructivos, errores constructivos.

ABSTRACT

This research was carried out in the city of Chota during the months of January to August 2022, with the main objective of determining the factors that cause errors in the construction process of structural elements: columns and beams of reinforced concrete frame system buildings. The methodology used in this study is descriptive transversal, with a sample of 10 reinforced concrete buildings, selected by non-probabilistic sampling, based on the owner's consent to follow the construction process. The technique used was direct observation, and the data was obtained through visits to the mentioned buildings, being processed using the evaluation sheet of the construction process of structural elements of reinforced concrete buildings. It was determined that the errors in the construction process of the structural elements: columns and beams of reinforced concrete buildings are originated by 76.70% of the factors that intervene in the steel fitting and installation and 71.10% by the factors that intervene in the quality of the concrete. Finally, recommendations are established to continue with similar studies in other structural elements that make up the reinforced concrete frame system buildings in the city of Chota or other cities of the country.

Keywords: Reinforced concrete, structural elements, construction processes, construction errors.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMÁTICA

En muchas economías el sector de la construcción aporta hasta el 10% del producto interior bruto (PIB) y emplea a más del 10% de la mano de obra (United Nations Economic Commission for Europe, 2021). Pero, el sector de la construcción, tiene un bajo rendimiento; los proyectos se completan tarde, por encima del presupuesto y con bajos estándares de calidad (Olanrewaju & Lee, 2022a). El trabajo de mala calidad en un edificio nuevo puede deberse a varios factores. Las causas se han clasificado de manera diferente, la mayoría en términos de factores relacionados con el diseño y la construcción (Rahimi et al., 2017). Dado que, más del 90% del costo y el tiempo de un proyecto se utiliza en la construcción, es concebible que las actividades en los sitios de construcción tengan un impacto significativo en la calidad de los edificios. De hecho, muchos estudios en EE. UU. (Buitrago et al., 2018), Israel (Shohet y Ciabocco, 2016), Malasia (Olanrewaju & Lee, 2022b) y otros lugares sugieren que las actividades y decisiones que se toman durante la construcción pueden estropear o mejorar significativamente la calidad de los edificios terminados (Love et al., 2022). Es decir, estos estudios encontraron que, los errores constructivos de elementos estructurales eran los principales factores que contribuían a la mala calidad de las edificaciones.

En el país la construcción de edificios destinados para vivienda, comercio y otros, están sujetas a la informalidad al momento de su construcción, la cual se tornan vulnerables ante la presencia de fenómenos naturales como los sismos de considerada magnitud (Tarque & Pancca-Calsin, 2022), debido a que mayormente no se tiene el control técnico adecuado que garantice que el proceso constructivo cumpla con la normativa vigente, esencialmente la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto utilizado, además el Perú está ubicado en una de las zonas con mayor cantidad de sismos del mundo, situado en el cinturón de fuego del pacifico (Masum & Akbar, 2019), por lo que el proceso constructivo correcto de los elementos estructurales como columnas y vigas de los edificios no deben dejarse de lado (Batalha et al., 2019).

Las estadísticas de ocurrencia de sismos, refieren que cada año la cantidad de sismos va en aumento en el país, por eso es que se debe tener cuidado al momento de construir una vivienda debido a que el correcto proceso constructivo de los elementos estructurales como columnas y

vigas tienen una incidencia muy importante en el tamaño de la catástrofe (Bredenoord & Hurtado, 2022).

El presidente de CAPECO, Enrique Espinoza, en entrevista realizada con Radio Programas del Perú (RPP), indicó que el 70% de edificaciones limeñas, se construyeron informalmente, por consiguiente, un porcentaje mayor en el resto del país no pasan por proceso formal alguno para su construcción, es decir no son construidas por un profesional y no son supervisadas por alguna entidad, ya que no han tramitado una licencia de construcción, además recalco que según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), de ocurrir un sismo de 8 grados en la escala de Richter dejaría 50 mil muertos en Lima y 500 mil viviendas colapsadas. (RPP, 2017)

La autoconstrucción de edificios es muy común en diferentes localidades del país, tal es el caso del distrito de Chota. Esto se da por la falta de economía para contratar profesionales que diseñen y construyan sus edificaciones (Schripeder & Abanto, 2022). Por lo tanto, muchos edifican sin orientación técnica (Desmaison et al., 2023). Como resultado, las edificaciones de la zona presentan errores en el proceso constructivo de elementos estructurales que, demuestran la alta vulnerabilidad sísmica de edificios de concreto armado (Tarque y Pancca-Calsin, 2022).

La ciudad de Chota ubicada en la zona sísmica 2, considerada como zona de mediana sismicidad (NTP E.060 – 2018), y sumado al gran porcentaje de construcciones informales que carecen de licencia de construcción, y en otros casos se cuenta con licencia de construcción o planos elaborados por un ingeniero, pero en todos los casos son construidos por un maestro de obra sin criterio técnico adecuado sobre el desarrollo y alcance del proceso constructivo, lo que hace vulnerable a las estructuras y por consiguiente sufran daños de suscitarse un sismo de considerada magnitud.

Según el Plan de Desarrollo Urbano (PDU) de la ciudad de Chota, en esta ciudad el 85% de los edificios destinados tanto para vivienda, comercio y otros están constituidos por pórticos de concreto armado con tabique de albañilería (6038 edificios), el 15% restante son de adobe construido sobre cimientos de piedra y barro. (MPCH, 2017)

En una inspección visual realizada en esta ciudad se observó que, se sigue construyendo edificios de configuración estructural constituida por pórticos de concreto armado con tabique de albañilería, en las cuales se encontró la presencia de deficiencias en el proceso constructivo, tales como, la incorrecta habilitación e instalación del acero y la inapropiada calidad del concreto de los principales elementos estructurales.

Por tal razón el presente estudio tiene como objetivo determinar los factores que originan errores en el proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado, para ello se realizara la evaluación de la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad de concreto utilizado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los factores que originan errores en el proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la ciudad de Chota?

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Los errores en el proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la Ciudad de Chota, se debe a los factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto en un porcentaje mayor al 70.00%.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Ante los problemas existentes en edificaciones de concreto armado, a causa de la construcción informal, la falta de asesoramiento técnico, uso de mano de obra empírica, entre otros, es que, ha aumentado el número de errores constructivos de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios en la ciudad de Chota, lo que, hace necesario conocer los factores que, originan dichos errores y el nivel de ocurrencia de los mismos, debido a que, de ello, depende la comprensión del cumplimiento de la normatividad, en cuanto a la habilitación e instalación correcta del acero y la calidad del concreto, ya que, si no se conocen dichos errores, no se podrán plantear estrategias de solución, generando mayor vulnerabilidad en las edificaciones chotanas ante eventos telúricos.

Económicamente, el tiempo de vida útil de las edificaciones de sistema aporticado de concreto armado se verá afectado por el mal proceso constructivo que se realiza, es decir, un concreto de mala calidad y la habilitación e instalación incorrecta del acero de refuerzo, conlleva que en el futuro se presenten fallas estructurales y con ello se tenga que reforzar o tener que hacer la reparación de los elementos estructurales (columnas y vigas) dañados lo que implica que su costo sea mayor. CAPECO menciona que la “autoconstrucción puede llegar a costar hasta el 40% más que cuando se tenga el asesoramiento y supervisión de profesionales”.

En cuanto a lo social, si los encargados de construir no toman en cuenta la calidad que deben tener los edificios de sistema aporticado de concreto armado, lo más probable es que se obtienen las “buenas” prácticas constructivas o procedimientos, y al cabo de un tiempo se podrían presentar problemas de orden estructural, incluso podrían poner en riesgo la seguridad de los elementos estructurales o conducir a un mal comportamiento de estos bajo condiciones de servicio. De allí radica la importancia para la población, que en la edificación de sistema aporticado de concreto armado no se presenten errores en sus elementos estructurales, y que estos sean seguros estructuralmente ante la ocurrencia de sismos para salvaguardar la vida humana.

1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio se centra en el proceso constructivo de los elementos estructurales: columnas y vigas de 10 edificios de sistema aporticado de concreto armado en proceso de construcción en la ciudad de Chota.

La determinación de los factores que originan errores constructivos en elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado. Se realizó mediante la comparación entre valores permisibles establecidos en planos, y en la NTP E.060 con los valores obtenidos del proceso constructivo.

1.6. LIMITACIONES

- Limitada información en nuestro país respecto a estudios sobre errores constructivos de elementos estructurales de edificios de sistema aporticado de concreto armado.
- Otra limitación está referida a las disímiles actividades constructivas, es decir, tenía que seguir el avance de obra de cada edificio que no se desarrollaban a la par pese a que su inicio fue la misma fecha.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

- Determinar los factores que originan errores en el proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la Ciudad de Chota.

1.7.2. Objetivos específicos

- Evaluar la habilitación e instalación del acero de refuerzo en los elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado.
- Evaluar la calidad del concreto en los elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado.

1.8. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

Esta investigación se ha estructurado por capítulos:

- **Capítulo I: Introducción.** Este primer capítulo contiene la problemática, la formulación del problema, hipótesis de investigación, la justificación, delimitación del tema, limitaciones y finalmente los objetivos.
- **Capítulo II: Marco teórico.** Se establecen los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos que son el sustento teórico del estudio.
- **Capítulo III: Materiales y métodos.** Se precisó la ubicación geográfica, materiales necesarios para la elaboración de la investigación, materiales de medición y softwares para el procesamiento de datos, este capítulo también contiene la metodología usada, el diseño, el procedimiento y finaliza con el tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.
- **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.** En este capítulo se analiza, discute los resultados y contrasta de la hipótesis de la investigación.
- **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.** Se presentan las conclusiones a las que se llegó en este trabajo de investigación y se proponen recomendaciones para futuras investigaciones que se realicen sobre este tema en particular.
- **Referencias bibliográficas.**
- **Anexos.**

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Phan et al. (2022) en su artículo científico “Assessment of quality risk factors during the construction phase of the Bicons tower project” evaluaron los factores de riesgo de calidad durante la fase de construcción del proyecto Torre Bicons, en Vietnam, determinando que, eran: (1) los trabajos de inspección y aprobación no se ajustan a la normativa y los procedimientos, (2) falta de coordinación, (3) mala calidad de los documentos y planos de diseño, (4) métodos de construcción deficientes, y (5) mala calidad de los materiales de entrada. Siendo así, los métodos de construcción deficiente generaban errores en los elementos estructurales de edificios de concreto armado.

Olanrewaju & Lee (2022a) en su investigación “Analysis of the poor-quality in building elements: providers' perspectives” analizaron la mala calidad en elementos constructivos. Calificaron la frecuencia de la mala calidad en los elementos estructurales por errores durante el proceso constructivo, mediante la escala Likert. Los datos revelaron que, la mala calidad se daba en más del 80% de los proyectos de construcción terminados. Aproximadamente el 40% del coste de un proyecto de construcción se atribuye a la mala calidad. En total, el 70% de los encuestados calificó de alta y frecuente la mala calidad de los elementos de construcción. El tamaño y la frecuencia de la mala calidad son mayores en los elementos de concreto armado, el ladrillo, los cimientos y las vigas del tejado.

Olanrewaju & Lee (2022b) en su artículo científico “Investigation of the poor-quality practices on building construction sites in Malaysia” investigaron las prácticas de mala calidad en las edificaciones en Malasia, elaboraron un cuestionario que incluía 20 factores determinantes de la mala calidad de los edificios en las obras de construcción, basado en la bibliografía y las visitas a las obras, con lo que, determinaron que, los errores en el proceso de construcción se debían a 20 factores determinantes, donde, la mano de obra deficiente, el incumplimiento de los requisitos/normas, la gestión inadecuada de la obra, y la mala calidad de los materiales/componentes fueron los principales factores determinantes de la mala calidad de las edificaciones de concreto armado durante la construcción de elementos estructurales. Por tanto,

esta investigación aporta nuevos datos sobre el impacto de la mala calidad en los resultados del sector de la construcción.

Uguru et al. (2022) en su artículo científico “Assessment of compressive strength variations of concrete poured in-site of residential buildings in Isoko District, Delta State, Nigeria” evaluaron las variaciones de firmeza del concreto vertido in situ de edificios residenciales en el distrito de Isoko, estado de Delta. Tomaron muestras del concreto utilizado para la construcción de zapatas de 20 edificios residenciales. La encuesta de campo mostró que la mayor parte (60%) del proceso de producción de calidad del concreto cayó por debajo del estándar aprobado de 17 MPa. Los resultados del estudio revelaron que el concreto in situ alcanzaba entre 8.1 a 19.8 MPa. El resultado de la prueba a compresión mostró que la mayoría (70%) del concreto in situ no cumplió con el estándar recomendado por NIS. Además, se observó a partir de los hallazgos que, proporcionalmente, el concreto producido por ingenieros tenía mayor firmeza, en colación con el concreto producido únicamente por albañiles.

Con respecto a esto, Hernández (2014), en el coloquio magistral desarrollado en Asunción del Paraguay, da algunos datos estadísticos de la incidencia los errores constructivos en la aparición de patologías. En Reino Unido el 40% se originan por errores del proyecto, 50% por mala supervisión o ejecución y el 10% por defectos en los materiales. Además, en otros países europeos se tiene que 41% es producto de errores del proyecto, 28% por errores de dirección técnica o ejecución, 15% por fallas en materiales, 10% por errores de utilización y 6% a otros.

Nienhuys (2010), en su investigación “Fallas de Construcción de Hormigón Armado Expuestos por terremotos” obtiene las fallas estructurales producto de sismos en Pakistán, Indonesia, Nicaragua y Ecuador, en donde verificó las estructuras luego de la ocurrencia telúrica, llegando a identificar errores de diseño e ingeniería, fallas en el refuerzo, insuficiente refuerzo en columnas, descomunal peso de las edificaciones y mal proceso constructivo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En Trujillo, Chávez y Reátegui (2019) evaluaron las fallas en 78 viviendas del Balneario Buenos Aires Sur, de las edificaciones el 22% fue construida técnicamente, mientras que, el 78% fue autoconstruida, lo que, llevo a errores constructivos, donde determinaron que, el 72% de las viviendas tienen de una a más fisuras o grietas en columnas, vigas, losas y muros, 73% de las edificaciones no tiene junta de dilatación con la edificación colindante, el 28% presenta

asimetría en los muros, el 77% de los muros son no arriostrados. Concluyeron que, en el área hay fallas estructurales producto de errores constructivos.

En Trujillo, García (2019) evaluó fallas estructurales en 35 viviendas de la Urb. San Isidro, determinando que, el 80% de las viviendas han sido diseñadas por profesionales en ingeniería civil, pero que, en la construcción solo han sido ejecutados por maestros de obra, lo que, ha llevado a que, haya errores constructivos en los elementos estructurales de los edificios, siendo los más recurrentes: traslapes de acero, aplomado de columnas y muros, variación de vigas entre pisos.

Laurente (2018), en su estudio sobre procesos constructivos en edificaciones encontró tres factores que conllevan a que las estructuras presenten errores constructivos, siendo estos el diseño estructural no acorde a la normativa vigente arrastrando consigo configuraciones estructurales erróneas, asimetrías, variaciones dimensionales repentinas, y flexibilidad. Por otro lado, en el procedimiento constructivo comúnmente los encargados de la ejecución no cuentan con la capacitación suficiente. Y, por últimos el control de calidad es casi nulo y en muchos casos no se realiza.

Gamarra et al (2015), determinaron que los errores constructivos en edificaciones de concreto armado en la ciudad limeña son debido a la escasez de mano de obra calificada, falta de conocimiento sobre el proceso constructivo, cambio del diseño original comprometiendo estructuralmente aún más las estructuras. Además, recomiendan que el profesional encargado de realizar el diseño su trabajo no debe de acabar con la entrega de los planos al cliente si no que este sea contratado como supervisor en la ejecución del proyecto.

Lengua (2013) describe los errores comúnmente cometidos durante la fabricación de elementos estructurales de concreto armado, donde categoriza los problemas de acuerdo a la fase constructiva en la que se encuentran. Además, revisa los errores frecuentes cometidos durante la fabricación en otros estudios.

Fernández (2008), en su conferencia magistral titulada muestra las fallas producidas en columnas y vigas por un detallado no dúctil de estructuras de concreto armado, como: falta de continuidad del acero de refuerzo, acero de refuerzo insuficiente, confinamiento insuficiente e insuficiente longitud de anclaje del acero de refuerzo. Recomendando: realizar diseños estructurales que, prevengan la formación de rotulas plásticas en columnas y vigas.

2.1.3. Antecedentes locales

Mosqueira (2013) mediante la utilización de fichas y la elaboración de base de datos con los errores constructivos. Explica en detalle el problema de la calidad del suelo de cimentación, el problema de la configuración sísmica de la estructura, problemas constructivos y de la mala calidad de la mano de obra. Llegando a determinar que el 100% de las edificaciones evaluadas no contaban con asesoría técnica, construidas de manera informal con mano de obra de baja calidad, el 60% de los elementos estructurales contenían concreto de mala calidad con resistencia por debajo del código debido a la mala dosificación y calidad de los materiales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Sistema estructural aporricado de concreto armado

Este sistema de edificios de concreto armado consiste en un sistema de vigas y columnas que forman un armazón y que están acopladas mediante uniones monolíticas de vigas y columnas resistentes a momentos y esfuerzos de corte (ver Figura 1). Las cargas de los pórticos primordiales las recogen las vigas y estas las transmiten a las columnas consecutivamente estas a las zapatas. (EMS-98, 1998, p.37)

Además, los pórticos de concreto armado resisten cargas verticales y laterales. El desempeño lo determina la proporción entre la altura de las columnas y la longitud de las vigas, así como la resistencia (sección transversal) de las vigas y columnas, además unas columnas débiles y unas vigas fuertes indican un sistema de vulnerabilidad a cargas laterales. (EMS-98, 1998, p.37)

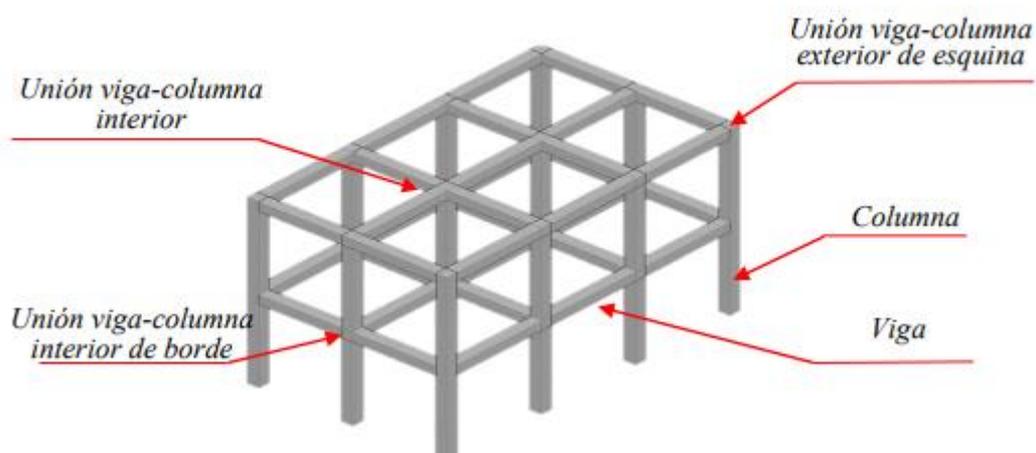


Figura 1: Partes de un pórtico de concreto armado.

(Elaborado en base a EMS-98 1998)

2.2.2. Componentes de pórticos de concreto armado

3.8.3.1. Columnas

La columna es el elemento estructural con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir cargas axiales de compresión. (NTP E.060, 2009)

Según el tipo de armadura transversal, las columnas se pueden clasificar en columnas con estribos o columnas con armadura espiral. El primero suele ser de sección rectangular, cuadrada, en forma de T o de L, pero también puede ser triangular, octogonal, etc. (Harmsen, 2005, p.249)

3.8.3.2. Vigas

La viga es el elemento estructural que trabaja principalmente a flexión y cortante. (NTP E.060, 2009)

Las vigas son elementos estructurales horizontales que reciben la carga de las losas y los transmiten a las columnas, pueden ser vigas principales si reciben directamente la carga de las losas y la carga de sismo y vigas secundarias que cumplen la función de arriostrar y soportar las fuerzas de sismo en la otra dirección principal. (Blanco, 1994, p.25)

2.2.3. Edificios de sistema aporticado de concreto armado

2.2.3.1. Edificios de pórticos de concreto armado con tabiques

La figura 2 muestra una configuración estructural basada en un marco de concreto armado, que se utiliza a menudo en nuestro medio para edificios residenciales o de oficinas de poca altura. En este caso, el esqueleto resiste las cargas verticales y laterales y consta de pórticos, y se supone que los muros de mampostería no realizan funciones estructurales y no interfieren con los elementos estructurales. Esta suposición no es del todo válida para cargas sísmicas laterales porque si los muros no están debidamente aislados (como se muestra), el edificio tiende a deformarse lateralmente, lo que hará que los muros trabajen a cortante, cambiando la respuesta de la estructura tal como la prevé el diseñador estructural. (*Ottazzi, 2015, p.20*)



*Figura 2: Edificios de concreto armado con muros.
(Tomado de Ottazzi 2015)*

2.2.3.2. Edificios Aporticados

La Figura 3 muestra un tipo de estructura que fue muy utilizada en el medio desde los años 60 hasta mitad de los 70. Es un edificio de mediana altura en el que las cargas verticales y laterales son soportadas esencialmente por un pórtico de vigas y columnas, con pocas losas o muros de cortante. En este caso, la losa se limita al hueco del ascensor y al hueco de la escalera del lado izquierdo del edificio. Dichos edificios, que todavía se están construyendo en la actualidad, a menudo son lateralmente flexibles, los componentes no estructurales pueden dañarse en los terremotos y los requisitos de resistencia y ductilidad de vigas y columnas son prohibitivos. (Ottazzi, 2015, p.21)



*Figura 3: Edificio aporricado de concreto armado.
(Tomado de Ottazzi 2015)*

2.2.4. Concreto armado

El concreto armado es el material más usado en la construcción. Esta aceptación universal se debe en parte a la fácil disponibilidad de los materiales utilizados en su producción: grava, arena, cemento, agua y acero. También se debe a que, es barato en comparación con otros materiales de construcción y a que se puede colocar en casi cualquier forma y tamaño, mientras que el concreto sigue siendo plástico (Ottazzi, 2015, p. 2).

Además, no se limita a lo que, llamamos concreto vertido; hoy en día, el concreto prefabricado colado in situ es una alternativa que puede reducir considerablemente los costes y el tiempo de ejecución. (Ottazzi, 2015, p.2)

Por otro lado, la NTP E.060 2009, lo define como el concreto estructural reforzado con no menos del mínimo de acero, preesforzado o no.

2.2.4.1. Ventajas del concreto armado

De acuerdo a Harmsen (2017), se tiene las siguientes ventajas del concreto armado:

- ✓ Larga vida útil, no requiere grandes inversiones de mantenimiento.
- ✓ Mayor resistencia a la compresión que otros materiales.
- ✓ Resistente a los efectos del agua.

- ✓ En caso de incendio moderado, el concreto armado no sufrirá daños si la superficie está debidamente recubierta. Más resistente al fuego que la madera o el acero estructural.
- ✓ Puede moldearse a voluntad utilizando moldes adecuados.
- ✓ La estructura es monolítica y puede resistir eficazmente las cargas laterales del viento y los terremotos.
- ✓ No requiere tecnología avanzada.
- ✓ La gran rigidez y masa de la estructura hace que no haya que preocuparse por las vibraciones.
- ✓ En la mayoría de los lugares es el material más económico.
- ✓ Se ve menos afectado por las fluctuaciones de la carga viva debido a su elevado peso propio.

2.2.4.2. Desventajas del concreto armado

Las desventajas del concreto armado según Harmsen (2017), son las siguientes:

- ✓ Tiene una resistencia a la tracción muy baja, aproximadamente una décima parte de su resistencia a la compresión. Incluso con la colocación de refuerzos para absorber esta tensión, el agrietamiento es inevitable.
- ✓ Son necesarios los procesos de encofrado, moldeo, vertido, espera a que el concreto se consolide y desmoldeo. Además del tiempo necesario para estas operaciones, el coste del encofrado puede suponer un tercio o dos tercios del coste total del proyecto.
- ✓ La relación entre la resistencia a la compresión y el peso es mucho menor que la del acero, que es más eficaz para cubrir grandes luces. Como el concreto requiere una sección transversal mayor, su propio peso es una carga muy importante en el diseño.
- ✓ Es necesario un control de calidad continuo, ya que el concreto está sujeto a mezclas, colocación y curado.
- ✓ Su deformación varía con el tiempo. Bajo carga continua, la deformación del elemento aumenta con el tiempo.

2.2.5. Calidad del concreto

Es necesario un seguimiento continuo para garantizar que el concreto suministrado tenga la resistencia suficiente para estar dentro de los valores especificados por el ingeniero de diseño y garantizar así la seguridad de la estructura. (Nilson, 1999, p. 34)

Además, no basta con mezclar buenos materiales en las cantidades correctas para obtener un concreto de buena calidad. También es necesario tener en cuenta cómo se llevarán a cabo los procesos de mezcla, transporte, colocación, compactación y curado. (Harmsen, 2017, p.11)

2.2.5.1. Dosificación del concreto

La composición de la mezcla se distribuye de forma que el concreto resultante tenga suficiente resistencia y sea lo suficientemente trabajable para ser colocado y de bajo coste. (Nilson, 1999, p. 31)

Además, la cantidad de material se determinó de acuerdo con condiciones geométricas predeterminadas, como resultado de estudios técnicos con referencia a manuales técnicos y análisis directamente de los documentos de trabajo. Las cantidades de materiales se expresan en unidades de comercialización, por ejemplo, un saco de cemento y un metro cúbico de arena o grava. (CAPECO, 2003)

Las tablas 1, 2 y 3 son referenciales que detallan tres casos de cantidades de materiales por metro cubico de concreto. (CAPECO, 2003)

Tabla 1: Materiales por m^3 de concreto. Tamaño máximo del agregado de $\frac{3}{4}$ ", un Slump de 4", Módulo de fineza variable de 2.40 a 3.00 conforme aumenta la resistencia del concreto.

(Tomado de CAPECO 2003)

f'c (Kg/cm ²)	Proporción c:a:p	Materiales por m ³			
		Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	1 : 2.6 : 3.2	7.01	0.51	0.64	0.184
175	1 : 2.6 : 3.2	8.43	0.49	0.61	0.184
210	1 : 1.7 : 2.2	9.73	0.48	0.60	0.185
245	1 : 1.4 : 1.8	11.50	0.45	0.58	0.187
280	1 : 1.0 : 1.5	13.34	0.40	0.58	0.188

Tabla 2: Materiales por m³ de concreto Tamaño máximo del agregado de 1/2", un Slump de 3", Módulo de fineza variable de 2.40 a 3.00 conforme aumenta la resistencia del concreto.

(Tomado de CAPECO 2003)

f'c (Kg/cm ²)	Proporción c:a:p	Materiales por m ³			
		Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	1 : 2.8 : 2.8	7.01	0.56	0.57	0.184
175	1 : 2.3 : 2.3	8.43	0.54	0.55	0.185
210	1 : 1.9 : 1.9	9.73	0.52	0.53	0.186
245	1 : 1.5 : 1.6	11.50	0.50	0.51	0.187
280	1 : 1.2 : 1.4	13.34	0.45	0.51	0.189

Tabla 3: Cifras redondeadas de las proporciones usualmente utilizadas en construcciones.

(Tomado de CAPECO 2003)

f'c (Kg/cm ²)	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Proporción c:a:p	Materiales por m ³			
					Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	0.61	4	3/4	1 : 2.5 : 3.5	7.01	0.51	0.64	0.184
175	0.51	3	1/2	1 : 2.5 : 2.5	8.43	0.54	0.55	0.185
210	0.45	3	1/2	1 : 2.0 : 2.0	9.73	0.52	0.53	0.186
245	0.38	3	1/2	1 : 1.5 : 1.5	11.5	0.50	0.51	0.187
280	0.38	3	1/2	1 : 1.0 : 1.5	13.34	0.45	0.51	0.189

2.2.5.2. Mezclado del concreto

El proceso de mezclado del concreto consiste en recubrir los áridos con lechada de cemento hasta obtener una masa homogénea. Este proceso debe ser realizado por una máquina y para ello se utilizan mezcladoras. Las mezcladoras pueden ser de tambor, invertidas o de artesa. El tamaño de la mezcladora viene determinado por la cantidad de concreto que hay que mezclar. (Harmsen, 2017, p.16)

2.2.5.3. Tiempo de mezclado del concreto

El tiempo mínimo de mezclado del concreto depende de la cantidad de mezcla que se vaya a preparar y de la velocidad de la mezcladora. Se mide desde el momento en que todo el material entra en la máquina. Normalmente, 1 minuto para 0.7 m³ (= 1 yarda 3) de concreto y 1/4 de minuto por cada 0.7 m³ (= 1 yarda 3) adicionales de concreto. (Harmsen, 2017, p.16)

Además, el tiempo mínimo de mezclado de un minuto y medio. (ACI, 2005)

Así mismo, el tiempo mínimo de mezcla para una hormigonera de 1 m³ de capacidad es de 1 minuto y 15 segundos, con 20 segundos adicionales por cada 1.5 m³ adicionales. (Nilson,1999, p.34)

2.2.5.4. Vibrado y consolidación del concreto

La vibración del concreto elimina el exceso de aire de la mezcla y produce una masa uniforme que se distribuye uniformemente en el molde y alrededor de la armadura. Este proceso es muy importante para obtener un buen concreto. (Harmsen, 2017, p.17)

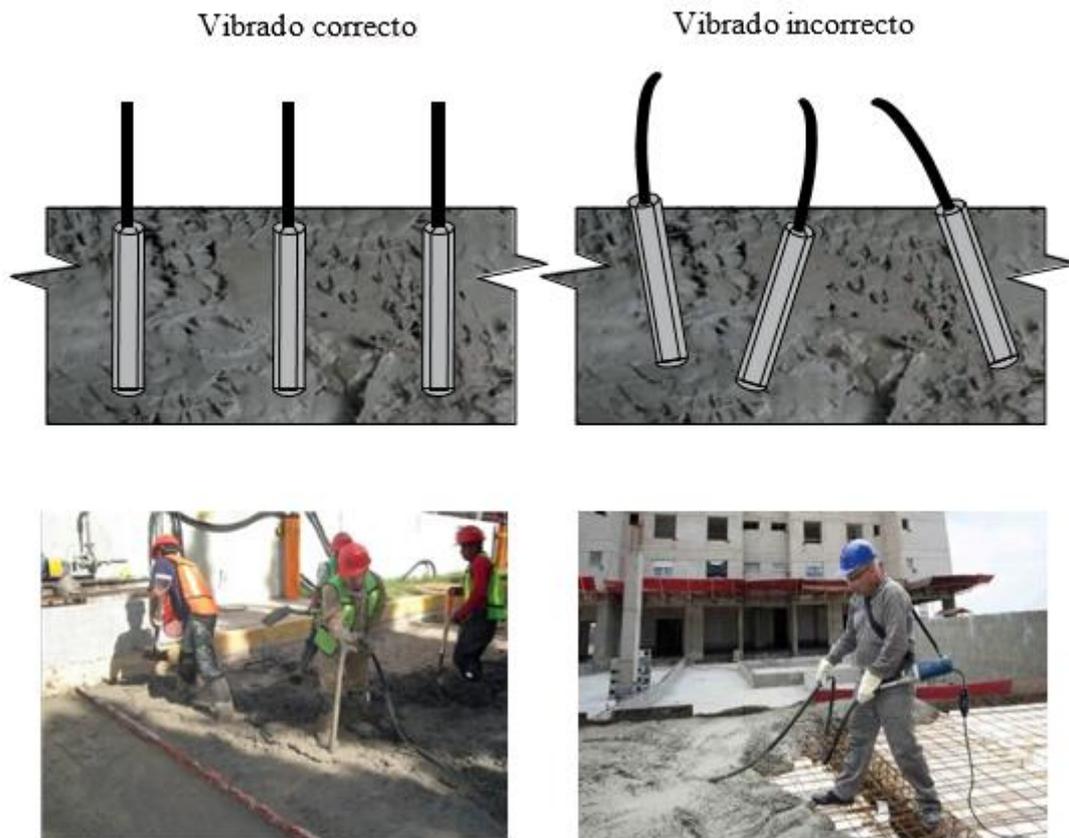


Figura 4: Vibrado y consolidación del concreto.

(Tomado de SENCICO 2014)

Todo concreto debe compactarse cuidadosamente de forma adecuada durante el proceso de vertido y quedar completamente contenido alrededor de la armadura y los elementos prefabricados y en las esquinas de los moldes. Además, una vibración y compactación

adecuadas evitarán que se formen grietas y nidos de piedras en el concreto endurecido y evitarán las reparaciones del concreto. (SENCICO, 2014)

Tabla 4: *Vibrado de concreto fresco. (Tomado de SENCICO 2014)*

Vibrado del concreto fresco	
Slump (pulgadas)	Tiempo aproximado de vibrado (segundos)
2 - 4	14 a 20
4 - 6	8 a 14
6 - 8	4 a 9
Mayor a 8	max.7

2.2.5.5. Curado del concreto

Consiste en mantener el concreto saturado hasta que la cavidad de cemento fresco inicialmente llena de agua sea sustituida por los productos de hidratación del cemento. (Harmsen, 2017, p. 17)

Existen cuatro métodos de curado del concreto con agua: remojo, riego, uso de una manta húmeda como el yute y uso de tierra, arena o serrín húmedos sobre el concreto recién vertido. (Harmsen, 2017, p. 20)

Para el cemento Portland ordinario, el tiempo de curado prescrito es de al menos siete días. Este tiempo debe ampliarse si se utiliza un cemento de fraguado más lento, y puede acortarse si se utiliza un cemento de fraguado más rápido, pero nunca debe ser inferior a tres días. (ACI, 2005)

Además, el concreto debe protegerse de la pérdida de humedad durante al menos 7 días y, para trabajos más delicados, durante 14 días. El uso de cementos de alta resistencia temprana puede reducir el tiempo de curado a la mitad. (Nilson, 1999, p. 34)

En general, el proceso no debe interrumpirse hasta que la resistencia a la compresión de una probeta curada en las mismas condiciones que el concreto vertido haya alcanzado el 70%. (Harmsen, 2017, p.20)

2.2.5.6. Importancia de curar el concreto

Según SENCICO (2014), la resistencia del concreto no endurecido o mal endurecido (no curado) es un 40% inferior a la del concreto endurecido correctamente, lo que provoca grietas y una pérdida significativa de calidad estructural.

2.2.5.7. Resistencia del concreto en la estructura real

Es muy difícil precisar la resistencia del concreto en la estructura real, esta puede variar entre los distintos elementos estructurales (vigas, losas, columnas, muros y cimentación) e inclusive, para un mismo elemento estructural, pueden presentarse variaciones a lo largo y alto del mismo. En general, se acepta que la resistencia del concreto en la estructura real, tiende a ser menor que la resistencia f'_c obtenida en laboratorio a partir de las probetas fabricadas y ensayadas de acuerdo a las normas. (Ottazzi 2015, p.29)

La NTP E.060 2009, menciona que la resistencia del concreto en una estructura real no puede estimarse con precisión. En algunos casos cuando existe dudas sobre la calidad del concreto colocado en obra, se acude a la extracción de testigos perforados. Además, indica únicamente el criterio de aceptación o rechazo del concreto al cual representan los testigos perforados, no indica la metodología a seguir para calcular la resistencia a compresión del concreto en la estructura real, a partir de los resultados de los ensayos en compresión de los testigos perforados.

2.2.6. Detalles del acero de refuerzo

2.2.6.1. El arte de detallado del acero de refuerzo

El diseño de estructuras de concreto armado no se limita a proporcionar elementos que puedan resistir de forma razonablemente segura las tensiones generadas por el análisis. Un análisis y diseño estructural elaborados son insuficientes, ambos deben complementarse con un detallado apropiado de todos los refuerzos para asegurar que la estructura como un todo se comporte tal como fue concebida por el diseñador. Una estructura mal detallada puede experimentar fisuración, deflexiones excesivas y en casos extremos llegar al colapso. (Ottazzi, 2015, p.67)

Además, para reforzar adecuadamente una estructura de concreto armado, el diseñador debe ir más allá de la simple formulación de ecuaciones de equilibrio o compatibilidad y utilizar fórmulas, tablas y procedimientos para comprender claramente el comportamiento de la

estructura. El detallado de una estructura debe incluir todo el proceso mediante el cual el proyectista diseña cada parte o elemento de la estructura para que se comporte de forma satisfactoria y segura bajo cargas de servicio y para que se comporte eficazmente cuando se someta a sobrecargas y deformaciones que den lugar a un comportamiento no lineal. (Ottazzi, 2015, p.67)

2.2.6.2. Funciones o propósitos de los aceros de refuerzo

Para comprender las técnicas de ejecución, es necesario aclarar las múltiples funciones de la armadura en las estructuras de concreto armado; según Ottazzi (2015), las principales funciones de la armadura son:

- ✓ Resiste esfuerzos de tracción mediante resistencia, generalmente se asume que el concreto que rodea la armadura no está sometido a esfuerzos de tracción.
- ✓ proporciona refuerzo a compresión cuando el concreto es incapaz de resistir las fuerzas que actúan por sí solas, lo que ocurre a menudo en los pilares. El refuerzo de compresión aumenta la ductilidad de la sección, reduce la deformación por fluencia bajo carga y aumenta la resistencia a la flexión.
- ✓ En condiciones de servicio para que la anchura de la fisura no supere un determinado límite. Hay que recordar que, dentro de unos límites económicos, el refuerzo no puede eliminar las grietas, pero sí controlarlas.
- ✓ La armadura es necesaria para controlar la fisuración excesiva debida a la retracción y a los cambios de temperatura en elementos estructurales axialmente coaccionados.
- ✓ El refuerzo en forma de aro resiste los esfuerzos de tracción diagonales causados por las fuerzas cortantes.
- ✓ Evita la flexión de la armadura comprimida (barras de aro).
- ✓ Proporciona coacción al concreto en zonas de grandes esfuerzos de presión en vigas, pilares y nudos

2.2.6.3. Adherencia entre el acero de refuerzo y concreto

En los componentes de concreto armado, las tensiones de compresión son soportadas principalmente por el concreto, mientras que las tensiones de tracción son soportadas por el refuerzo. Por lo tanto, la transferencia de esfuerzos, es decir, la unión, es necesaria para la cooperación entre los dos materiales. (Hamsen, 2017)

Además, Ottazzi (2015), indica que en un elemento de concreto reforzado, es indispensable que exista adherencia entre el acero de refuerzo y el concreto que rodea al acero, de manera que ambos materiales trabajen juntos logrando la acción compuesta. También, menciona que, si no existe adherencia, las barras de refuerzo deslizarían dentro de la masa de concreto sin encontrar resistencia en toda su longitud y no acompañarían al concreto en sus deformaciones.

La unión permite que la armadura trabaje simultáneamente con el concreto al principio y, a medida que el concreto se agrieta, la armadura trabaja de forma más o menos uniforme en todo el elemento. La adherencia garantiza que la armadura esté sometida a esfuerzos de tracción y que la unión entre los dos materiales se mantenga en la zona entre las grietas. (Ottazzi, 2015, p.487)

A. Mecanismos que originan adherencia entre acero de refuerzo y concreto

Según Harmsen (2017), son tres los mecanismos que permiten la adherencia entre acero y concreto:

1. La unión química entre la armadura y el concreto está causada por fuerzas capilares y moléculas en la interfaz donde la armadura absorbe la pasta de cemento.
2. La fricción entre las superficies está causada por la resistencia de la pasta de hormigón al deslizamiento en la ranura de la armadura, proporcional a la rugosidad de la armadura.
3. la fijación mecánica de la armadura a las ondulaciones por aplastamiento del concreto es el principal factor de adherencia.

La figura 5, modela las fuerzas que actúan entre las barras de acero corrugado y el concreto.

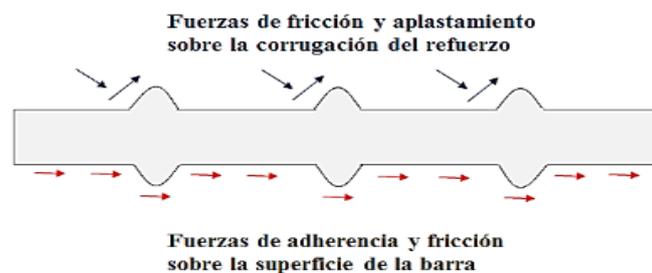


Figura 5: Fuerzas que actúan entre las barras de acero corrugado y el concreto.

(Elaborado en base a Harmsen 2017)

En el trabajo de Harmsen (2017) se afirma que el concreto alrededor de la barra corrugada se estira como un recipiente de paredes delgadas sometido a presión interna, como se muestra en la Figura n.º 13. Ottazzi (2015) también muestra que el tamaño de este cilindro puede estimarse aproximadamente imaginando un círculo con un diámetro de 1.5 db (\emptyset de la barra corrugada). Si este círculo toca una de las caras de la viga, pueden producirse grietas de adherencia. Las observaciones de esta figura muestran la importancia del solapamiento y la separación mínima de las armaduras.

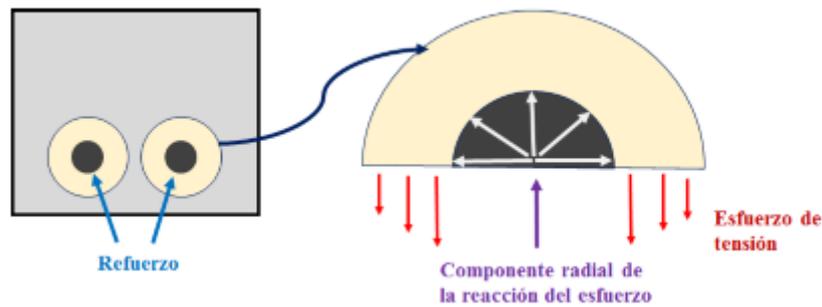


Figura 6: Tensión en el concreto generada por las barras de acero.
(Elaborado en base a Harmsen 2017)

Harmsen (2017) muestra que el concreto presenta dos tipos de daños cuando se encuentra con las tensiones a las que está sometido.

El primer tipo de fallo se produce cuando las tensiones de tracción alrededor del refuerzo superan la resistencia a la tracción del concreto. Comienzan a formarse grietas en secciones delgadas y se pierde la conexión con la armadura. En este caso, la extensión y el espaciado de la armadura es un factor importante, como se muestra en la figura 7.

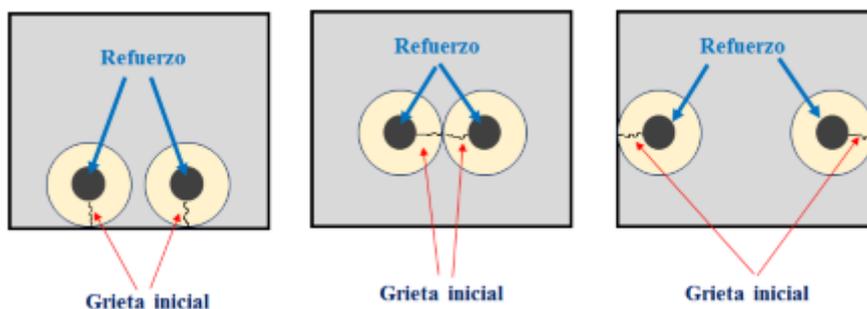


Figura 7: Grietas debido a los esfuerzos de adherencia acero-concreto.
(Elaborado en base a Harmsen 2017)

El segundo tipo de daño se produce cuando el concreto entre las ondulaciones de la armadura se aplasta o se desplaza, haciendo que la armadura se salga de su sitio.

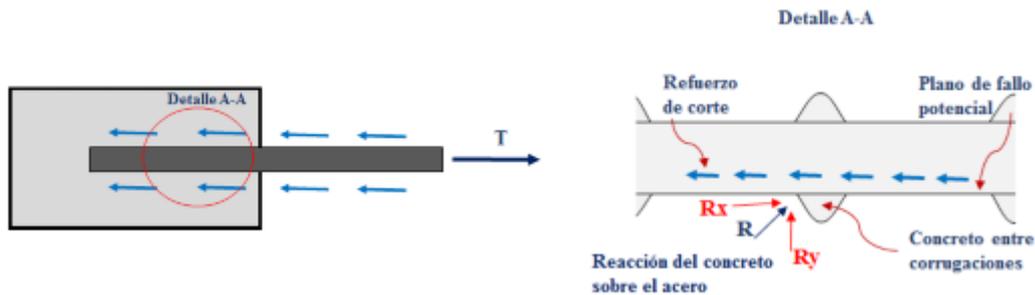


Figura 8: Aplastamiento del concreto entre corrugaciones de las barras de acero de refuerzo
(Elaborado en base a Harmsen 2017)

2.2.6.4. Recubrimiento de concreto para el acero de refuerzo

Es forzoso prever una capa mínima de concreto para proteger la armadura de la corrosión, el fuego y la abrasión. Como el concreto es un material poroso y siempre hay grietas debidas a la retracción por forjado, la armadura situada demasiado cerca del borde del elemento puede quedar expuesta a ataques externos. Sin embargo, el recubrimiento no debe ser demasiado grueso, ya que esto puede provocar grietas en el concreto debido a una armadura insuficiente. (Harmsen, 2005, p.46)

Según Ottazzi (2015), el recubrimiento de concreto para el acero de refuerzo cumple varias funciones:

- ✓ Protección del refuerzo de acero contra agentes externos (humedad).
- ✓ Protección de refuerzo contra el fuego.
- ✓ Adherencia entre el acero y el concreto.
- ✓ Facilidad de colocación del concreto.

La tabla 5 muestra el recubrimiento mínimo para condiciones de exposición normales para elementos de concreto y elementos in situ, tal y como se especifica en la NTP E.060 2009.

Tabla 5: Recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo. (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Concreto vaciado en sitio (no preesforzado)			
Exposición del concreto	Elemento Estructural	Refuerzo	Recubrimiento mínimo (cm)
Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con el agua de mar.	Cimentaciones y zapatas	Todos	7.00
Concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente.	Sobrecimientos y columnas	$\geq 3/4''$	5.00
		$\leq 5/8''$ o menores	4.00
	Losas, muros y viguetas	1 11/16" y 2 1/4"	4.00
Concreto no expuesto al ambiente ni en contacto con el suelo.	Viguetas	$\leq 1 3/8''$	2.00
	Vigas y columnas	Todos	4.00
	Muros de corte	Todos	2.50
	Viguetas	Todos	2.00

2.2.6.5. Espaciamiento del acero de refuerzo

La separación mínima entre armaduras especificada en esta norma corresponde al espacio libre entre las armaduras y a la necesidad de garantizar el flujo de hormigón fresco entre las armaduras y el encofrado para evitar "grietas" en el concreto (Ottazzi, 2015, p. 71).

Además, la separación mínima garantiza la unión entre la armadura y el hormigón. Si la separación entre las capas de armadura es demasiado pequeña, puede producirse una unión deficiente y pueden aparecer depresiones (grietas) en el concreto de las capas de armadura. (Ottazzi, 2015, p.71)

La tabla 6 presenta un resumen con las dimensiones mínimas para espaciamiento mínimo del acero de refuerzo en columnas y vigas:

Tabla 6: Espaciamiento del acero de refuerzo. (Ottazzi 2015)

Elemento estructural	Espaciamiento del acero de refuerzo
Vigas	Espaciamiento no menor que db ni 1", o 1.3 veces el máximo tamaño del agregado grueso
Columnas	Espaciamiento no menor que 1.5 db ni 4 cm, o 1.3 veces el máximo tamaño del agregado grueso

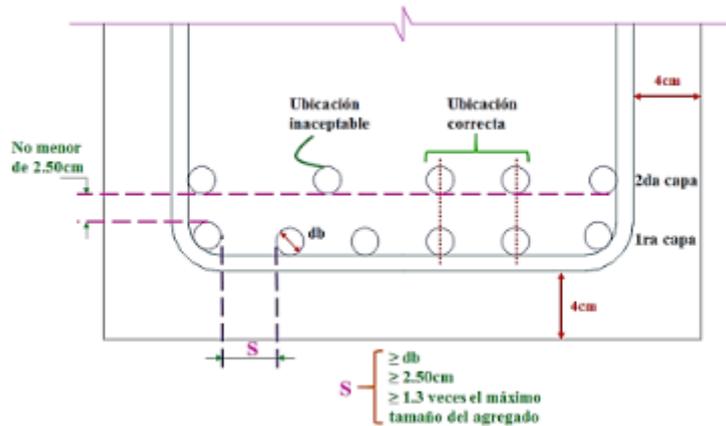


Figura 9: Espacios mínimos de armaduras en vigas.
(Elaborado con base a Ottazzi 2015)

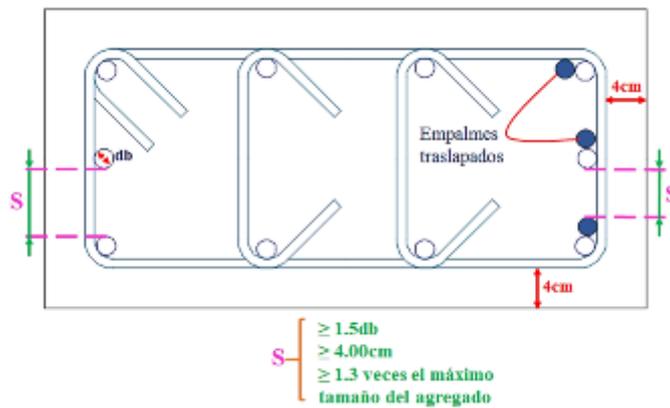


Figura 10: Espaciamientos mínimos de armaduras en columnas.
(Elaborado con base a Ottazzi 2015)

2.2.6.6. Ganchos estándar de aceros longitudinales

Los ganchos solo se utilizan como anclajes para la armadura de tracción y no son necesarios para la armadura de compresión. (Harmsen, 2017)

La NTP E.060 2009, define como gancho estándar a los que tienen un doblado de 90° y 180° grados para las barras longitudinales. Estos ganchos tienen importancia en el anclaje del refuerzo. Para que el gancho clasifique como estándar, debe tener un diámetro interno d doblado igual al diámetro mínimo establecido, además de una porción recta tal como se indica en las figuras 11.

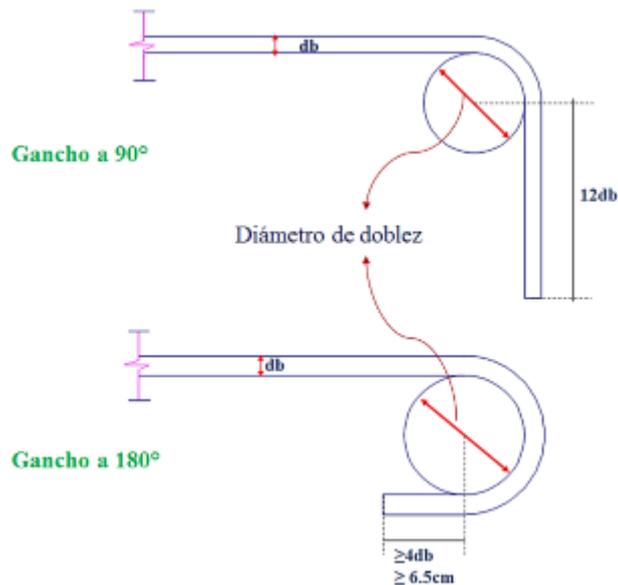


Figura 11: Ganchos de aceros longitudinales.

(Elaborado con base a NTP E0.60 2009)

En la tabla 7 siguiente se resumen las dimensiones mínimas y los extremos de doblado que deben tener las armaduras.

Tabla 7: Ganchos estándar de 90° y 180° según el diámetro de la barra de acero de refuerzo.

(Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Ganchos estándar de 90° y 180° según el diámetro de la barra de acero de refuerzo			
Tipo de gancho estándar	Ø de las barras	Ø mínimo de doblado (D)	Longitud mínima del extremo (l _{ext})
Gancho de 90°	1/4" hasta 1"	6db	
	1 1/8" hasta 1 3/8"	8db	12db
	1 11/16 hasta 2 1/4"	10db	
Gancho de 180°	1/4" hasta 1"	6db	
	1 1/8" hasta 1 3/8"	8db	≥4db ≥6.5cm
	1 11/16 hasta 2 1/4"	10db	

Para Ottazzi (2015), el anclaje con un gancho estándar se define por una extensión recta mínima denominada L_{dg} , un doblé a 90° o 180° y una extensión recta. Figura 12 el anclaje en el extremo de una viga en la cual para las barras superiores se han utilizado ganchos a 90° .

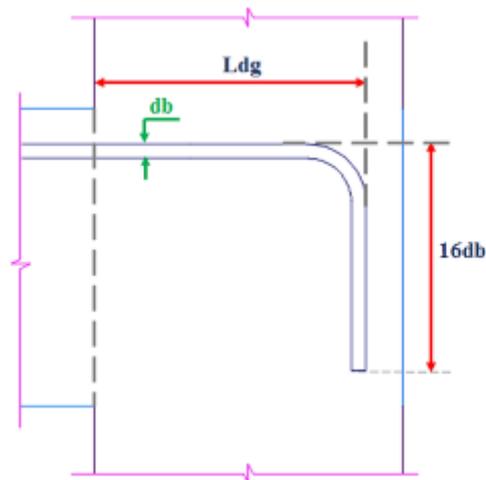


Figura 12: Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° .

(Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Tabla 8: Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° . (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90°				
Barra	Diámetro de barra d_b (cm)	Área de barra a_b (cm ²)	L _{dg} (cm)	
			f'c 210 kg/cm ²	f'c 280 kg/cm ²
8mm	0.80	0.50	17.00	15.00
3/8"	0.95	0.71	21.00	18.00
12mm	1.20	1.13	26.00	23.00
1/2"	1.27	1.29	28.00	24.00
5/8"	1.59	1.99	35.00	30.00
3/4"	1.91	2.84	41.00	36.00
1"	2.54	5.10	55.00	48.00
1 3/8"	3.58	10.06	78.00	67.00

2.2.6.7. Ganchos estándar para estribos

En la NTP E.060 2009, este fenómeno se denomina “ganchos sísmicos”. Estos ganchos deben formarse en los extremos de los soportes de fijación y de las grapas auxiliares (armadura transversal de 8 mm de diámetro como mínimo con ganchos sísmicos en ambos extremos). Los

ganchos tendrán una extensión de 8 veces el diámetro de la armadura, pero no inferior a 75 mm, cubriendo la armadura longitudinal y sobresaliendo en la sección transversal.

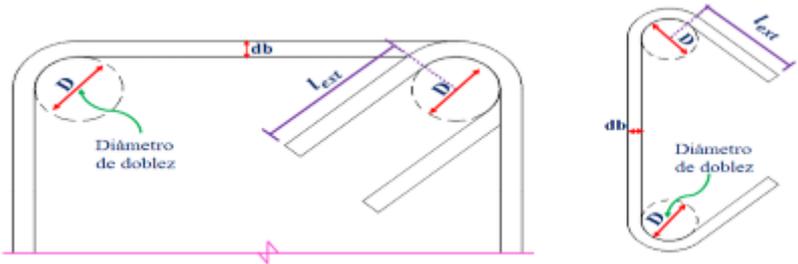


Figura 13: Ganchos estándar para estribos.
(Elaborado con base a NTP E0.60 2009)

El diámetro de flexión depende del diámetro de la armadura utilizada, por lo que los requisitos mínimos se resumen en la tabla 9.

Tabla 9: Requisitos mínimos para estribos con ganchos de 135°. (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Requerimientos para estribos con ganchos de 135°			
Tipo de gancho	Ø barras	Ø mínimo de doblado (D)	Longitud mínima del extremo (l _{ext})
Gancho de 135°	8mm hasta 5/8"	4db	≥4db ≥6.5cm
	5/8" hasta 1"	6db	

Por otro lado, la NTP E.060 2009 establece que, es posible instalar ganchos de 90°, pero al estar tensados en la armadura tienden a desprender la cubierta de concreto cuando los ganchos se extienden en línea recta y, por tanto, no son sismorresistentes. La tabla 10 muestra los requerimientos mínimos para este tipo de estribos.

Tabla 10: Requisitos mínimos para estribos con ganchos de 90°. (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Requisitos mínimos para estribos con ganchos de 90°			
Tipo de gancho	Ø barras	Ø mínimo de doblado (D)	Longitud mínima del extremo (l _{ext})
Gancho de 90°	8mm hasta 5/8"	4db	≥4db ≥7.5cm
	5/8" hasta 1"	6db	12db

2.2.6.8. Empalme por traslape

Los empalmes se realizan cuando la longitud de la armadura es insuficiente para reforzar el elemento y es necesario unir dos barras para obtener la longitud adecuada. También se realizan empalmes cuando es necesario modificar la sección, el apoyo o el diámetro de la armadura. Los empalmes deben colocarse en la sección menos tensa para no reducir la resistencia del miembro, y la distribución debe mostrarse y detallarse en los planos. (Harmsen, 2017)

Una unión solapada (traslape) consiste en dos barras conectadas una al lado de la otra a una cierta longitud traslapada. En el empalme por traslape, la fuerza de una armadura se transfiere simultáneamente al concreto circundante a través de la fijación y del concreto a la otra armadura con el mismo efecto. La eficacia del traslape depende de la adherencia a lo largo de las barras de acero y el desempeño del concreto para transferir la elevada tensión constante resultante (Harmsen, 2017). La figura 14 detalla lo descrito en las líneas anteriores.

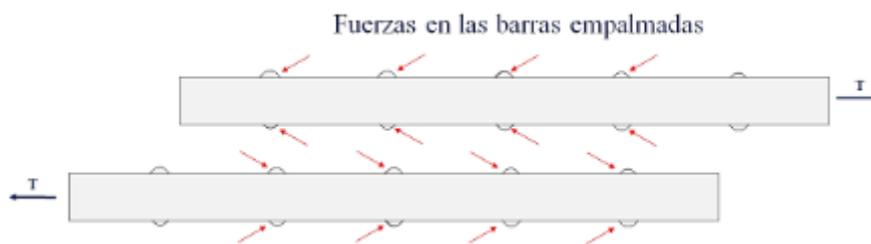


Figura 14: Desarrollo de la adherencia a lo largo de la superficie de las barras de acero.

(Elaborado con base a Harmsen 2017)

A. Empalmes por traslape para barras de acero en tracción

La presencia de rigidizadores en el elemento limita la formación de grietas debidas a estas tensiones, garantizando un daño dúctil. Los estudios experimentales han demostrado que el apilamiento escalonado es beneficioso (Harmsen, 2017).

De acuerdo con la NTP E.060 2009, existen dos tipos de enlaces a tracción, Clase A y Clase B. La longitud del enlace depende de la longitud fija o extendida (L_d) y no debe superar los 30 cm. En la tabla siguiente se observa la clase de empalme y cuando se debe usar.

Tabla 11: Empalmes por traslape para barras de acero en tracción. (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Empalme por traslape en tracción			
(*) Relación de $\frac{\text{As colocado}}{\text{As requerido}}$	(+) porcentaje máximo de acero empalmado	Tipo	Longitud de empalme (Lemp)
Igual o mayor que 2	50	Clase A	$\geq Ld$ y 30cm
	100	Clase B	
Menor que 2	100	Clase B	$\geq 1.3 Ld$ y 30cm

Nota: (*) As requerida en la zona de empalme, (+) en la zona de empalme, (Ld) longitud de anclaje en tensión de las barras de acero de refuerzo sin incluir reducción por exceso de refuerzo.

De acuerdo a la NTP E.060 2009, la armadura superior debe conectarse en el centro de la viga y la armadura inferior debe conectarse cerca de los extremos

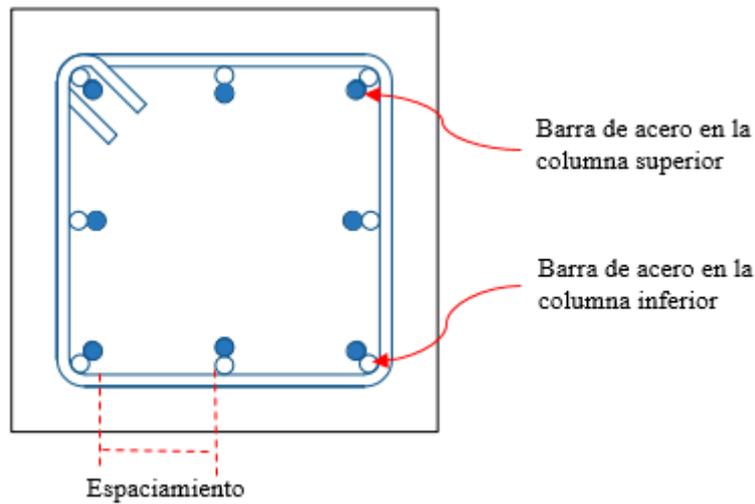
B. Empalmes por traslape para barras de acero en compresión

La longitud de las juntas de compresión es menor que la de las juntas de tracción debido a sus condiciones de trabajo, una de las cuales es la ausencia de grietas transversales. La diferencia más conocida con las juntas de tracción es que la mayor parte de la fuerza se transmite por aplastamiento del concreto en el extremo de la armadura. La razón principal de la aparición de este tipo de uniones es el efecto de aplastamiento, especialmente en el caso de las barras de armadura de mayor tamaño (Harmsen, 2017). La tabla siguiente representa cómo se estima la longitud de empalme de la armadura a compresión.

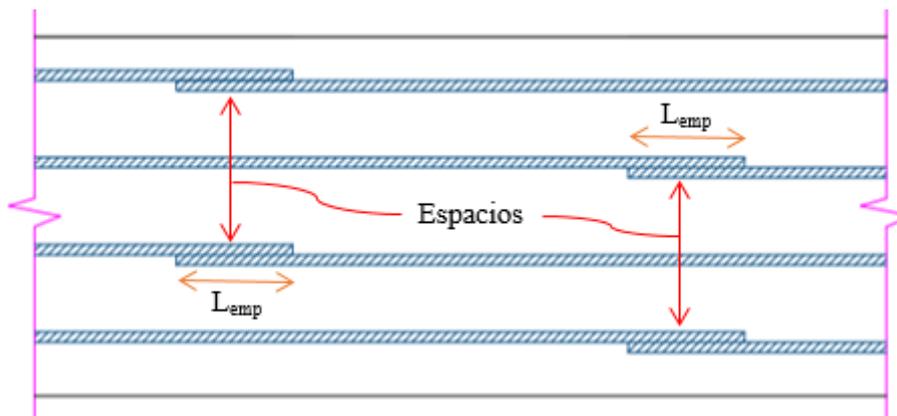
Tabla 12: Empalmes por traslape para barras de acero en compresión. (Elaborado con base a NTP E.060 2009)

Empalmes por traslape para barras de acero en compresión		
fy del acero de refuerzo fy (kg/cm ²)	Longitud de empalme (Lemp)	
	f'c = 210kg/cm ²	f'c < 210kg/cm ²
≤ 4200	0.0071fydb ≥ 30cm	Incrementar en un 33% la longitud de empalme
≥ 4200	(0.013fy - 24)db ≥ 30cm	

Para columnas con barras de acero de refuerzo desalineadas axialmente y con empalmes escalonados, deben tenerse en cuenta las consideraciones que se muestran en la Figura 15.



(a) Empalme en columnas con barras no alineados



(b) Empalme escalonado del acero de refuerzo

Figura 15: (a) Empalme en columnas con barras no alineados, (b) Empalme escalonado del acero de refuerzo. (Elaborado con base a Harmsen 2017)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

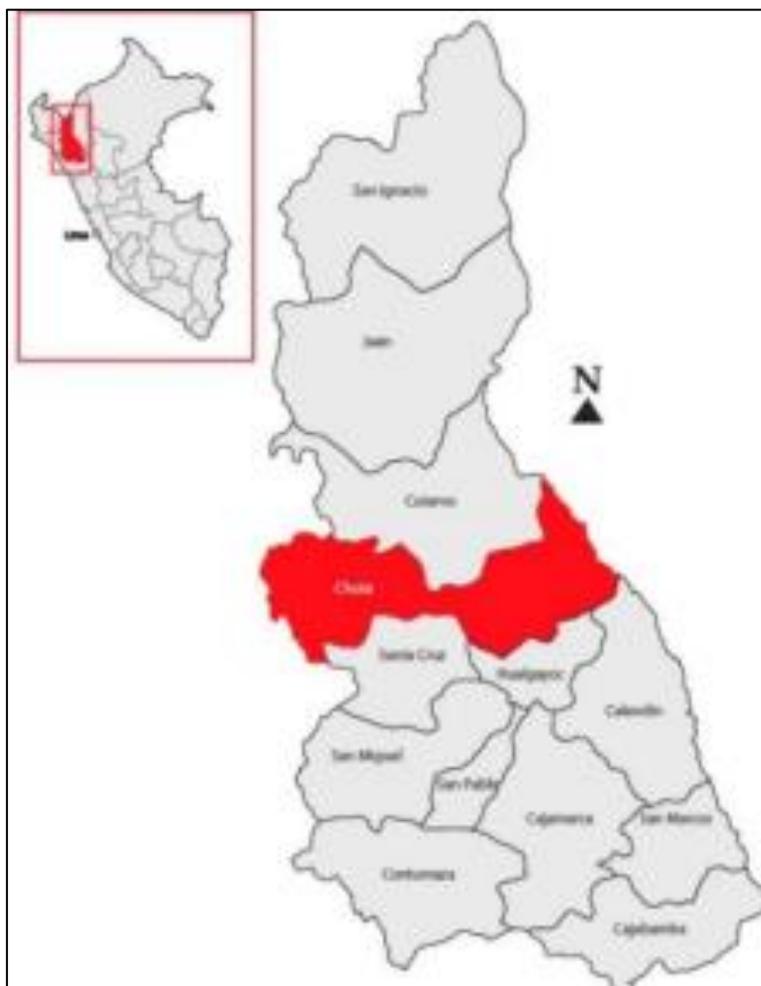
- **Concreto:** Mezcla de cemento Portland u otro cemento hidráulico, árido fino, árido grueso y agua, con o sin aditivos. (NTP E.060, 2009)
- **Concreto armado:** Concreto estructural, pretensado o no pretensado, armado con un mínimo de armadura. (NTP E.060, 2009)

- **Curado del concreto:** Proceso por el cual el concreto fabricado con cemento hidráulico madura y se endurece con el tiempo, debido a la hidratación continua del cemento, en presencia de suficiente agua y calor. (ACI, 2005)
- **Detallado del refuerzo:** El diseño de estructuras de hormigón armado no consiste únicamente en proporcionar elementos que puedan resistir de forma razonable y segura las tensiones obtenidas del análisis. El análisis y el diseño estructural detallados no son suficientes por sí solos; toda la armadura también debe detallarse adecuadamente para que toda la estructura funcione según lo previsto por el diseñador. (Ottazzi, 2015)
- **Elemento estructural de concreto armado:** Cada parte separada pero relacionada de una estructura de concreto armado que puede dividirse por el diseño. (NTP E.060, 2009)
- **Columna:** Elementos estructurales de al menos tres veces sus dimensiones laterales mínimas en altura, utilizados principalmente para resistir cargas de compresión axial. (NTP E.060, 2009).
- **Viga:** Elemento estructural que funciona principalmente a flexión. (NTP E.060, 2009)
- **Error constructivo:** Construcción incorrecta de los elementos estructurales de concreto armado.
- **Norma de concreto armado E.060:** Documento técnico que especifica los requisitos, requisitos mínimos, definiciones y nomenclatura para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto armado.
- **Proceso constructivo:** Se refiere a la serie de procesos que deben seguirse durante la construcción de un edificio para cumplir los requisitos de calificación especificados.
- **Refuerzo corrugado:** Barras de refuerzo corrugado, mallas de barras, alambre corrugado o refuerzo electrosoldado de alambre. (NTP E.060, 2009)
- **Vibrado del concreto:** Proceso de consolidación del concreto, eliminando las burbujas de aire atrapadas en la mezcla de hormigón para conseguir la máxima densidad de la mezcla y, por tanto, la máxima resistencia. (SENCICO, 2014)

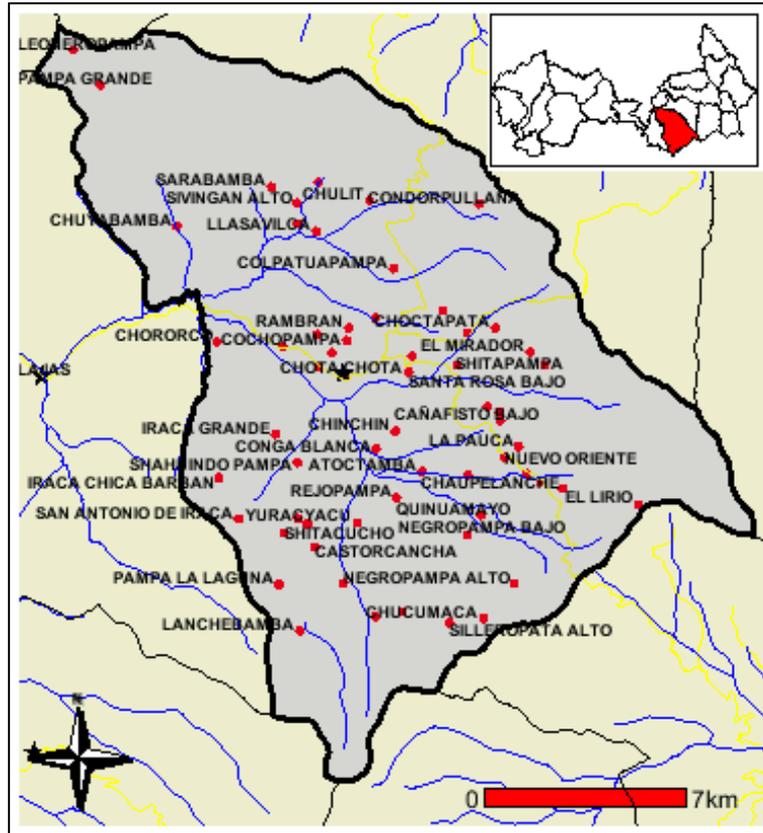
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de la investigación

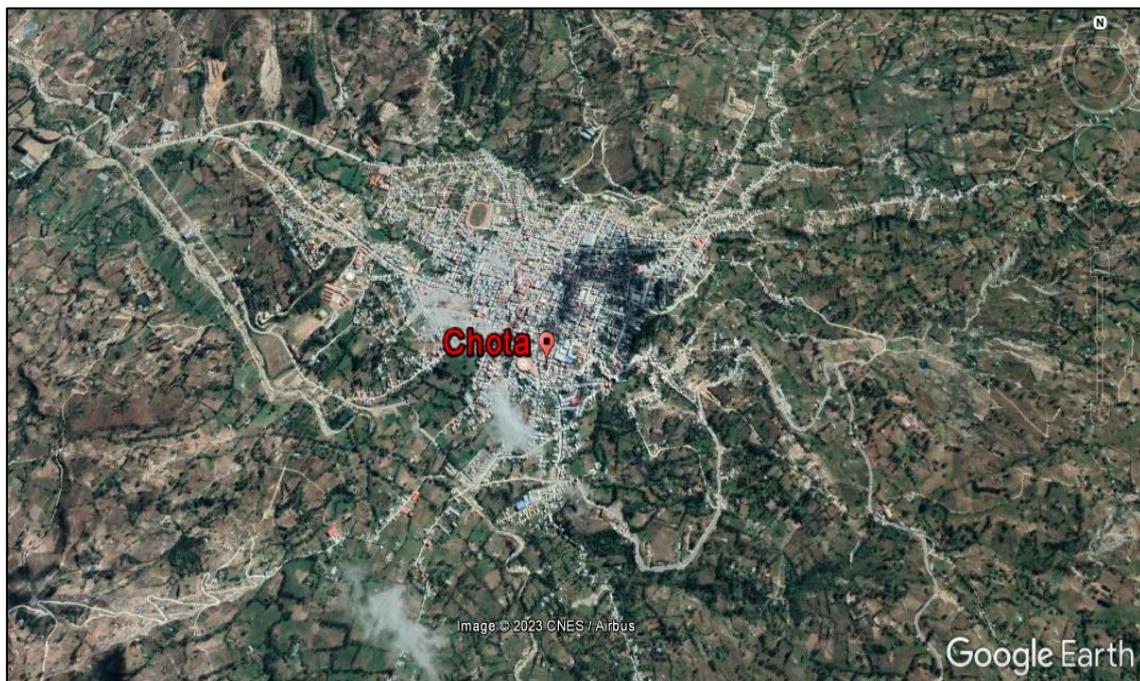
La ciudad de Chota, está ubicada en el distrito y provincia de Chota, Cajamarca, para fines de localización consideramos las coordenadas UTM: 759913 E, 9273789 N y a una altitud de 2388 m.s.n.m. se encuentra en la meseta de Acunta a 150 Km al norte de Cajamarca y a 219 Km al este de Chiclayo, Lambayeque. De acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano la zona urbana tiene una extensión de 664.03 hectáreas en la cual existe un total de 6160 viviendas. (MPC, 2017)



*Figura 16: Localización de la provincia de Chota en Cajamarca.
(Tomado del INEI, 2017)*



*Figura 17: Localización del distrito de Chota en Chota.
(Tomado del INEI, 2017)*



*Figura 18: Localización de la ciudad de Chota.
(Google Earth, 2022)*

En la tabla13 se brinda ubicación exacta de los edificios en proceso de construcción mediante las coordenadas UTM.

Tabla 13: Ubicación geográfica de los edificios en proceso de construcción

N° de Edificio	Coordenadas	
	Este	Norte
E-01	760102.00	9274259.00
E-02	760000.00	9274105.00
E-03	760859.00	9274713.00
E-04	759766.00	9273990.00
E-05	760243.00	9274100.00
E-06	760293.00	9274222.00
E-07	759669.00	9273707.00
E-08	760082.00	9274210.00
E-09	760372.00	9273786.00
E-10	760868.00	9274737.00

3.2. Período de estudio

La investigación “Errores en el proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado en la ciudad de Chota” se realizó desde el mes de enero hasta agosto del 2022.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población de estudio

Enmarcada en los edificios de concreto armado en proceso de construcción en la ciudad de Chota. Debido a que en esta ciudad encontramos edificios que están iniciando su construcción a la fecha de la investigación y tienen un período de construcción de 8 a 9 meses.

3.3.2. Muestra

La selección de la muestra se efectuó con el muestreo no probabilístico intencional, considerando aquellas edificaciones que, consintieron la compañía en la ejecución constructiva, para la toma de datos, y está constituido únicamente por 10 edificios.

3.3.3. Unidad de análisis

Constituida por los elementos estructurales: columnas y vigas de los 10 edificios de sistema aporticado de concreto armado en proceso de construcción en la ciudad de Chota.

3.4. Materiales, técnica e instrumentos utilizados en la recolección de datos

3.4.1. Materiales

- Wincha.
- Cámara fotográfica.
- Cuaderno de campo.
- Softwares computarizados (Word, Excel, Autocad, Google Earth, etc).

3.4.2. Técnicas e Instrumentos

Técnicas:

La técnica utilizada es la observación directa, ya que, los datos recogidos son de fuente primaria (medición directa en campo).

Instrumentos:

Los instrumentos utilizados fueron planos y la ficha de evaluación del procedimiento constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado. Que a continuación se detalla:



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

N° de edificio:	Fecha de evaluación:
Ubicación:	Licencia de construcción:
Propietario:	Modalidad:
Área constr.:	Documentación:
N° de pisos:	Asesoramiento técnico:
Uso destinado:	Encargado de la construcción:

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural:

Pórtico de eje:

Esquema de columna			Esquema de viga		
Dimensiones (m)			Dimensiones (m)		
Tipo	B	H	Tipo	B	H

3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo							
Factor evaluado	Valor Permissible	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Limpieza del acero de refuerzo							
Recubrimiento (cm)							
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)							
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)							
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)							
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)							
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)							
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)							
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)							
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)							
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)							
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)							
Correcta ubicación de traslapes							
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)							
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)							
Total							

4.0 Calidad del concreto							
Factor evaluado	Valor Permissible	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Dosificación de los componentes del concreto							
Calidad del agua utilizada							
Calidad de los agregados							
TMN de agregado grueso							
Tipo de cemento							
Relacion A/C							
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)							
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)							
Tiempo de curado (Días)							
Total							

Comentarios/ Observaciones

Responsables:

Planos:

Fotografías:

3.5. Metodología de la investigación

3.5.1. Tipo de investigación

De acuerdo al problema planteado y los objetivos a desarrollar se tipifica de la siguiente manera:

La finalidad es de tipo aplicada, debido a que, se aplicó los aspectos técnicos de la NTP E.060, para determinar los factores que producen errores contractivos en la construcción de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado.

Esta investigación según su alcance es descriptiva, porque los objetivos conducen buscar información ligada a los diversos factores que producen errores constructivos durante el proceso constructivo de elemento estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado.

Según la temporalidad es transversal, pues se realizó en un tiempo definido.

De acuerdo al diseño de prueba de hipótesis es no experimental, debido a que se realiza sin que el investigador intervenga directamente.

Según el contexto donde se desarrollará es de campo, debido a que se obtuvo información durante las visitas realizadas a cada una de las construcciones.

Tabla 14: Tipificación de la investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Diseño de prueba de hipótesis	No experimental
Objetivos	Descriptiva
Temporalidad	Transversal
Contexto donde se desarrollará	Campo

3.6. Diseño de investigación

Diseño no experimental descriptivo, se evalúa la construcción de columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado, se fundamenta en los criterios constructivos de la NTP E.060, a partir de ello se determina los errores constructivos, a través de los factores que actúan en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto, las cuales se determinaran mediante la ficha de evaluación del proceso constructivo elaborado en Excel para elementos estructurales de edificios de sistema aporticado de concreto armado.

La ficha de evaluación está dividida en cuatro ítems:

El primer ítem está formado por los datos generales de la construcción, donde especifica y describe la ubicación, propietario, área construida, número de pisos, uso destinado, fecha de evaluación, si cuenta o no con licencia de construcción, modalidad, documentación, si cuenta o no con asesoramiento técnico y encargado de la construcción.

El segundo ítem identifica el sistema estructural del edificio, seguido del pórtico evaluado donde se esquematiza los elementos estructurales con sus respectivas medidas.

El tercer ítem identifica los diversos factores que generan el error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo: limpieza del acero, recubrimiento, espaciamiento entre barras longitudinales en vigas, diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas, longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en vigas, longitud de anclaje de ganchos de 90° en vigas, longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas, longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en columnas, diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - estribos, longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 135° - estribos, empalme por traslape en tracción en vigas, empalmes para barras de acero en compresión en columnas, correcta ubicación de traslapes, espaciamiento entre estribos en columnas, espaciamiento entre estribos en vigas.

El cuarto ítem identifica los diversos factores que generan el error constructivo en la calidad del concreto: dosificación de los componentes del concreto, calidad del agua utilizada, calidad de los agregados, TMN de agregado grueso, tipo de cemento, relación A/C, tiempo de mezclado de los componentes del concreto, tiempo de vibrado de la mezcla de concreto y tiempo de curado del concreto.

Como se indica en párrafos anteriores los errores en la construcción de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado está en función de los diversos factores que actúan en la habilitación e instalación del acero y la calidad del concreto, la verificación se realiza mediante los valores permisibles para cada factor, seguidamente comparamos con los valores obtenidos en campo, luego verificamos utilizando (Si: cumple, No: no cumple), el paso siguiente asignamos pesos a los valores obtenidos (Si = 1.0 ó No = 0.0), finalmente sumamos estos valores para proceder con la calificación.

La calificación nos lleva a determinar si el proceso constructivo es correcto o existe error constructivo de los elementos estructurales. Para ello se tiene lo siguiente:

- **Total (Si) > Total (No)**, proceso constructivo correcto.

- **Total (No) > Total (Si)**, existe error constructivo.

3.7. Procedimiento

3.7.1. Identificación de los edificios evaluados

Se identificó 10 edificios en construcción constituidos por sistema aporticado de concreto armado, de ello se obtuvo los planos de arquitectura y estructuras.

3.7.2. Obtención y recolección de información en campo

Para ello se realizaron visitas a cada una de las construcciones que se ubican en los diversos sectores de la ciudad de Chota, estas se realizaron con el permiso de los propietarios, quienes otorgaron toda la disposición para efectuar el estudio.

Una vez que se obtuvo los permisos en todas las construcciones involucradas en el estudio se procedió a realizar la inspección detallada del proceso de construcción que se sigue para formar columnas y vigas.

El estudio se centró en los diversos factores que actúan en la habilitación e instalación del acero y la calidad de concreto utilizado.

3.7.3. Análisis de la información

Analizamos los datos y resultados obtenidos en campo del proceso constructivo de elementos estructurales: columnas y vigas de las 10 edificaciones de sistema aporticado de concreto armado, además de la información obtenida con la ficha de evaluación del proceso constructivo, se definen dos análisis, los factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y los factores incidentes en la calidad del concreto.

3.8. Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

3.8.1. Información general de los edificios en construcción

En la tabla 15 se muestra la información general de los edificios en proceso de construcción, esta compuesta por el propietario, dirección, uso destinado, fecha de construcción, datos de la edificación como si cuenta o no con licencia de construcción, planos o documentos, asesoramiento técnico y encargado de la construcción.

Tabla 15: Información general de los edificios en construcción

N° Edif.	Propietario	Dirección	Uso destinado	Fecha de construcción	Licencia de construcción	Documentación	Asesoramiento técnico	Encargado de la construcción
E-01	Rudesindo Gonzales Linares	Jr. San Martin N°700	Comercio - Vivienda	Enero a agosto del 2022	Si	Si	No	Maestro de obra
E-02	Leopoldo Ruiz Saavedra	Jr. 30 de Agosto N° 331	Comercio - Hospedaje		Si	Si	No	
E-03	Marino Sánchez Huamuro	Av. Camino Real S/N°	Comercio - Hospedaje		Si	Si	No	
E-04	Alejandro Saavedra Guevara	Jr. Anaximandro Vega N° 236	Comercio - Hospedaje		Si	Si	No	
E-05	Jesús Arévalo Quispe	Av. Agricultura S/ N°	Vivienda		Si	Si	No	
E-06	Jorge Luis Tarrillo Vásquez	Pj. Juan XXIII N° 161-163	Comercio - Hospedaje		Si	Si	No	
E-07	Iban Bustamante Herrera	Pj. Mariscal Castilla S/N°	Vivienda		No	Si	No	
E-08	Clemente Núñez Ramírez	Jr. San Martin N° 640	Comercio - Vivienda		Si	Si	No	
E-09	Elmer Regalado Benavides	Jr. Tupac Amaru N° 680	Vivienda		No	Si	No	
E-10	Néstor Medina Guevara	Av. Camino Real S/N°	Comercio - Vivienda		No	Si	No	

3.8.2. Configuración estructural de los edificios en construcción

La tabla 16 describe la configuración estructural de los edificios estudiados, está compuesta por sistema estructural, área techada, número de plantas y número de ejes. Estos resultados obtenidos son producto de la evaluación de los planos proporcionados por los propietarios.

Tabla 16: Configuración estructural de los edificios en construcción

N° Edif.	Configuración estructural	Área Construida (m2)	N° de plantas	N° de ejes en X-X	N° de ejes en Y-Y
E-01	Sistema aporticado de concreto armado	120.0	5.0	5.0	3.0
E-02	Sistema aporticado de concreto armado	131.0	6.0	7.0	3.0
E-03	Sistema aporticado de concreto armado	105.0	5.0	5.0	3.0
E-04	Sistema aporticado de concreto armado	145.0	6.0	7.0	3.0
E-05	Sistema aporticado de concreto armado	125.0	5.0	6.0	3.0
E-06	Sistema aporticado de concreto armado	80.0	5.0	8.0	3.0
E-07	Sistema aporticado de concreto armado	92.4	5.0	5.0	3.0
E-08	Sistema aporticado de concreto armado	133.5	6.0	6.0	2.0
E-09	Sistema aporticado de concreto armado	109.5	5.0	4.0	6.0
E-10	Sistema aporticado de concreto armado	105.0	5.0	5.0	3.0

3.8.3. Factores que originan errores en el proceso constructivo de los elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios en construcción

A continuación, se presentan los resultados de tres edificios a manera de ejemplo de la obtención de los factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero y la calidad de concreto de los edificios evaluados.

3.8.3.1. Valor por factor evaluado y error constructivo en los elementos estructurales: columnas y vigas - Edificio N° 02

Siguiendo la metodología planteada, en este edificio se evaluó las columnas y vigas de los pórticos que conforman los ejes A-A, B-B, C-C, D-D y 2-2. Del cual se deducen los siguientes resultados:

En las tablas 17 y 18 se exponen de manera resumida los valores por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto respectivamente.

Seguidamente, las tablas 19 y 20 presentan la cantidad de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero y la calidad del concreto respectivamente.

Finalmente, la tabla 21 presenta el porcentaje de factores que originan error en el proceso constructivo de columnas y vigas de los pórticos que conforman la estructura.

Tabla 17: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo – Edificio N°02

Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: A-A	Eje: B-B	Eje: C-C	Eje: D-D	Eje: 2-2	Valor tomado (Moda)
Limpieza del acero	Presencia de corrosión					
Recubrimiento (cm)	3.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.5
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	2.0	2.5	2.0	2.0	2.5	2.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	9.0	9.5	9.0	9.0	10.0	9.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	15.0	18.0	18.0	18.0	16.0	18.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	20.0	21.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	20.0	20.0	25.0	25.0	20.0	20.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	7.5	7.0	7.0	7.0	7.5	7.0
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	60.0	65.0	60.0	60.0	55.0	60.0
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	50.0	45.0	50.0	45.0	50.0	50.0
Correcta ubicación de traslapes	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	No conforme					
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	No conforme					

Tabla 18: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto – Edificio N°02

Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: A-A	Eje: B-B	Eje: C-C	Eje: D-D	Eje: 2-2	Valor tomado (Moda)
Diño de mezcla	No se tiene					
Calidad del agua utilizada	Agua de río					
Calidad de los agregados	Agregado de cantera de cerro					
TMN de agregado grueso	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Tipo de cemento	Tipo I Pacasmayo					
Dosificación	1: 2: 2: 40lts	1: 2: 2: 38lts	1: 2: 2: 40lts			
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	80.0	80.0	75.0	80.0	80.0	80.0
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	12.0	15.0	12.0	12.0	15.0	12.0
Tiempo de curado (Días)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Tabla 19: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo – Edificio N°02

Error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión		X	0.0	1.0	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.5		X	0.0	1.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	2.0		X	0.0	1.0	En vigas
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5	9.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0	18.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 35.0	20.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 35.0, ø3/4": 41.0	40.0	X		1.0	0.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0, ø3/4": 30.0	20.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	X		1.0	0.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0		X	0.0	1.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0	60.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø5/8": 52.0, ø3/4": 70.0	50.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos		X	0.0	1.0	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 3@.10, 3@.15, Rto @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 3@.10, 3@.15, Rto @.20C/E.
Total					2.0	13.0	Existe error constructivo

Tabla 20: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto – Edificio N°02

Error constructivo en la calidad del concreto							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Epecif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene		X	0.0	1.0	Proporción = 1: 2: 2: 40 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río		X	0.0	1.0	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregados de cantera de cerro		X	0.0	1.0	---
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	X		1.0	0.0	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	X		1.0	0.0	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.94		X	0.0	1.0	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)	Mayor a 90 segundos	80.0		X	0.0	1.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	12.0		X	0.0	1.0	---
Tiempo de curado (Días)	Mayor a 7 días	3.0		X	0.0	1.0	Curado con agua
Total					2.00	7.00	Existe error constructivo

Calificación: (*) **Total (No) > Total (Si):** Existe error constructivo, (*) **Total (Si) > Total (No):** Proceso constructivo correcto

Tabla 21: Porcentaje de factores que originan error constructivo – Edificio N°02

Porcentaje de factores que originan error constructivo						
Componentes evaluados	Pesos		Verificación (Cumple)	Condición Constructiva	Total, de factores que intervienen	% de factores que originan error constructivo
	Si	No				
Habilitación e instalación del acero de refuerzo	2.0	13.0	No > Si	Error constructivo	15.0	86.70%
Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si		9.0	77.80%

3.8.3.2. Valor por factor evaluado y error constructivo en los elementos estructurales: columnas y vigas - Edificio N° 06

Siguiendo la metodología planteada, se evalúa las columnas y vigas de los pórticos de los ejes 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 y 6-6 que forman parte de la estructura de la edificación. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

En primer lugar, las tablas 22 y 23 presentan de manera resumida los valores por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto respectivamente.

Seguidamente, las tablas 24 y 25 detallan la cantidad de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto.

Y en la tabla 26 se muestra el porcentaje de factores que originan error en el proceso constructivo de columnas y vigas de este edificio.

Tabla 22: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°06

Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: 2-2	Eje: 3-3	Eje: 4-4	Eje: 5-5	Eje: 6-6	Valor tomado (Moda)
Limpieza del acero	Presencia de corrosión					
Recubrimiento (cm)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	9.0	10.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	7.5	7.0	7.0	7.5	7.5	7.5
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Correcta ubicación de traslapes	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	No conforme					
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	No conforme					

Tabla 23: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Edificio N°06

Valor por factor evaluado en la calidad del concreto – Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: 2-2	Eje: 3-3	Eje: 4-4	Eje: 5-5	Eje: 6-6	Valor tomado (Moda)
Diseño de mezcla	No se tiene					
Calidad del agua utilizada	Agua de río					
Calidad de los agregados	Agregado de cantera de cerro					
TMN de agregado grueso	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Tipo de cemento	Quisqueya Tipo I					
Doificación	1: 2: 2: 40lts					
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo de curado (Días)	3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

Tabla 24: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°06

Error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Limpieza del acero	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión		X	0.0	1.0	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0		X	0.0	1.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	X		1.0	0.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	10.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	18.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	25.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0, ø3/4": 41.0	42.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0, ø3/4": 30.0	30.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	X		1.0	0.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.5	X		1.0	0.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	75.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0, ø3/4": 70.0	60.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos		X	0.0	1.0	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15, Rto @.20 C/E.
Total					6.0	9.0	Existe error constructivo

Tabla 25: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto - Edificio N°06

Error constructivo en la calidad del concreto							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Epecif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene		X	0.0	1.0	Proporción = 1: 2: 2: 40 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río		X	0.0	1.0	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregados de cantera de cerro		X	0.0	1.0	---
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	X		1.0	0.0	---
Tipo de cemento	Tipo I	Quisqueya Tipo I	X		1.0	0.0	---
Relación A/C	A/C < 0.5	0.94		X	0.0	1.0	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)	Mayor a 90 segundos	120.0	X		1.0	0.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	0.0		X	0.0	1.0	---
Tiempo de curado (Días)	Mayor a 7 días	5.0		X	0.0	1.0	Curado con agua
Total					3.0	6.0	Existe error constructivo

Calificación: (*) **Total (No) > Total (Si):** Existe error constructivo, (*) **Total (Si) > Total (No):** Proceso constructivo correcto

Tabla 26: Porcentaje de factores que originan error constructivo - Edificio N°06

Porcentaje de factores que originan error constructivo						
Componentes evaluados	Pesos		Verificación (Cumple)	Condición Constructiva	Total de factores que intervienen	% de factores que originan error constructivo
	Si	No				
Habilitación e instalación del acero de refuerzo	6.0	9.0	No > Si	Error constructivo	15.0	60.00%
Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si		9.0	66.70%

3.8.3.3. Valor por factor evaluado y error constructivo en los elementos estructurales: columnas y vigas - Edificio N°08

Luego de evaluar el proceso constructivo de columnas y vigas de los pórticos de los ejes 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 y 5-5 que, conforman la estructura de este edificio. Se tiene los resultados siguientes:

En primer lugar, las tablas 27 y 28 presentan el resumen los valores por factor evaluado en la habilitación e intalacion del acero y la calidad del concreto respectivamente.

Seguidamente, las tablas 29 y 30 detallan la cantidad de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero y la calidad del concreto respectivamente.

Y, por último, la tabla 31 se presenta el porcentaje de factores que originan error en el proceso constructivo en los elementos estructurales conformantes de los pórticos principales de este edificio.

Tabla 27: Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°08

Valor por factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: 1-1	Eje: 2-2	Eje: 3-3	Eje: 4-4	Eje: 5-5	Valor tomado (Moda)
Limpieza del acero	Presencia de corrosión					
Recubrimiento (cm)	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	10.0	10.0	10.0	10.0	9.0	10.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	18.0	18.0	16.0	18.0	17.0	18.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	3.5	3.0	3.5	3.0	3.5	3.5
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	7.0	7.0	7.0	6.5	6.5	7.0
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
Correcta ubicación de traslapes	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos	Extremos
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	No conforme					
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	No conforme					

Tabla 28: Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Edificio N°08

Valor por factor evaluado en la calidad del concreto - Datos de campo						
Factor evaluado	Eje: 1-1	Eje: 2-2	Eje: 3-3	Eje: 4-4	Eje: 5-5	Valor tomado (moda)
Diseño de mezcla	No se tiene					
Calidad del agua utilizada	Agua de río					
Calidad de los agregados	Agregado de cantera de cerro					
TMN de agregado grueso	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Tipo de cemento	Tipo I Pacasmayo					
Doificación	1: 2: 2: 36lts					
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Tiempo de curado (Días)	3.0	4.0	4.0	4.0	3.0	4.0

Tabla 29: Determinación del error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo - Edificio N°08

Error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Limpieza del acero	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión		X	0.0	1.0	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.5		X	0.0	1.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0		X	0.0	1.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	10.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	18.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	20.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø 1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	50.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	25.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.5		X	0.0	1.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0		X	0.0	1.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	70.0		X	0.0	1.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	55.0	X		1.0	0.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos		X	0.0	1.0	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 1@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme		X	0.0	1.0	ø3/8": 5@.10, 3@.15, Rto @.25 C/E.
Total					3.0	12.0	Existe error constructivo

Tabla 30: Determinación del error constructivo en la calidad del concreto - Edificio N°08

Error constructivo en la calidad del concreto							
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Epecif. Técnicas)	Datos de campo	Verificación (Cumple)		Pesos de calificación		Comentarios
			Si	No	Si = (1)	No = (1)	
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene		X	0.0	1.0	Proporción = 1: 2: 2: 36 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río		X	0.0	1.0	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregados de cantera de cerro		X	0.0	1.0	---
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	X		1.0	0.0	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	X		1.0	0.0	---
Relación A/C	A/C < 0.5	0.85		X	0.0	1.0	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes (Seg.)	Mayor a 90 segundos	80.0		X	0.0	1.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0		X	0.0	1.0	---
Tiempo de curado (Días)	Mayor a 7 días	4.0		X	0.0	1.0	Curado con agua
Total					2.0	7.0	Existe error constructivo

Calificación: (*) **Total (No) > Total (Si):** Existe error constructivo, (*) **Total (Si) > Total (No):** Proceso constructivo correcto

Tabla 31: Porcentaje de factores que originan error constructivo - Edificio N°08

Porcentaje de factores que originan error constructivo						
Componentes evaluados	Pesos		Verificación (Cumple)	Condición Constructiva	Total, de factores que intervienen	% de factores que originan error constructivo
	Si	No				
Habilitación e instalación del acero de refuerzo	3.0	12.0	No > Si	Error constructivo	15.0	80.00%
Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si		9.0	77.80%

3.8.4. Porcentaje de factores que generan error constructivo en elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios en construcción

La tabla 32 muestra el porcentaje de factores que incurren en error constructivo en conjunto en la habilitación e instalación del acero y la calidad de concreto en los elementos estructurales: columnas y vigas por edificio estudiado.

Tabla 32: Porcentaje de factores que originan error constructivo por edificio

Porcentaje de factores que originan error constructivo por edificio								
N° Edif.	Factores evaluados	Pesos de calificación		Verificación (Cumple)	Condición Constructiva	Total, de factores que intervienen	% factores que originan error en la habilitación e instalación del acero de refuerzo	% factores que originan error en la calidad del concreto
		Si	No					
E-01	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	4.0	11.0	No > Si	Error	15.0	73.30%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-02	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	2.0	13.0	No > Si	Error	15.0	86.70%	77.80%
	Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-03	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	3.0	12.0	No > Si	Error	15.0	80.00%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-04	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	4.0	11.0	No > Si	Error	15.0	73.30%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-05	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	4.0	11.0	No > Si	Error	15.0	73.30%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-06	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	6.0	9.0	No > Si	Error	15.0	60.00%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-07	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	2.0	13.0	No > Si	Error	15.0	86.70%	77.80%
	Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-08	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	3.0	12.0	No > Si	Error	15.0	80.00%	77.80%
	Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-09	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	3.0	12.0	No > Si	Error	15.0	80.00%	66.70%
	Calidad del concreto	3.0	6.0	No > Si	constructivo	9.0		
E-10	Habilitación e instalación del acero de refuerzo	4.0	11.0	No > Si	Error	15.0	73.30%	77.80%
	Calidad del concreto	2.0	7.0	No > Si	constructivo	9.0		
Promedio							76.70%	71.10%

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo de elementos estructurales: columnas y vigas de los edificios de sistema aporticado de concreto armado

Para determinar que el conjunto de factores que actúan en la habilitación e instalación del acero de refuerzo incurren en error constructivo. Se realizó la comparación entre planos de construcción, especificaciones técnicas de cada edificio y la NTP E.060 con los valores obtenidos del proceso constructivo.

Los factores evaluados en la habilitación e instalación del acero de refuerzo de los elementos estructurales como columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado son los siguientes:

- Limpieza del acero.
- Recubrimiento.
- Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas.
- Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas.
- Longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en vigas.
- Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas.
- Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas.
- Longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en columnas.
- Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - estribos.
- Longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 135° - estribos.
- Empalme por traslape en tracción en vigas.
- Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas.
- Correcta ubicación de traslapes.

- Espaciamiento entre estribos en columnas.
- Espaciamiento entre estribos en vigas.

En todas los edificios analizados en la ciudad de Chota no hay limpieza del acero por lo que, este presenta rasgos de corrosión al ser utilizado, además, el espaciamiento entre estribos de columnas y el espaciamiento entre estribos no es conforme a lo que, indica la norma E.060 (MVCS, 2009), es decir muchas veces se distribuyen homogéneamente sin tomar en cuenta que, las rótulas plásticas se dan en los extremos de los elementos estructurales, y es donde los estribos deberían estar más cerca que, en el centro de las columnas y vigas; así mismo, la correcta ubicación de traslape se da en los dos tercios centrales. Por tanto, estos son errores constructivos que, repercutirán en la calidad de la estructura. Phan et al. (2022) indica que, la mala calidad de los materiales de entrada genera errores en edificios de concreto armado, Biswas et al. (2020) determinaron que, la corrosión no uniforme de las barras de acero provocó una disminución significativa de la ductilidad y la capacidad de carga de las vigas de concreto armado, tal como, Tang et al. (2020) quienes determinaron que, a largo plazo las barras corroídas necesitan ser reforzadas para cumplir con su capacidad de diseño, así mismo, Chiriboga et al., (2022) argumenta que, la corrosión en las varillas de acero lleva a una pérdida de las propiedades mecánicas porque, provoca la reducción de la sección geométrica, no obstante, mientras la corrosión no sea extendida o generalizada podría incluso ser beneficioso para el concreto, sin embargo, es preferible no correr riesgo y controlar la erosión con tratamientos de prevención en varillas de acero.

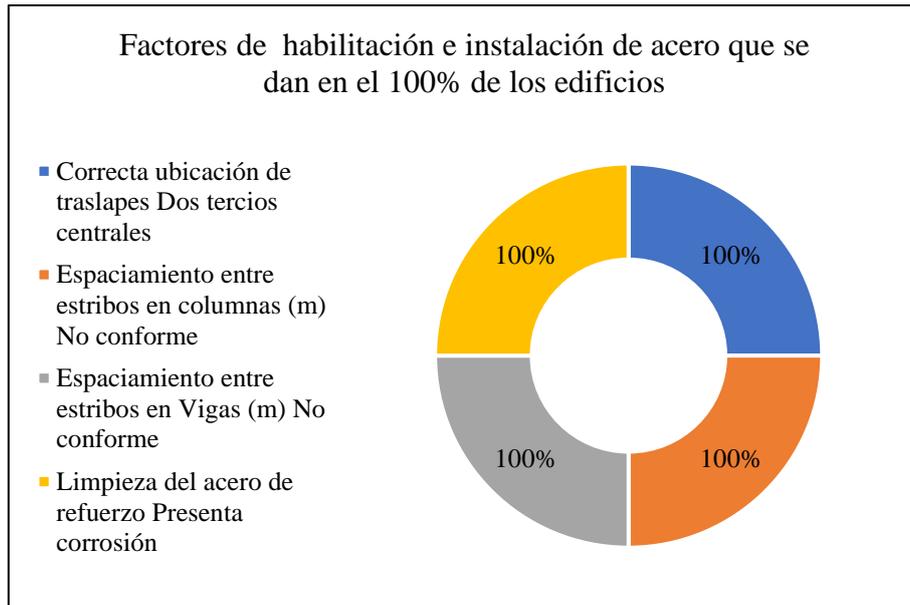


Figura 19: Factores de habilitación e instalación de acero que, se dan en el 100% de los edificios

El 50% de las edificaciones analizadas en la ciudad de Chota, tuvieron 3 cm de recubrimiento del acero en los elementos estructurales, mientras que, en el 30% de las edificaciones el recubrimiento fue 3.5 cm, tan solo en el 10% de las edificaciones el recubrimiento era de 2.5 cm o 4 cm, siendo los dos extremos, donde las edificaciones con 4 cm de recubrimiento cumplen con las especificaciones técnicas generales de la construcción para elementos estructurales (vigas y columnas), mientras que, las edificaciones con 2.5 cm de recubrimiento representan el menor recubrimiento posible en la construcción estructural, siendo un error sustancial, por lo que, el 90% de las edificaciones no cumplen con el recubrimiento del acero, esto puede incluso llevar al colapso de una estructura, puesto que, solo habrán elementos resistentes a flexión y no a compresión, por lo que, el material combinado no cumplirá con sus objetivos de diseño tal como, argumenta Uguru et al. (2022).

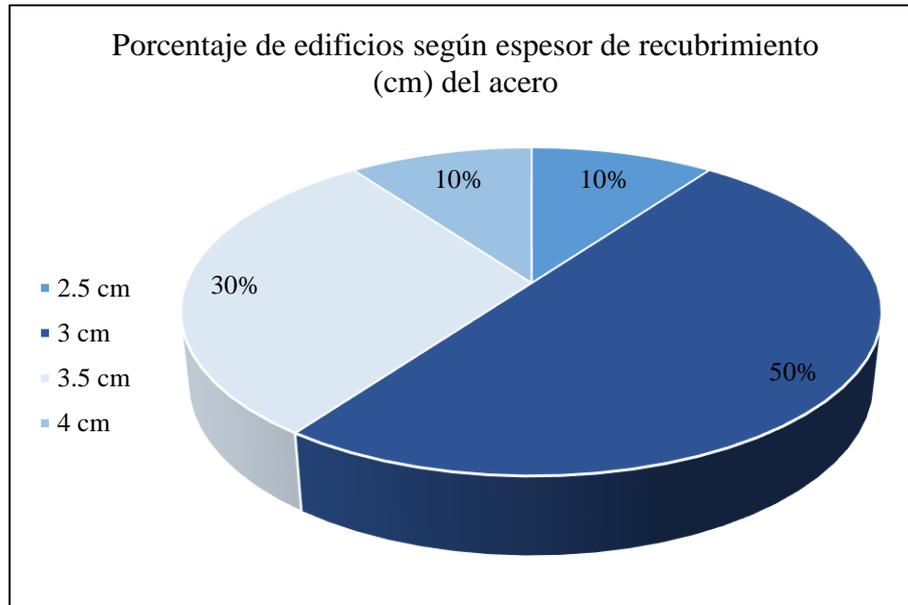


Figura 20: Porcentaje de edificios según espesor de recubrimiento del acero

El 50% de las edificaciones en construcción en Chota tenían 4 cm de espaciamiento entre barras longitudinales en vigas, el 30% tenía 2 cm y el 20% tenía 4.5 cm, por tanto, solamente el 30% de las construcciones incumplían la recomendación de que, el espaciamiento entre barras longitudinales en vigas sea superior a 2.5 cm, siendo así este es un error de utilización, tal como, argumenta Hernández (2014), por lo que, Nienhuys (2010) también lo detalla como una de las fallas en la colocación e instalación de acero en elementos estructurales.

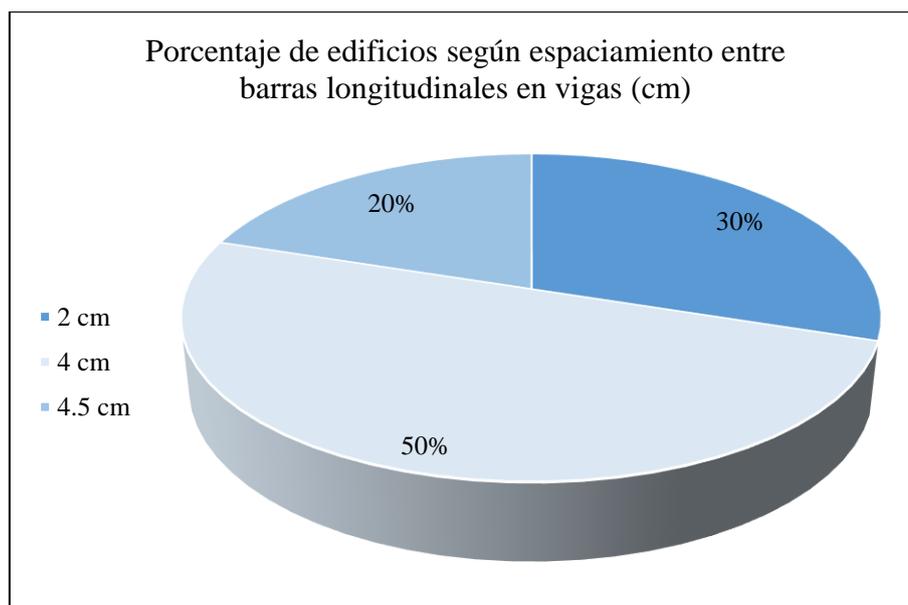


Figura 21: Porcentaje de edificios según espaciamiento entre barras longitudinales en vigas

El 40% de las edificaciones en construcción tenían 9 cm o 10 cm de diámetro mínimo de doblado para gancho de 90° en vigas, y el 10% de las edificaciones tenían 7.5 o 8 cm, siendo así, cuando el acero es de 5/8" el diámetro mínimo es 9.5 cm y cuando el diámetro de barra es 3/4" es 11.5 cm, correspondientemente, según especificaciones técnicas normativas, siendo así, se ha identificado que, el 60% de las edificaciones en construcción en Chota no cumplen con tal estándar, siendo este un factor de error en el proceso constructivo de elementos estructurales, siendo así, Fernandez y Fiesto (2022) argumentan que, en una obra civil se debe cumplir con las especificaciones técnicas para tener una buena intervención que, permita lograr un proyecto de calidad, en tal caso, mencionan que, si no se tiene un adecuado diámetro de doblado, el acero no cumplirá su función de diseño en vigas, puesto que, el gancho no cerrará completamente, ante tal caso, recomienda aplicar herramientas de control durante el proceso de construcción.

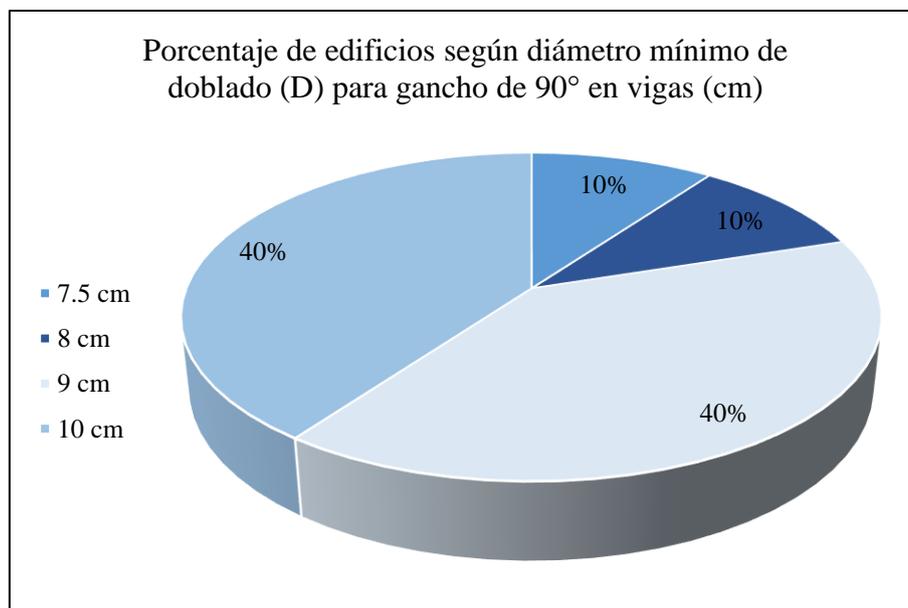


Figura 22: Porcentaje de edificios según diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas

En el 50% de las edificaciones en construcción la longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en vigas era de 18 cm, mientras que, en el 20% la longitud mínima era de 16 cm o 17 cm, mientras que, en el 10% de las edificaciones la longitud mínima era 12 cm, no obstante, en base a las especificaciones técnicas para acero de 5/8" de diámetro la longitud de gancho debería ser 19 cm, mientras que, para un diámetro de 3/4" la longitud mínima debe ser 23 cm por tanto, en el 100% de las edificaciones existe este error constructivo en el que, la longitud de gancho de 90° en vigas no cumple con el mínimo dado, siendo un error recurrente, pero que,

según mencionan Fernandez y Fiesto (2022) podría generar graves problemas a la estructura debido a que, no habría un enganche en los elementos estructurales, siendo así, es conveniente tener cuidado en este aspecto y plantear las longitudes adecuadas para no tener problemas posteriores que, afecten el desempeño estructural de la edificación.

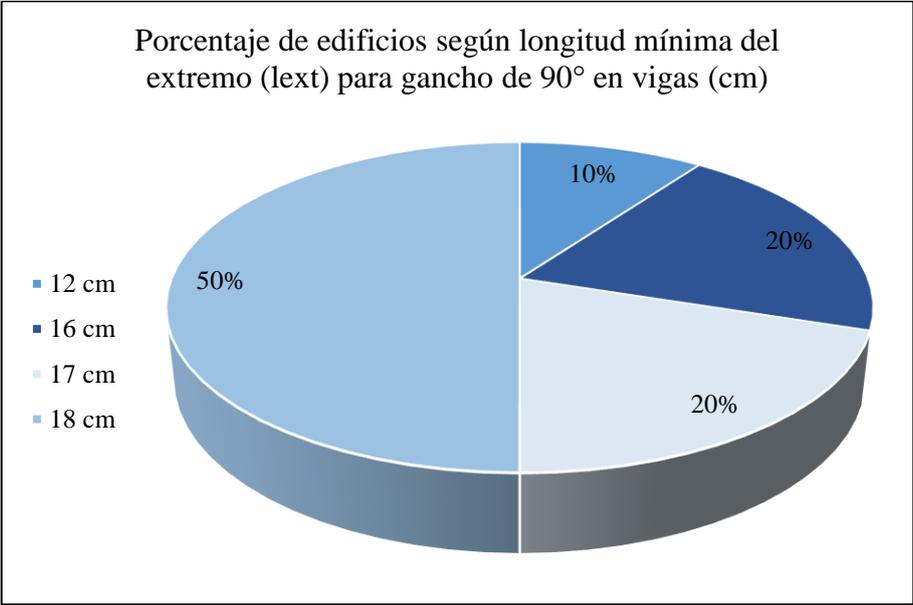


Figura 23: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (l_{Ext}) para gancho de 90° en vigas

El 40% de las edificaciones tenían longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas de 20 cm, el 20% tenían 21 cm o 25 cm, y el 10% tenían 30 cm o 70 cm, siendo así, el estándar técnico es que, las barras de acero de 5/8” y 3/4” presenten correspondientemente 31 y 41 cm, por tanto, únicamente una sola edificación (10%) cumplía con tal criterio ya que, superaba la dimensión dada de 41 cm, con 70 cm de longitud de anclaje lo que, tampoco es lo más recomendable en construcción, ya que, según especifican Fernandez y Fiesto (2022) podría ya no haber recubrimiento para tal dimensión de gancho o superar el peralte de la viga, lo que, también generaría un fallo en la estructura, al tener mayor dimensión de acero que, de concreto, por tanto, en el 100% de las construcciones de la ciudad de Chota, existe este error en el proceso constructivo de elementos estructurales de edificaciones de concreto armado, lo que, a la larga podría generar pérdida del desempeño en la edificación, ya que, las componentes de acero no tienen un adecuado anclaje en vigas.

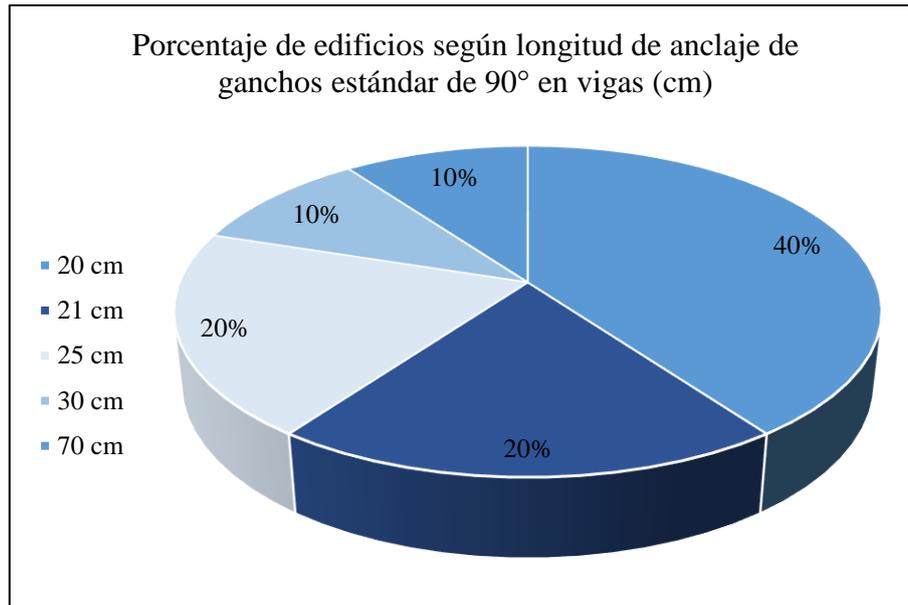


Figura 24: *Porcentaje de edificios según longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas*

El 30% de las edificaciones tenían 40 cm o 50 cm de longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas, mientras que, el 20% tenían 42 cm, y el 10% de las edificaciones tenían 20 cm o 44 cm. Considerando el estándar que, dice que, el acero de 5/8” y 3/4” correspondientemente debería tener 28 cm o 35 cm de longitud mínima de anclaje de gancho en columnas, por tanto solamente el 10% de las edificaciones incurrían en este error constructivo, lo cual es favorable, ya que, las columnas dan soporte a la estructura y si éstas no presentan un buen anclaje no cumplirían su función de diseño que, es transmitir las cargas a la cimentación, por tanto, Huansha (2020) argumenta que, es pertinente reforzar las uniones viga – columna en las construcciones, pero también es importante que, los elementos verticales columnas presenten un buen anclaje al cimiento, para que, estas puedan cumplir efectivamente la función de diseño.

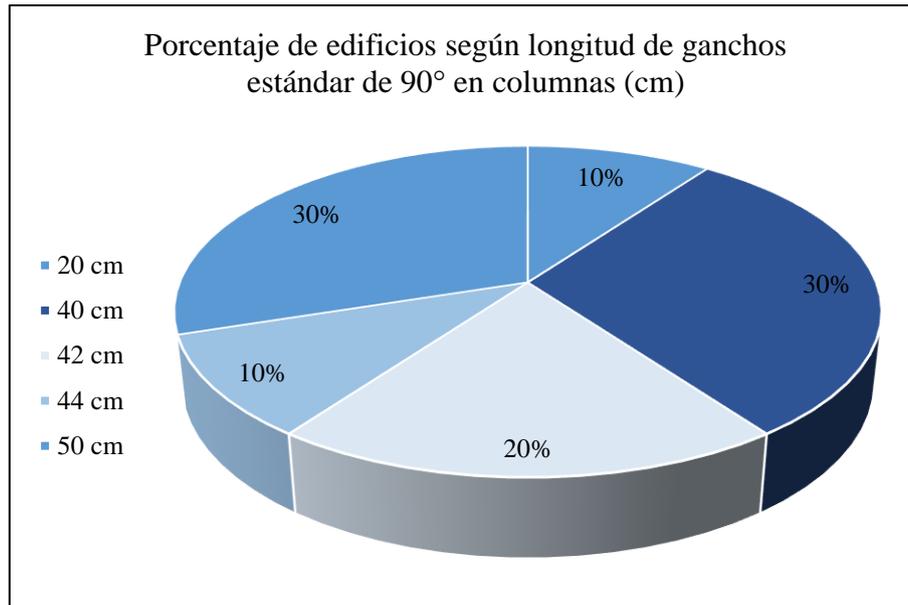


Figura 25: Porcentaje de edificios según longitud de ganchos estándar de 90° en columnas

El 50% de las edificaciones tenían una longitud mínima del extremo (lext) para gancho de 90° en columnas de 30 cm, el 20% tenían 20 cm, y el 10% tenían 25 cm o 35 cm, sin embargo, la longitud mínima del extremo para gancho en acero de 5/8” para columnas debe ser 25 cm, por tanto, solo el 30% de las edificaciones incurre en este error constructivo, lo que, significa que, los constructores tienen mayor cuidado en el desarrollo de las “columnas” que, vigas en este estándar, y que, la mayor parte de las construcciones cumplen con el criterio para longitud de gancho, lo cual es favorable, ya que, según Huansha (2020) estos elementos estructurales lejos de tener errores en longitud de anclaje deberían estar reforzadas, siendo así, es pertinente recomendar que, se tenga acompañamiento técnico durante la ejecución de la construcción de edificios de concreto armado, a fin de no incurrir en estos errores constructivos.

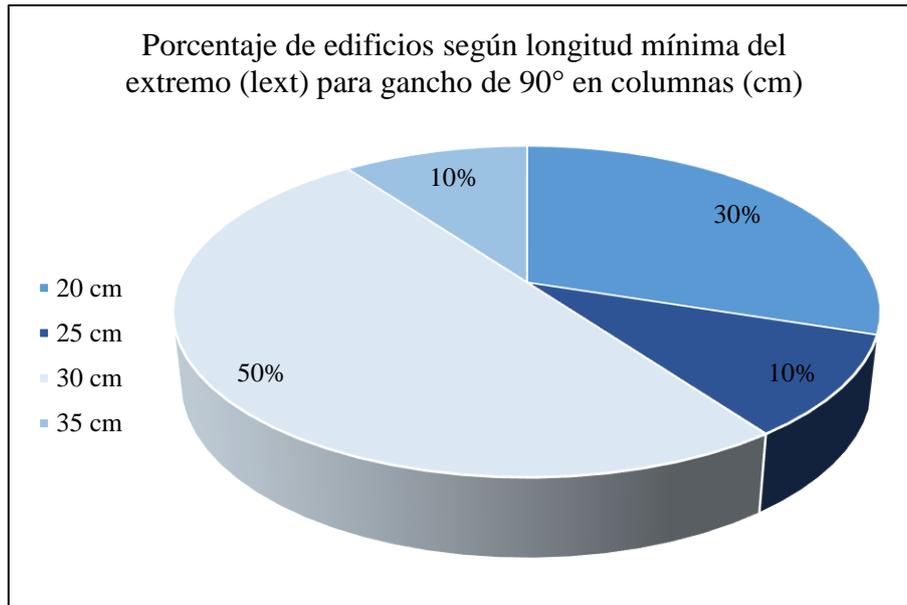


Figura 26: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en columnas

En el 40% de las edificaciones el diámetro mínimo de doblado para gancho de 135° en estribos era de 4 cm, el otro 40% era de 3.5 cm, y el 20% de las edificaciones tenían diámetro mínimo de doblado para gancho de 2 cm, siendo así, el lineamiento técnico para acero de 3/8" es que, tenga un diámetro mínimo de 4 cm, por lo que, el 60% de las edificaciones incumple este criterio y presenta diámetros mínimo de doblado en estribos menores, este error constructivo es más recurrente que, el de la longitud de anclaje en columnas, y se debe a que, los estribos al ser elementos de confinamiento de las barras, muchos maestros de obra, los consideran solamente elementos de amarre, tal como argumenta Apaza (2022) pero, los estribos ayudan a mantener en su lugar al elemento estructural, por lo que, su rol es fundamental, y da un apoyo al elemento estructural, sobre todo cuando este es distribuido adecuadamente.

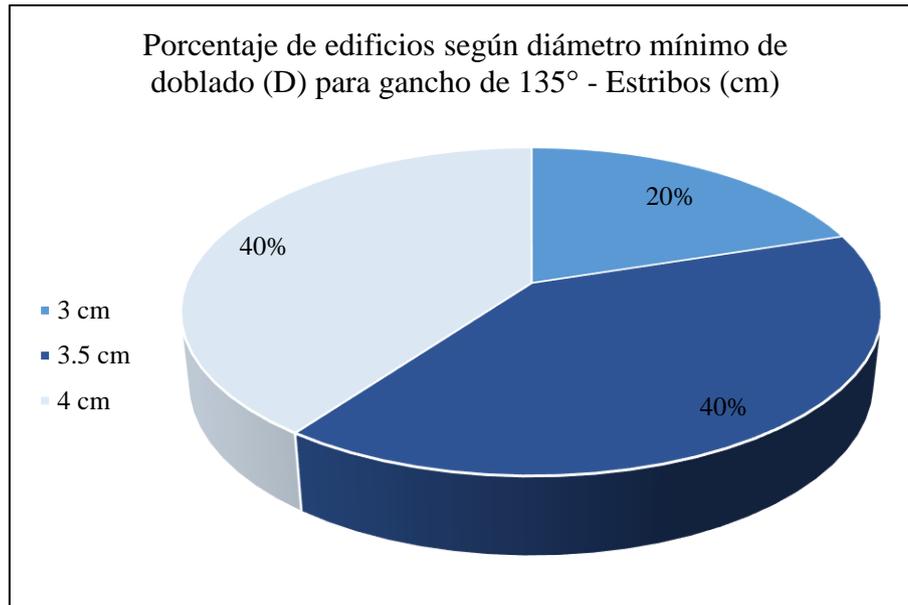


Figura 27: *Porcentaje de edificios según diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° en estribos*

El 50% de las edificaciones en construcción tenían como longitud mínima del extremo (lext) para gancho de 135° en estribos a 7 cm, el 30% a 7.5 cm, y el 20% de las edificaciones a 6 cm, siendo así el estándar es que, la longitud mínima sea 7.5 cm para acero de 3/8", por tanto el 70% de las edificaciones en construcción en la ciudad de Chota, no cumplen con la longitud mínima del extremo para gancho de 135 °C en estribos de acero de 3/8", siendo así esto puede afectar la geometría del estribo y llevar a que, el mismo no cumpla con su función de confinamiento dentro del elemento estructural (columna, viga), por lo que, según Apaza (2022) esto no debería suceder, aunque es común las fallas humanas en la producción de estribos por lo que, dicho autor recomienda generar un sistema automatizado de doblado de estribos para la habilitación y armado en edificaciones de concreto armado.

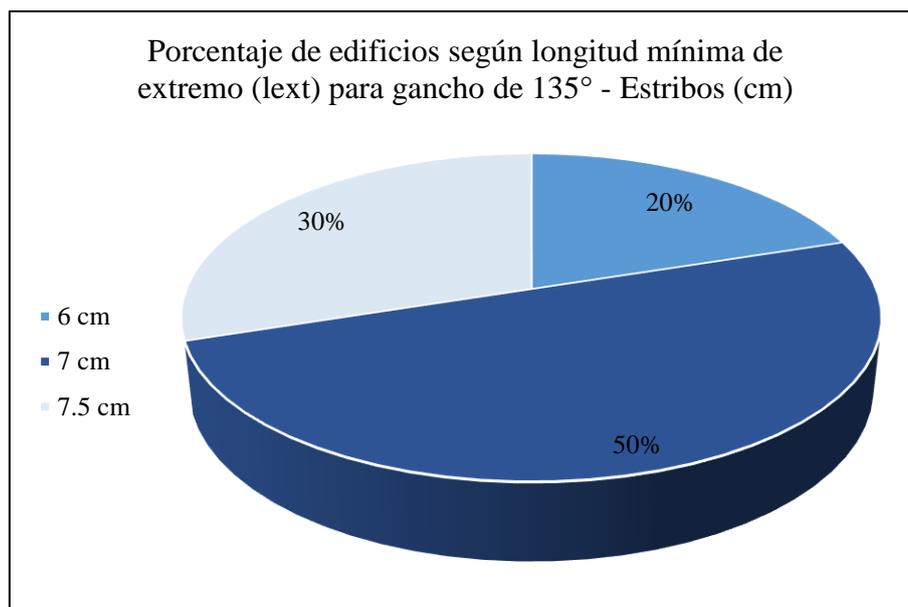


Figura 28: Porcentaje de edificios según longitud mínima del extremo (lext) para gancho de 135° en estribos

El 40% de las edificaciones tenían una dimensión de empalme por traslape en tracción en vigas de 60 cm, el 30% de las edificaciones mantenían un empalme de 70 cm, el 20% de las estructuras planteaban un empalme de 75 cm, y en el 10% de las construcciones se realizaba un empalme de 50 cm para el traslape en tracción en vigas. Siendo así, el estándar es que, para barras de acero de 5/8" el traslape sea de 80 cm, y para barras de acero de 3/4" el traslape sea 90 cm, por lo que, ninguna de las edificaciones en construcción habría cumplido tal criterio, es decir en el 100% de los edificios no se da la longitud adecuada de traslape en vigas, lo cual representa un peligro para la resistencia estructural a tracción de la viga, debido a que, esta no mantiene su rigidez y podría llegar a deflexionarse cuando este la estructura en uso sobre todo en estructuras con menor longitud de traslape. Villaroel (2022) destaca la importancia de calcular los empalmes adecuados en vigas según la dimensión de varilla, para la correcta transferencia de cargas, y cumplimiento del desempeño estructural del elemento en diseño y/o construcción.

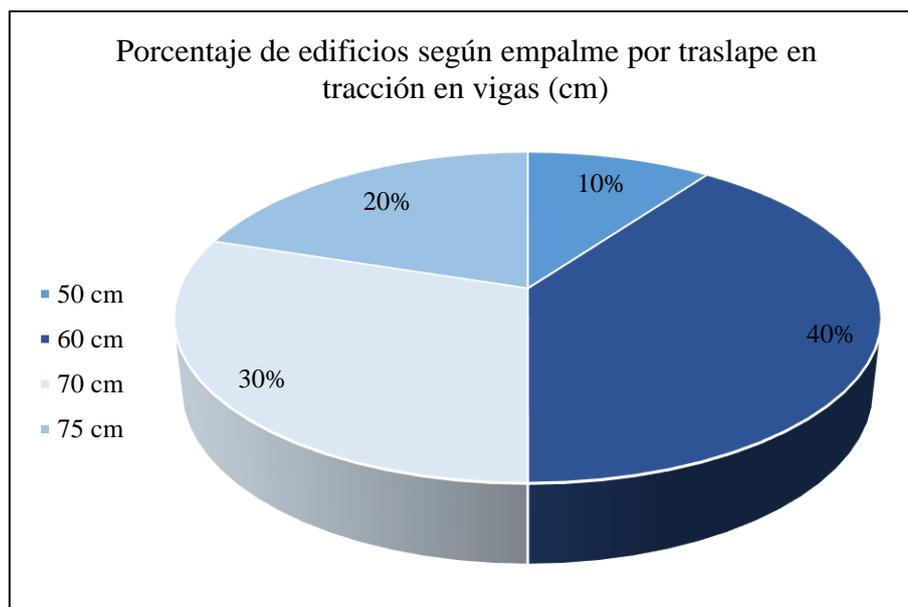


Figura 29: Porcentaje de edificios según empalme por traslape en tracción en vigas (cm)

El 40% de las edificaciones presentaban longitud de empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas de 50 cm, el 30% de las edificaciones tenían 45 cm de longitud de empalme, el 20% contaban con una longitud de empalme de 60 cm, y el 10% de las columnas eran empalmadas con un traslape de 55 cm. Generalmente, se solicita que, el empalme por traslape para barras de acero a compresión en columnas sea de 42 cm y 52 cm correspondientemente cuando el diámetro de la barra es de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{8}$ ", por tanto, en este caso, si se considera un diámetro de barra de $\frac{1}{2}$ " todas las edificaciones en construcción habrían cumplido con el criterio normativo, no obstante, se sabe que, en toda construcción existen columnas principales y secundarias por lo que, se encuentran ambos tipos de diámetros de barra, donde para las columnas cuyo diámetro de barra era $\frac{5}{8}$ " solo el 30% de las edificaciones chotanas cumplirían con el criterio de la longitud de empalme de traslape, mientras que, en el 70% de las edificaciones el traslape de la barra de acero no cumple, siendo así, este es un error constructivo común, pero que, podría generar el pandeo de la columna, e incluso su falla durante un evento sísmico, por lo que, Villaroel (2022) destaca la importancia de calcular los empalmes adecuados según diámetro de la barra de acero, a fin de tener elementos estructurales seguros, tanto en diseño como en construcción.

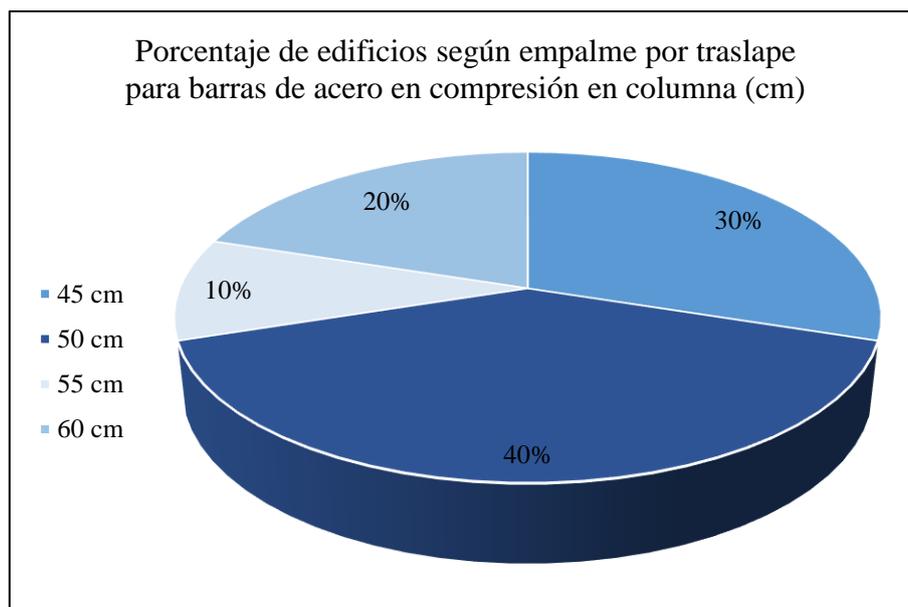


Figura 30: *Porcentaje de edificios según empalme por traslape para barras de acero en compresión en columna*

Siendo así, se ha determinado que, el 90% de los edificios en construcción no cumplen con el recubrimiento del acero (> 4 cm), el 20% no cumplen con el espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (2.5 cm), el 60% no cumplen con el diámetro para ganchos de 90° en vigas (> 9.5 cm), el 100% de los edificios no cumplen con la longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 90° en vigas (> 19 cm), el 90% no cumplen con la longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (> 31 cm), el 10% no cumplen con la longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (> 28 cm), el 30% no cumplen con la longitud mínima del extremo (l_{ext}) para ganchos de 90° en columnas (> 25 cm), el 100% no cumplen con el diámetro para ganchos de 135° (> 4 cm), el 70% de las edificaciones no cumplen con la longitud mínima del extremo (l_{ext}) para gancho de 135° en estribos (> 7.5 cm), el 100% de los edificios no cumplen con el empalme por traslape en tracción en vigas (> 80 cm), el 70% de las construcciones no cumplen con el empalme por traslape para barras de acero a compresión en columnas (> 52 cm), así mismo, en el 100% de las edificaciones el acero no está limpio debido a que, presenta corrosión, no hay una correcta ubicación de traslapes extremos, no está conforme el espaciamiento de estribos en vigas, ni en columnas. siendo estos los principales errores de la construcción en la habilitación e instalación de acero, que se deben tomar en cuenta para plantear estrategias de control, a fin de lograr una construcción segura.

Tabla 33: Resumen de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo

Factor evaluado en la habilitación e instalación del acero de refuerzo	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10
Limpieza del acero de refuerzo	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC
Recubrimiento (cm)	3	3.5	3	3.5	3	3	2.5	3.5	3	4
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	2	2	2	4.5	4	4	4	4	4.5	4
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	7.5	9	10	9	8	10	10	10	9	9
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	12	18	18	18	16	18	17	18	17	16
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	70	20	21	30	25	25	21	20	20	20
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	20	40	40	50	50	42	40	50	42	44
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	35	20	20	30	30	30	20	25	30	30
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	4	4	3.5	4	3.5	4	3.5	3.5	3	3
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	7.5	7	7.5	7	7	7.5	7	7	6	6
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	50	60	60	75	60	75	70	70	70	60
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	45	50	50	60	45	60	50	55	50	45
Correcta ubicación de traslapes	←-----				Extremos	-----→				
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Espaciamiento entre estribos en Vigas (m)	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

Nota: PC presencia de corrosión, NC no conforme.

Luego de la comparación realizada entre los valores permisibles con los obtenidos en campo del conjunto de factores que interviene en la habilitación e instalación del acero en la construcción de columnas y vigas, se determinó que porcentaje de estos factores incurren error constructivo por edificio tal como se puntualiza en la siguiente tabla:

Tabla 34: *Porcentaje de factores que originan error constructivo en la habilitación e instalación del acero de refuerzo*

N° Edif.	% factores que originan error en la habilitación e instalación del acero de refuerzo	Condición constructiva
E-01	73.30%	Error constructivo
E-02	86.70%	Error constructivo
E-03	80.00%	Error constructivo
E-04	73.30%	Error constructivo
E-05	73.70%	Error constructivo
E-06	60.00%	Error constructivo
E-07	86.70%	Error constructivo
E-08	80.00%	Error constructivo
E-09	80.00%	Error constructivo
E-10	73.30%	Error constructivo
Promedio	76.70%	Error constructivo

En la tabla 34 se ve que la media de los factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero de refuerzo incurren en error constructivo es del 76.70%. Además, de acuerdo a su condición constructiva el conjunto estructural tiene error constructivo.

4.1.2. Factores que originan error constructivo en la calidad de concreto en columnas y vigas de los edificios de sistema aporticado de concreto armado

Para determinar que el conjunto de factores que intervienen en la calidad del concreto incurre en error constructivo. Se realizó la comparación entre lo dado en los planos y la NTP E.060 con los valores obtenidos en campo.

Entre los factores evaluados en el concreto usado en la fabricación de columnas y vigas de edificios de sistema aporticado son los siguientes:

- Dosificación de los componentes del concreto.

- Calidad del agua utilizada.
- Calidad de los agregados.
- TMN de agregado grueso.
- Tipo de cemento.
- Relación A/C.
- Tiempo de mezclado de los componentes.
- Tiempo de vibrado.
- Tiempo de curado.

En el 100% de los edificios se incurre en errores constructivos que, afectan la calidad del concreto, alguno de ellos son: No se tiene diseño de mezcla, es común que, todas las edificaciones argumenten estar siendo construidas para un $f'c$ de 175 kg/cm² a 210 kg/cm², pero esto es falso ya que, no cuentan con un diseño de mezcla que, avale tal afirmación, siendo así, las estructuras son construidas con dosificaciones variables y que, luego tal como, afirma Quintana (2021) no alcanzan la resistencia esperada; así mismo, no se toma en cuenta el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado, existen recomendaciones sobre el TMN que, debe tener un agregado al ser utilizado en elementos estructurales como vigas y columnas no obstante este aspecto es de total desconocimiento por parte de los constructores chotanos, quienes colocan el TMN del agregado grueso en base a su experiencia lo que, puede conducir al revenimiento y baja resistencia de las mezclas, además de que, estas serán muy porosas, según detalla Quintana (2021). Otro aspecto a considerar no como error constructivo sino, como dato descriptivo de interés es que, el agregado con el que, se elabora las mezcla en la ciudad de Chota es traído enteramente de cantera de cerro es decir no se utilizan canteras de río, frente a ello Uriarte (2021) analizó muestras de concreto con agregados de cerro y agregado de río en la ciudad de Chota, determinando que, los agregado de cerro pocas veces cumplen con la NTP 400.037 lo que, incide en el diseño, mientras que, el concreto producido con agregados de río en todos los casos cumplió los parámetros de resistencia, no obstante, esto no quiere decir que, no se puedan utilizar los agregados de cerro, solo significa que, requieren correcciones en el diseño de mezcla para lograr concretos con las firmezas requeridas.

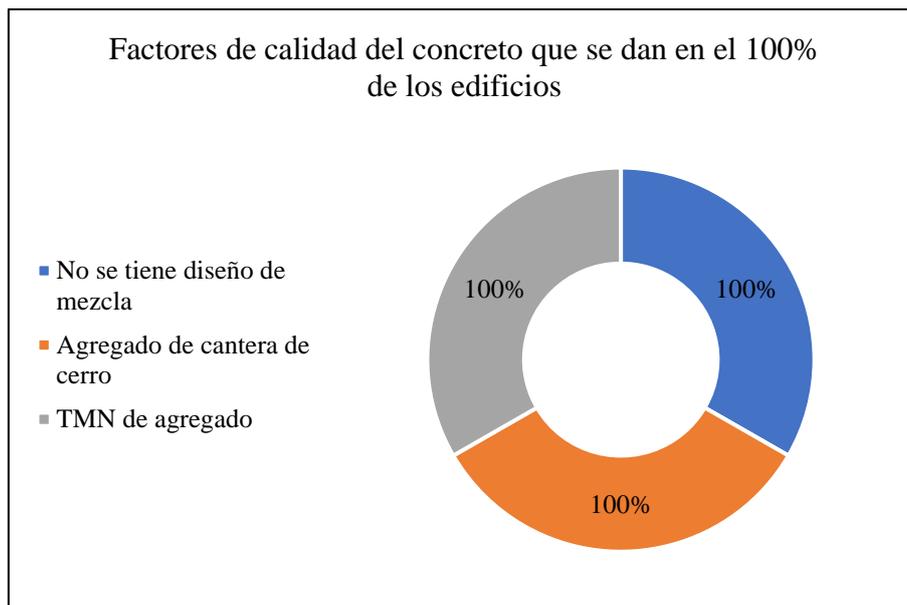


Figura 31: Factores de calidad del concreto que se dan en el 100% de los edificios

En la construcción de edificios el 20% utilizan agua potable para la producción de la mezcla de concreto, mientras que, el 80% utilizan agua de río. Las normas técnicas peruanas respecto a ello solo especifican que, el agua a utilizar no debe tener agentes contaminantes, sin embargo, es sabido que, el agua de río muchas veces está lleno de contaminantes sobre todo el agua de los ríos chotanos, así argumenta Sayaverde (2022) quien analizó la contaminación del agua del río Chotano y Doña Ana, ambos ubicados dentro de la jurisdicción de la ciudad de Chota, concluyendo que, el agua de estos ríos estaba contaminada, aún más en el punto de muestro EM2 donde incluso supera los ECAs permisibles por lo que, no se puede utilizar ni para riego ni bebida de animales. Siendo así, se debe utilizar en la construcción preferentemente agua tratada o agua fuera de los puntos de contaminación.

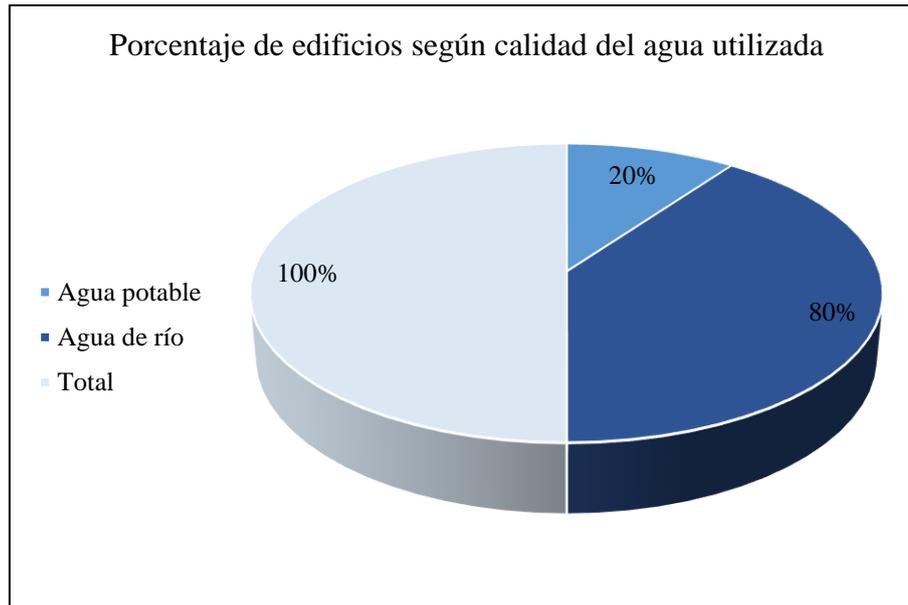


Figura 32: *Porcentaje de edificios según calidad del agua utilizada*

Durante la construcción de elementos estructurales (columnas y vigas) en la ciudad de Chota utilizan cemento tipo I predominantemente dos marcas comerciales, el 70% utilizan cemento Pacasmayo tipo I, y el 30% cemento Quisqueya tipo I, siendo así, sin importar la marca en ambos casos se cumple con las normas nacionales, que, especifican que, para uso general se sugiere el uso de cemento tipo I, tal como, es el caso. Santamaría et al. (2021) concluyeron que, la calidad del concreto se ve afectada por los agregados y el tipo de cemento, no obstante, esta diferencia va en un rango de -13.7% a 28.4%, pero en todos los casos cumplen el $F'c$ de diseño, por lo que, recomiendan que, encargados de la construcción consideren el impacto de la materia prima en el concreto, y establezcan una dosificación propia para cada proyecto.

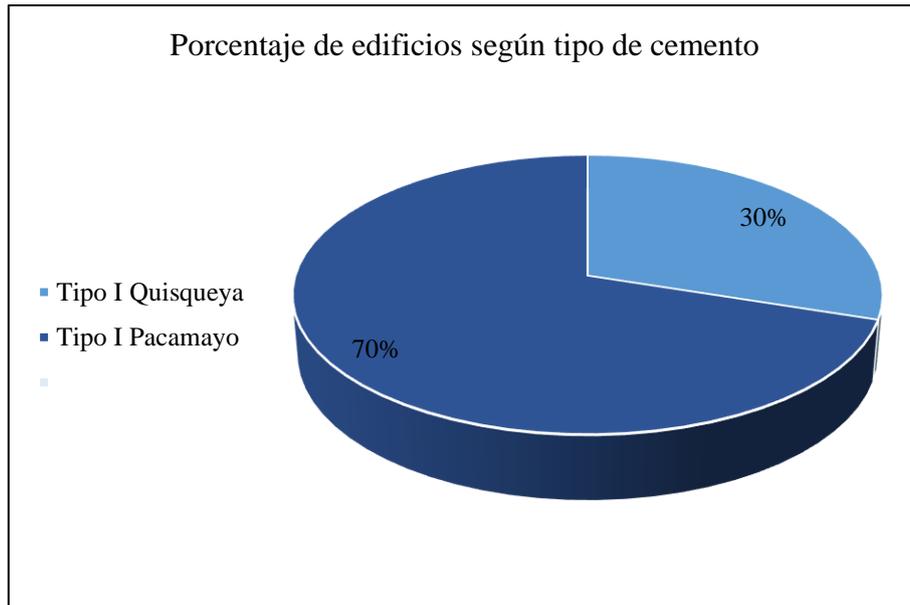


Figura 33: *Porcentaje de edificios según tipo de cemento*

Las dosificaciones de mezcla para la producción de concreto en las edificaciones de la ciudad de Chota son extremadamente variables, es decir cada construcción puede llegar a tener su propia proporción de materiales, siendo así, el 20% de las construcciones trabajan con una dosificación de 1:2:2 de cemento:AG:AF con 40 litros de agua, otras edificaciones en construcción también utilizan la dosificación 1:2:2 pero con variaciones de la cuantía de agua, con 36 litros de agua (20% de construcciones), 30 litros de agua (10% de edificaciones), 35 litros de agua (10%), dando un total de 60% de construcciones que, utilizan la dosificación 1:2:2 peso con variaciones en la cantidad de agua; siendo así el 20% y 10% de edificaciones correspondientemente, utilizan la dosificación 1:2:3 pero con variaciones en la cuantía de agua en la mezcla con 25 litros y 35 litros; así mismo, una única vivienda (10%) utiliza la dosificación 1:2.5:2.5 con 28 litros de agua. En este caso la dosificación no puede ser medida como correcta o incorrecta debido a que, no se ha probado su resistencia, sin embargo, tal como, argumenta Quintana (2021) en Chota, es común que el concreto no cumpla el $F'c$ esperado porque, no se tuvo una dosificación de diseño, sino se trabajó en base a la experiencia de la mano de obra, o según el proceso que, se daba en obra.

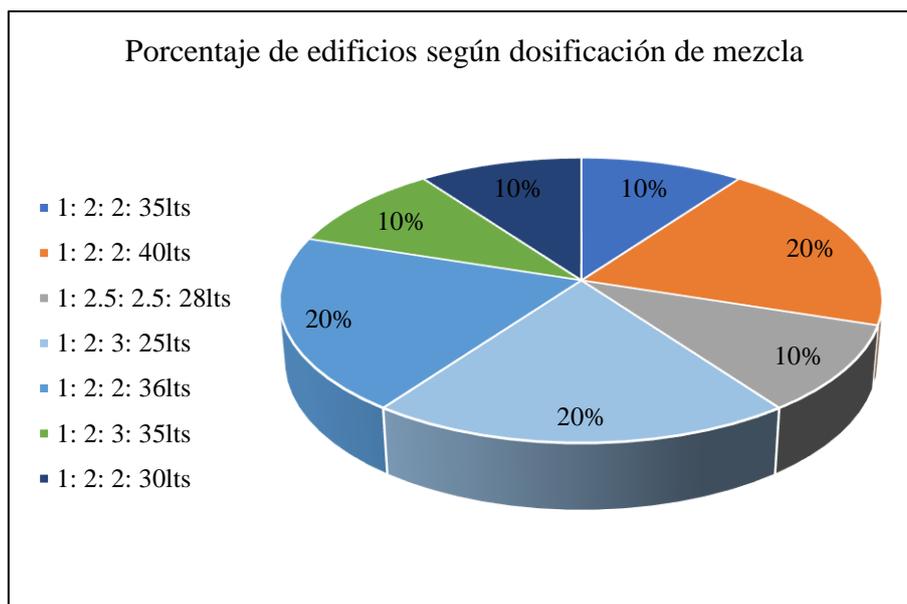


Figura 34: Porcentaje de edificios según dosificación de mezcla

Respecto al tiempo de mezcla de los componentes del concreto en el 60% de los edificios, el concreto se mezcla por 75 segundos, en el 20% se mezcla por 80 segundos y solo en el 10% se mezcla por 100 o 120 segundos. Siendo la recomendación general es que, los materiales se mezclen por al menos 90 segundos antes de su vertido en el elemento estructural, por lo que, el 80% de las edificaciones en construcción en la ciudad de Chota, no cumplen con tal criterio, lo que, podría conducir a que, la mezcla tenga mayor consistencia pero menor resistencia, tal como, Colquehuanca (2017) ha determinado que a medida que aumentaba el tiempo de mezclado, la trabajabilidad disminuía significativamente, la resistencia aumentaba y la cantidad de aire aumentaba hasta alcanzar el tiempo de fraguado, lo que coincide con estudios anteriores; en cambio, Huaman (2022) argumentó que el tiempo de mezclado debería ser de 120-150 segundos, ya que aumenta el tiempo de curado y utilizar 30-45 segundos reduciría la cantidad de aire, más en las demás propiedades no se encontraron variaciones. Las diferencias en los dos estudios se debe a la dosificación de mezcla, mientras que, Colquehuanca (2017) centra su estudio en Puno, Huaman (2022) hace lo propio en Huancayo (2022), por lo que, utilizaron agregados distintos, proporciones diferentes, y condiciones externas disímiles, lo que, explica la variabilidad de sus conclusiones, no obstante, a pesar de ello, en base a lo obtenido y discutido, se recomienda que, se tome en cuenta el tiempo de mezclado de las materias primas a fin de tener un material compuesto con buenas características en estado fresco y endurecido.

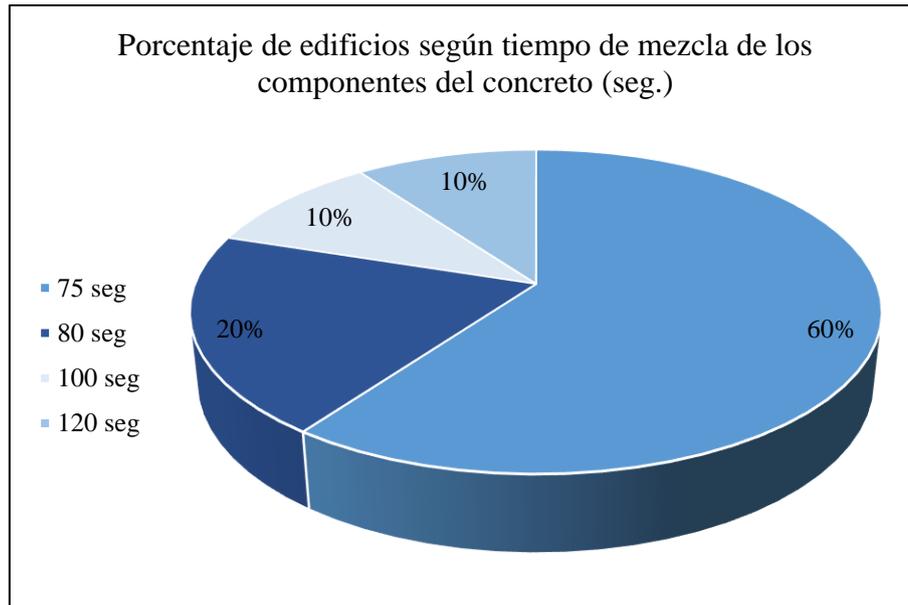


Figura 35: Porcentaje de edificios según tiempo de mezcla de los componentes del concreto

Respecto al tiempo de vibrado de la mezcla de concreto en el 50% de las construcciones era 10 segundos, en el 20% de las edificaciones era 15 segundos, y en el 10% de las edificaciones o no había de vibrado (cero segundos) o este duraba alrededor de 12 segundos. El tiempo de vibrado debe oscilar entre 14 a 20 segundos por tanto el 80% de las construcciones realizan un vibrado incorrecto con lapsos extremadamente cortos u obvian este paso a pesar de que, el vibrado permite la eliminación de burbujas de aire atrapado dando una correcta unión y compactación al concreto, así mismo, Diaz (2021) determinó que, a mayores tiempo de vibrado mayor firmeza en el concreto pero cuando este supera los 25 segundos de vibrado la resistencia decae, por lo que, argumentó que, el tiempo óptimo de vibrado era de 20 segundos, sin embargo, en ninguna de las edificaciones se tiene tal tiempo de vibrado, por lo que, es pertinente que, se de mayor valor a este aspecto, y se deje de cometer dicho error de la construcción en edificaciones de concreto armado.

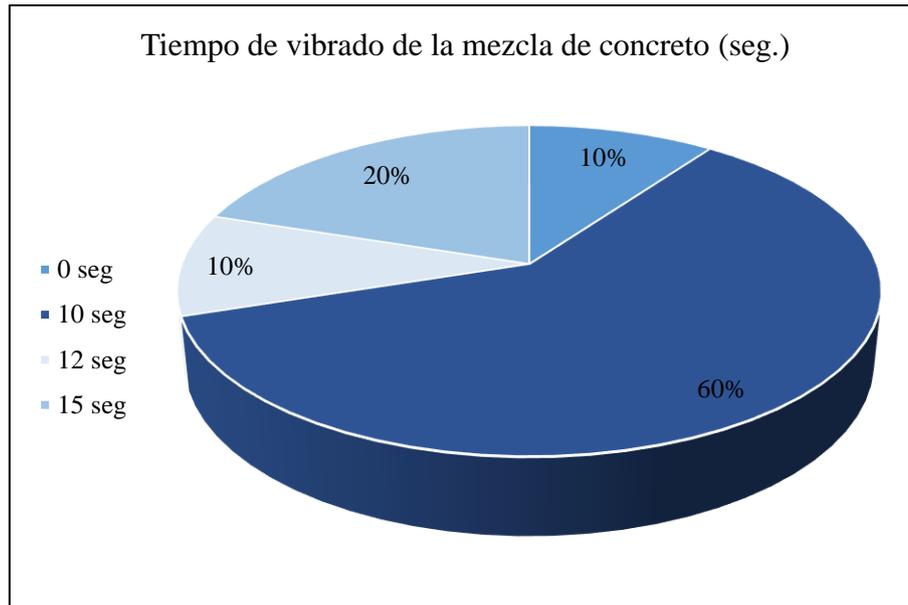


Figura 36: Porcentaje de edificios según tiempo de vibrado de la mezcla de concreto

El tiempo de curado debe ser mayor a 7 días según la norma E.060 (MVCS, 2009), pero en el 100% de los edificios tienen tiempos de curado menores, donde, el 50% de los elementos estructurales en obra son curados por 5 días, el 30% de las edificaciones se curan por 4 días, el 10% de las construcciones se curan por 1 día, y tan solo el 10% de las edificaciones se curan por 6 días, antes del desencofrado. El curado afecta directamente a la resistencia del concreto, según Medina-Sierra (2014) se requiere la aplicación de adecuadas prácticas de curado en obra, para garantizar que, el concreto de los edificios cumpla con la firmeza de diseño o la resistencia esperada, pero también arguye que, en la construcción informal la variabilidad de técnicas y los lapsos cortos de curado hacen pertinente que, sea necesario capacitar a los constructores sobre el curado de concreto, a fin de que, se cumpla lineamiento técnicos y se pueda plantear construcciones más seguras y con mayor desempeño estructural.

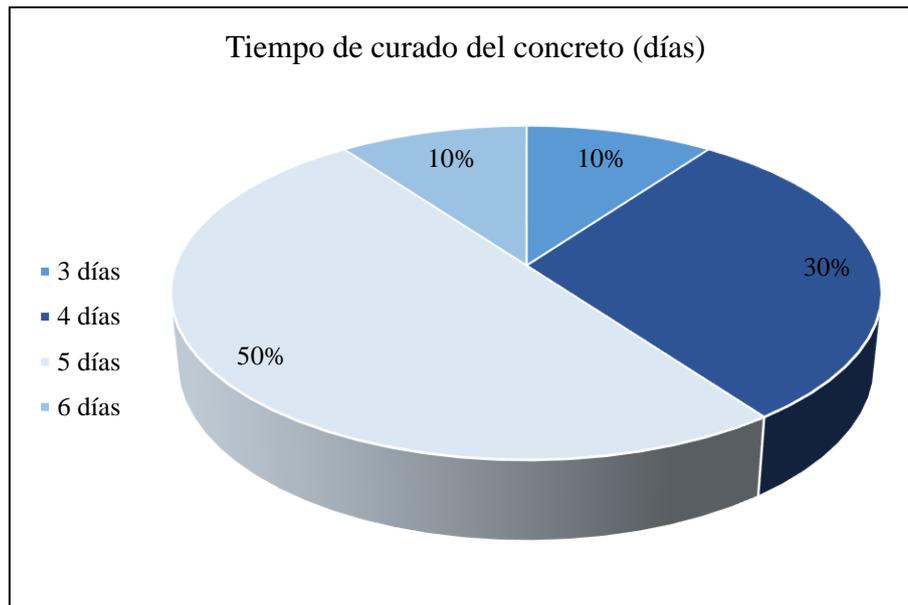


Figura 37: Porcentaje de edificios según tiempo de curado del concreto

El 100% de los edificios incurren en el error constructivo de contar con un diseño de mezcla por lo que, existe variabilidad en las dosificaciones siendo la más recurrente (60% de construcciones) 1:2:2 de cemento: AG: AF con variabilidad en el contenido de agua, agregado de cantera de cerro (100% de las construcciones), con TMN ½” (100% de las edificaciones), cemento tipo I de la marca Pacasmayo (70% de los edificios), agua de río (80% de las edificaciones). Otro de los errores constructivos recurrentes que, afectan la calidad del concreto son el tiempo de mezcla de los componentes del concreto que, es menor al que, se debería realizar en obra (mayor a 90 segundos), siendo así el 80% de las edificaciones en construcción utilizan concreto mezclado por menos de 80 segundos, también el tiempo de vibrado de la mezcla de concreto es menor al lineamiento estándar (entre 14 a 20 segundos), donde el 80% de los edificios en construcción vibran el concreto por menos de 12 segundos o no lo vibran lo que, lleva a que, se utilice concreto con burbujas de aire puesto que, estas no son eliminadas al no haber vibrado del concreto, y no se considera un tiempo de curado apropiado del concreto, siendo en todos los casos menor a 7 días, por lo que, no se puede asegurar que, los elementos estructurales cumplan con la resistencia a compresión esperada.

Tabla 35: Resumen de factores que originan error constructivo en la calidad del concreto

Factor evaluado en la calidad del concreto	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05	E-06	E-07	E-08	E-09	E-10
Diseño de mezcla	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene	No se tiene
Calidad del agua utilizada	AP	AR	AP	AR						
Calidad de los agregados	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC	ACC
TMN de agregado grueso	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Tipo de cemento	Quisqueya	Pacasmayo	Pacasmayo	Pacasmayo	Quisqueya	Quisqueya	Pacasmayo	Pacasmayo	Pacasmayo	Pacasmayo
Dosificación	1: 2: 2: 35lts	1: 2: 2: 40lts	1: 2.5: 2.5: 28lts	1: 2: 3: 25lts	1: 2: 2: 36lts	1: 2: 2: 40lts	1: 2: 3: 35lts	1: 2: 2: 36lts	1: 2: 3: 25lts	1: 2: 2: 30lts
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	75	80	75	75	100	120	75	80	75	75
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	10	12	10	15	10	0	10	10	15	10
Tiempo de curado del concreto (Días)	5	3	5	6	4	5	5	4	5	4

Nota: AP agua potable, AR agua de río, ACC agregado de cantera de cerro, cemento tipo I.

Luego de la comparación realizada entre los valores permisibles con los obtenidos en campo del conjunto de factores que interviene en la calidad del concreto usado en la construcción de columnas y vigas, se llegó a determinar qué porcentaje de ellos incurren error constructivo por edificio tal como se ve en la tabla siguiente:

Tabla 36: *Porcentaje de factores que originan error constructivo en la calidad del concreto*

N° Edif.	% factores que originan error en la calidad del concreto	Condición constructiva
E-01	66.70%	Error constructivo
E-02	77.80%	Error constructivo
E-03	66.70%	Error constructivo
E-04	66.70%	Error constructivo
E-05	66.70%	Error constructivo
E-06	66.70%	Error constructivo
E-07	77.80%	Error constructivo
E-08	77.80%	Error constructivo
E-09	66.70%	Error constructivo
E-10	77.80%	Error constructivo
Promedio	71.10%	Error constructivo

De la tabla anterior se tiene que el porcentaje promedio de los factores que actúan en la calidad del concreto incurren en error constructivo es del 71.10%. Además, se deduce que el conjunto estructural de cada edificio tiene error constructivo.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En base a los objetivos e hipótesis; además, en virtud a los resultados alcanzados en este estudio se afirma que los errores constructivos de elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la Ciudad de Chota, se debe a un porcentaje mayor al 70.00% de factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero de refuerzo y la calidad del concreto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se ha concluido que:

- En la evaluación realizada se encontró que el 76.70% de los factores que intervienen en la habilitación e instalación del acero de refuerzo generan errores constructivos en los elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la ciudad de Chota.
- Según la evaluación realizada se determinó que el 71.10% de los factores que intervienen en la calidad del concreto originan errores constructivos en los elementos estructurales: columnas y vigas de edificios de sistema aporticado de concreto armado en la ciudad de Chota.

5.2. RECOMENDACIONES

Debido a la importancia y en virtud a los resultados alcanzados en el estudio se plantean las siguientes sugerencias:

- Que los propietarios de edificios de concreto armado deben contratar especialistas para la supervisión del proceso constructivo.
- Determinar los factores que generan errores constructivos en otros elementos estructurales que forman las edificaciones de sistema aporticado de concreto armado.
- Utilizar concreto autorreparable para reducir el costo de mantenimiento de edificios de sistema aporticado de concreto armado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, C.A. (2022). Sistema doblador de estribos de barras de acero corrugado para el armado estructural de edificios. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30933>
- Batalha, N., Rodrigues, H., & Varum, H. (2019). Seismic performance of RC precast industrial buildings—learning with the past earthquakes. *Innovative infrastructure solutions*, 4, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s41062-018-0191-y>
- Biswas, R. K., Iwanami, M., Chijiwa, N., & Uno, K. (2020). Effect of non-uniform rebar corrosion on structural performance of RC structures: A numerical and experimental investigation. *Construction and Building Materials*, 230, 116908. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116908>
- Blanco, A. (1994). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Capítulo de Ingeniería Civil. Consejo departamental Lima.
- Bredenoord, J., & Hurtado, L. M. S. (2022). Organized self-help housing in Pachacútec, Peru: Training women's groups in earthquake resistant housing construction. *World Journal of Engineering and Technology Research*, 02(01), 18-30. <https://doi.org/10.53346/wjetr.2022.2.1.0037>
- Buitrago, M., Moragues, J. J., Calderón, P. A., & Adam, J. M. (2018). Structural failures in cast-in-place reinforced concrete building structures under construction. In *Handbook of Materials Failure Analysis*, 1(1), 153-170. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101928-3.00008-2>
- Chávez, M.A., y Reátegui, R.B. (2019). Evaluación de fallas estructurales en viviendas de albañilería confinada ante evento sísmico en el Balneario de Buenos Aires Sur, Trujillo. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/38546>
- Chiriboga Chiriboga, C., Maldonado Noboa, J., & Chiriboga Zuñiga, B. (2022). Influencia de la corrosión en varillas de acero de refuerzo, y sus efectos en la resistencia estructural de edificaciones. *MQRInvestigar*, 6(4), 396–419. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12611>

- Colquehuanca, D.L. (2017). Influencia del tiempo de mezclado en la resistencia del concreto y velocidad de fraguado en concreto normal $f'c=210\text{kg/cm}$. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4457>
- Desmaison, B., Ramírez Corzo Nicolini, D., & Rivero, L. R. (2023). Building common understandings of urban inequalities to generate relevant solutions in Lima, Peru. *Environment and Urbanization*, 35(1), 1-10.
<https://doi.org/10.1177/09562478221144403>
- Diaz, E. G. (2021). Influencia del tiempo de vibrado interno en la resistencia a compresión del concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/29690>
- Fernandez, O. (2008). Aspectos a coniderar en el peritaje de estructuras afectadas por sismos. Disponible en <https://www.academia.edu/8060278/>
- Fernández, A.F., y Fiesco, V. (2022). Cronograma y presupuesto de obra para la construcción de la etapa 1 del conjunto residencial Bosques de Cipres. [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia].
<https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/47493>
- Gamarra, J; Malpica, O; Alvarez, J; Quispe, R; Torres, M. (2015). Errores en la construcción de elementos de concreto armado en Lima. Disponible en <https://dokumen.tips/engineering/errores-en-la-construccion.html>
- Garcia, M; Hincapié, V; Perez, L. (2015). Metodología para la mitigación de los errores en los procesos de construcción de proyectos de edificaciones. [Trabajo de grado, Universidad de Medellín].
- García, J.N. (2019). Evaluación de viviendas para determinar fallas estructurales, en la urbanización “San Isidro” de la ciudad de Trujillo – 2019. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte].
<https://hdl.handle.net/11537/21556>
- Getion. (2017). Capeco: Autoconstruir una vivienda resulta hasta 40% mas caro. Disponible en <https://archivo.gestion.pe/inmobiliaria/capeco- autoconstruir-vivienda-resulta-hasta-40-mas-caro-2200930>

- Grünthal, G. (1998). Escala Macrosísmica Europea (EM-98). Segunda edición. Luxembourg: Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Disponible en <https://bit.ly/35vwHOO>
- Harmsen, T. (2017). Diseño de Estructuras de Concreto Armado. 5ta edición. Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernandez, J. (2014). Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tekhne/article/download/8952/10326/>
- Huaman, E.A. (2022). El tiempo de mezclado en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto para edificaciones. [Tesis de grado, Universidad Peruana Los Andes]. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/4116>
- Huansha, G.T. (2020). Evaluación de la longitud de anclaje del acero de refuerzo en uniones viga-columna reforzadas con cartelas. [Tesis de grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4999>
- Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (2009). Manual de detallamiento para elementos de hormigón armado. Santiago, Chile.
- Laurente, C. (2018). Errores constructivos en edificaciones. Disponible en <https://es.scribd.com/presentation/357708403/Errores-Constructivos-en-Edificaciones>
- Lengua Fernández, M. (2013). Procedimientos constructivos erróneos en edificios de concreto armado [Tesis Master, Pontificia Universidad Católica].
- Love, P. E., Matthews, J., Sing, M. C., Porter, S. R., & Fang, W. (2022). State of science: Why does rework occur in construction? What are its consequences? And what can be done to mitigate its occurrence?. *Engineering.*, 1(1), 246-258. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2022.05.010>
- Masum, M., & Akbar, M. A. (2019, March). The Pacific ring of fire is working as a home country of geothermal resources in the world. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 249(1), 1-10. DOI 10.1088/1755-1315/249/1/012020

- Medina, R; Blanco, A. (2015). Manual de construcción para maestro de obra. Arequipa, Perú. Corporación Aceros Arequipa S.A.
- Medina-Sierra, W. A. (2015). Prácticas en el Curado del Concreto, Caso de Estudio Tunja. *Ingenio Magno*, 5(1), 61-71.
<http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/880>
- Mosqueira, D. (2013). Evaluación de fallas estructurales en viviendas ubicadas al margen del río Mashcon – Distrito de Cajamarca [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Municipalidad Provincial de Chota. (2017). Plan de Desarrollo Urbano-Chota. Chota
- Nilson, A. (1999). Diseño de estructuras de concreto. Duodécima edición. Bogota, Colombia. McGraw-Hill.
- Olanrewaju, A., & Lee, H. J. A. (2022a). Analysis of the poor-quality in building elements: providers' perspectives. *Frontiers in Engineering and Built Environment*, 2(2), 81-94. <https://doi.org/10.1108/FEBE-10-2021-0048>
- Olanrewaju, A. L., & Lee, A. H. J. (2022b). Investigation of the poor-quality practices on building construction sites in Malaysia. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, 14(1), 2583-2600.
<https://doi.org/10.2478/otmcj-2022-0008>
- Ottazzi, G. (2015). Apuntes del curso de concreto armado I. Decimoquinta edición. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Phan, P.T., Nguyen, P.T., Nguyen, Q.K. (2022). Assessment quality risk factors during the construction phase of the Bicons tower project. *Journal of process management and new technologies*, 10(3-4), 1-8. <https://doi.org/10.5937/jpmnt10-38615>
- Quintana, D. (2021). Evaluación del revenimiento y la resistencia del hormigón en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota. [Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
<https://hdl.handle.net/20.500.14142/200>
- Rahimi, Y., Tavakkoli-Moghaddam, R., Shojaie, S. and Cheraghi, I. (2017). Design of an innovative construction model for supply chain management by measuring agility

and cost of quality: an empirical study. *Scientia Iranica*, 24(5), 2515-2526.
10.24200/SCI.2017.4388

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). Norma E.060 - Concreto Armado. Segunda edición. Lima, Perú. Macro. Agosto.

RPP. (2017). Capeco: El 70% de viviendas en Lima son informales y vulnerables a un terremoto. Lima, Peru.

Santamaría, J. L., Adame, B., & Bermeo, C. (2021). Influencia de la calidad de los agregados y tipo de cemento en la resistencia a la compresión del hormigón dosificado al volumen. *Revista Digital Novasinergia*, 4(1), 91-101.
<https://doi.org/10.37135/ns.01.07.05>

Sayaverde, E. (2021). Determinación de la calidad de las aguas de los ríos Chotano y Doña Ana, Chota-Cajamarca. [Tesis de grado para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
<https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/238/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Schroeder, S., & Abanto Sánchez, E. (2022). Incremental production of the informal urban landscape: a typology in intermediate cities of the Peruvian coastal area. *Annual Conference Proceedings of the XXVIII International Seminar on Urban Form*. University of Strathclyde Publishing, Glasgow, pp. 526-533. ISBN 9781914241161. <https://strathprints.strath.ac.uk/80360/>

SENCICO. (2014). Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima, Perú.

Shohet, M.I. & Ciabocco, L. (2016). On-site mobile application for command, control and communication of safety and quality. *Creative Construction Conference*, 1(1), 65-71.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49337690/CCC2016_Proceedings.pdf?1475568081=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCCC2016_Proceedings_pdf.pdf&Expires=1682557849&Signature=MhXpf4qLdVdtVGRIGOXIDCqnx5Zb0EYpaz7bNX2N2noQpnnekB6PHT3aFCMrgnSnvdmRPLgjYsV94Mtu4VmsDpJ~R7YiizeKMMvpRM9KUuMOvo850Ay7eGpHmKgi9WHtN7pfE-YKPs78ZH9TSjhGNcnz6Qsb-

jw~vTwSIHIS8bX4J-C8j4dW2j7Tg9I1HHOcmBch-
CFnSPA5ZvaGxDdy4LjMaiNtUbp2DlvE1jGzvsxT3nWd2Cgmpm4kcNvM0DHq
LQBTLz8TDUOS1vbpj52USssNU~gEURlyf~vhForoUskXk6BFT27~mysca3ZU
BtCFaQZPxKH8PyQWSAxP5xjcg__&Key-Pair-
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=65

- Tang, H., Peng, J., & Zhang, J. (2020). Influence of further corrosion on structural behavior of corroded reinforced-concrete beam strengthened with steel plate using different strengthening schemes. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 34(2), 04019117. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001402](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001402)
- Tarque, N., & Pancca-Calsin, E. (2022). Building constructions characteristics and mechanical properties of confined masonry walls in San Miguel (Puno-Peru). *Journal of Building Engineering*, 45, 103540. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103540>
- Uguru, H., Akpokodje, O., & Agbi, G. G. (2022). Assessment of compressive strength variations of concrete poured in-site of residential buildings in Isoko District, Delta State, Nigeria. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 3(2), 308-324. <https://doi.org/10.46592/turkager.1128061>
- United Nations Economic Commission for Europe (2021). Share of construction in GDP. available at: <https://w3.unece.org/PXWeb/en/CountryRanking?IndicatorCode58>
- Uriarte, L. (2021). Evaluación del concreto elaborado con agregados de ríos y canteras de cerro, Chota, 2018. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/163>
- Villaroel, E. (2022). Influencia de los empalmes del acero de refuerzo en la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas, ciudad de Abancay, 2021. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/466>

ANEXOS

ANEXO 01: Resultados de la aplicación de la ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

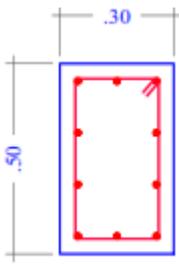
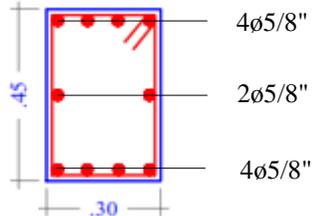
1.0 Datos generales de la construcción

N° de edificio:	01	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Jr. San Martin N° 700	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Rudesindo Gonzales Linares	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	120.0 m2	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

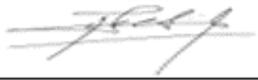
Pórtico de eje: 3-3 (Ver planos)

Esquema de columna			Esquema de viga		
 <p>10ø5/8"</p>			 <p>4ø5/8" 2ø5/8" 4ø5/8"</p>		
 Usar ø3/8" 1@.05m, 5@.10m, 4@.15m, Rto @.25 C/E			 Usar ø3/8" 1@.05m, 7@.10m, 4@.15m, Rto @.25 C/E		
Dimensiones (m)			Dimensiones (m)		
Tipo	B	H	Tipo	B	H
C-2	0.30	0.50	V-M1	0.30	0.45

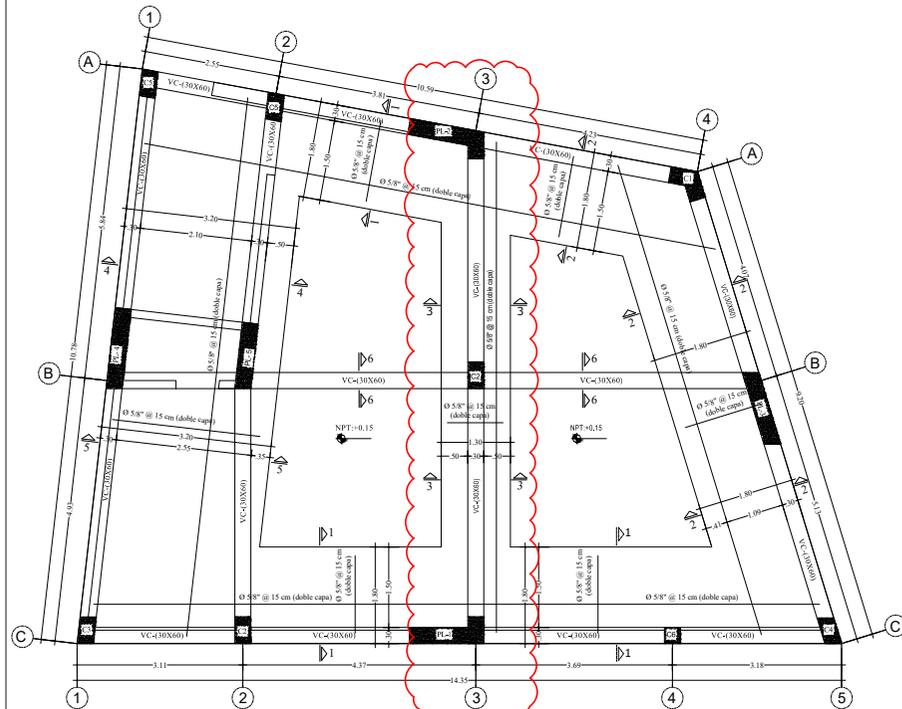
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.5	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	2.0	En vigas
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5	8.0	Barra de ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0	12.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 35.0	70.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 35.0	20.0	Barra de ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	32.0	Barra de ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0	60.0	Barra de ø5/8"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø5/8": 52.0	50.0	Barra de ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	Parte inferior del entre piso
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 5@.10, 4@.15 Rto. @.25 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 10@.10, 4@.15, Rto @.25 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 35 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua potable	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 3/4"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Quisqueya	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.83	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

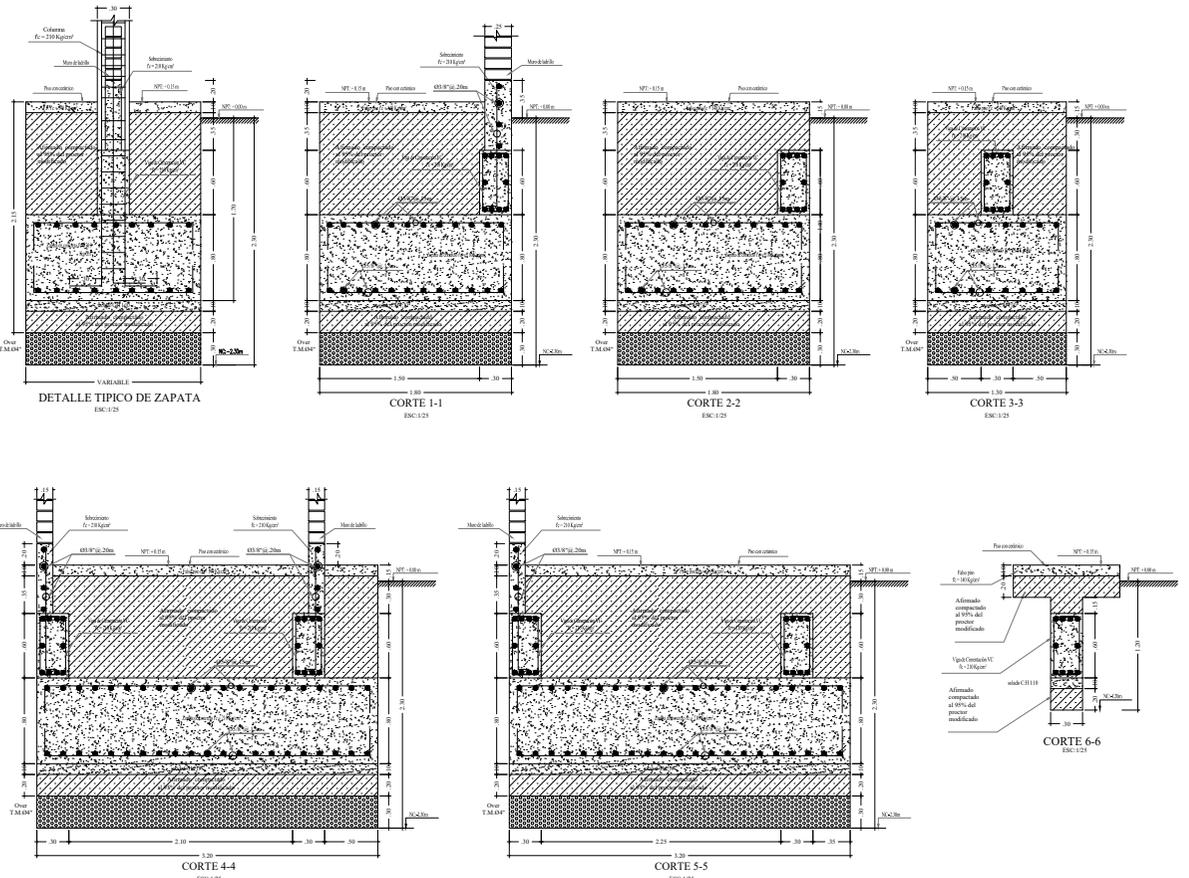
Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dilber Alberto Regalado Benavidez Tesista

Planos:



PLANTA CIMENTACIÓN
(Escala: 1/50)

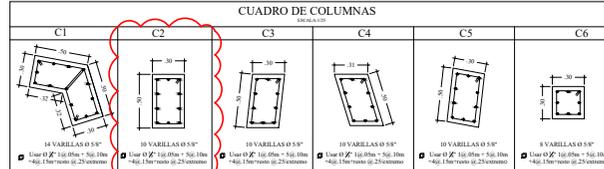
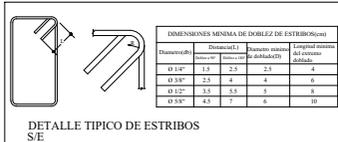
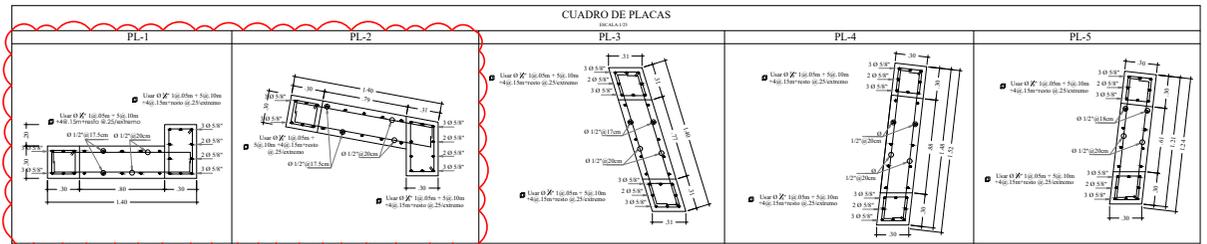


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

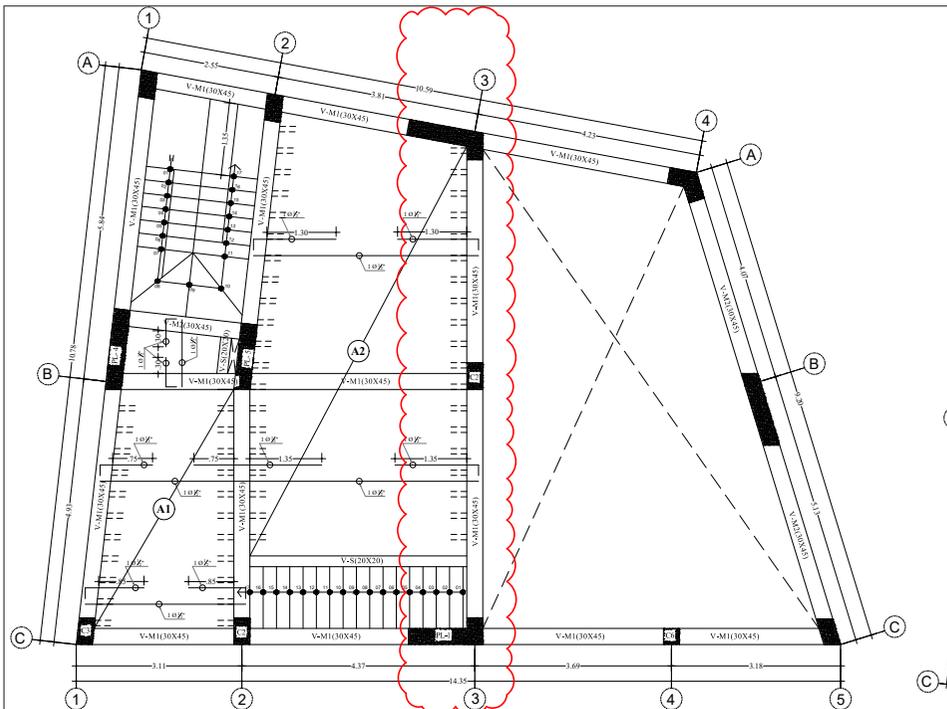
- SUELO:**
-Capacidad portante $\sigma = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$
- CONCRETO:**
-Resist. a la comp. $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (zap, viga cim.)
-Resist. a la comp. $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ (veredas)
-Tamaño máximo del agregado $\frac{1}{4}''$
- ACERO:**
-Esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
-Resistencia mínima a la tracción a la rotura $f_s = 6300 \text{ Kg/cm}^2$; grado 60
- RECUBRIMIENTO:**
-Losas : 2.5 cm
-Vigas y columnas: refuerzo longitudinal: 4 cm. estribos : 2.5 cm.
-Zapatas: 7.5 cm.
- Vigas de cimentación vaciado directamente sobre el suelo sin encofrar: 7.5 cm.

PARÁMETROS DE DISEÑO SISMICO

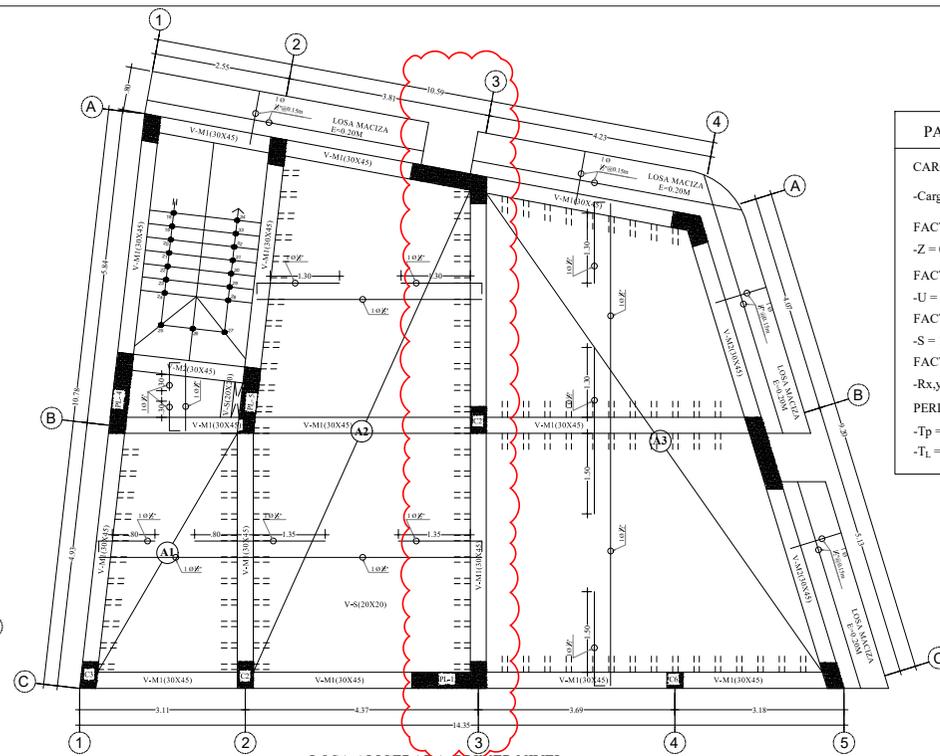
- CARGAS DE DISEÑO:**
-Carga viva vivienda (L) : 200 Kg/m²
- FACTOR DE ZONA (Z):**
-Z = 0.25 (zona 2)
- FACTOR DE USO (U):**
-U = 1.0 (edificaciones comunes)
- FACTOR DE SUELO (S):**
-S = 1.4 (suelos blandos)
- FACTOR DE REDUCCION (R):**
-R_{x,y} = 6 (Muros Estructurales)
- PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN (T_p):**
-T_p = 1.00 (suelos blandos)
-T_L = 1.60 (suelos blandos)



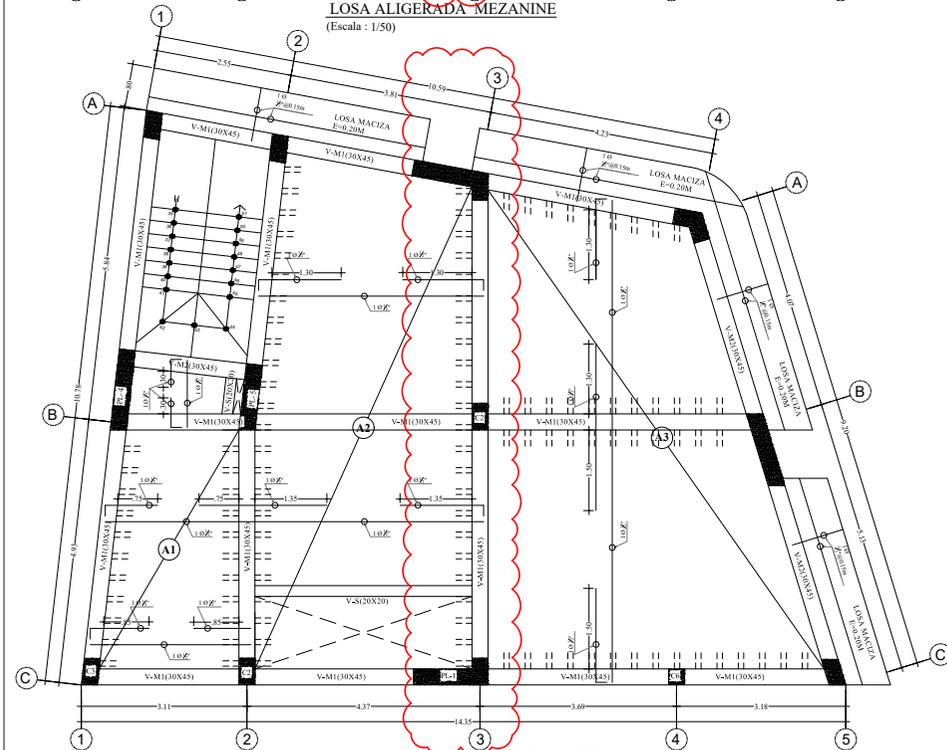
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil		LAMINA N°: E-01
	TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"		
	PLANO : CIMENTACIÓN TESISISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ		
ASESOR :		ING. MARCO MENDOZA LINARES	
		ESC: INDIC.	



LOSA ALIGERADA MEZANINE
(Escala : 1/50)

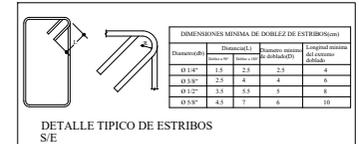
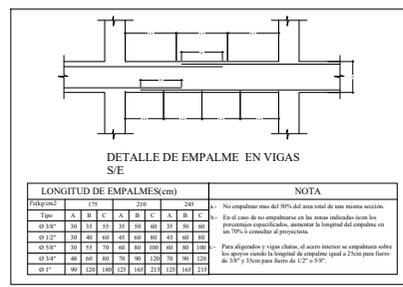


LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL
(Escala : 1/50)



LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS
(Escala : 1/50)

- PARÁMETROS DE DISEÑO SISMICO**
- CARGAS DE DISEÑO:**
- Carga viva vivienda (L) :200 Kg/m²
 - FACTOR DE ZONA (Z):**
 - Z = 0.25 (zona 2)
 - FACTOR DE USO (U):**
 - U = 1.0 (edificaciones comunes)
 - FACTOR DE SUELO (S):**
 - S = 1.4 (suelos blandos)
 - FACTOR DE REDUCCION (R):**
 - Rx,y = 6 (Muros Estructurales)
 - PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN (Tp):**
 - Tp = 1.00 (suelos blandos)
 - Tl = 1.60 (suelos blandos)



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- SUELO:**
- Capacidad portante $\sigma = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$
- CONCRETO:**
- Resist. a la comp. $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ (zap. viga cim.)
 - Resist. a la comp. $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ (veredas)
 - Tamaño máximo del agregado $\phi 3/4"$
- ACERO:**
- Esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 - Resistencia mínima a la tracción a la rotura $f_s = 6300 \text{ Kg/cm}^2$; grado 60
- RECUBRIMIENTO:**
- Losas : 2.5 cm
 - Vigas y columnas: refuerzo longitudinal: 4 cm. estribos : 2.5 cm.
 - Zapatas: 7.5 cm.
 - Vigas de cimentación vaciado directamente sobre el suelo sin encofrar: 7.5 cm.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-03**

ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°01



(a) Construcción de vigas por partes



(b) Recubrimiento en vigas



(c) Verificación del detallado del acero



(d) Separación de barras de acero en vigas



(e) Materiales de construcción



(f) Mezcla de concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

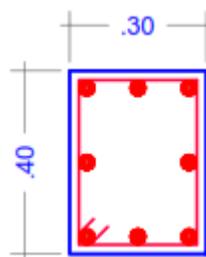
N° de edificio:	02	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Jr. 30 de Agosto N°331	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Leopoldo Ruiz Saavedra	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	131.0 m2	Documentación:	Si
N° de pisos:	6.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Hospedaje	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 2-2 (Ver planos)

Esquema de columna

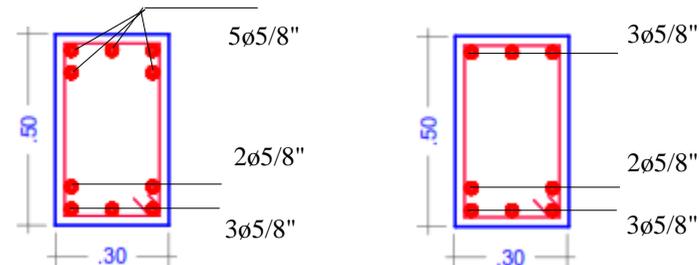


4 ϕ 5/8" + 4 ϕ 5/8"



Usar ϕ 3/8" 3@.10m, 3@.15m, Rto @.20 C/E

Esquema de viga



Sección: A-A

Sección: B-B



Usar ϕ 3/8" 3@.10m, 3@.15m, Rto @.20 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.30	0.40

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-1	0.30	0.50

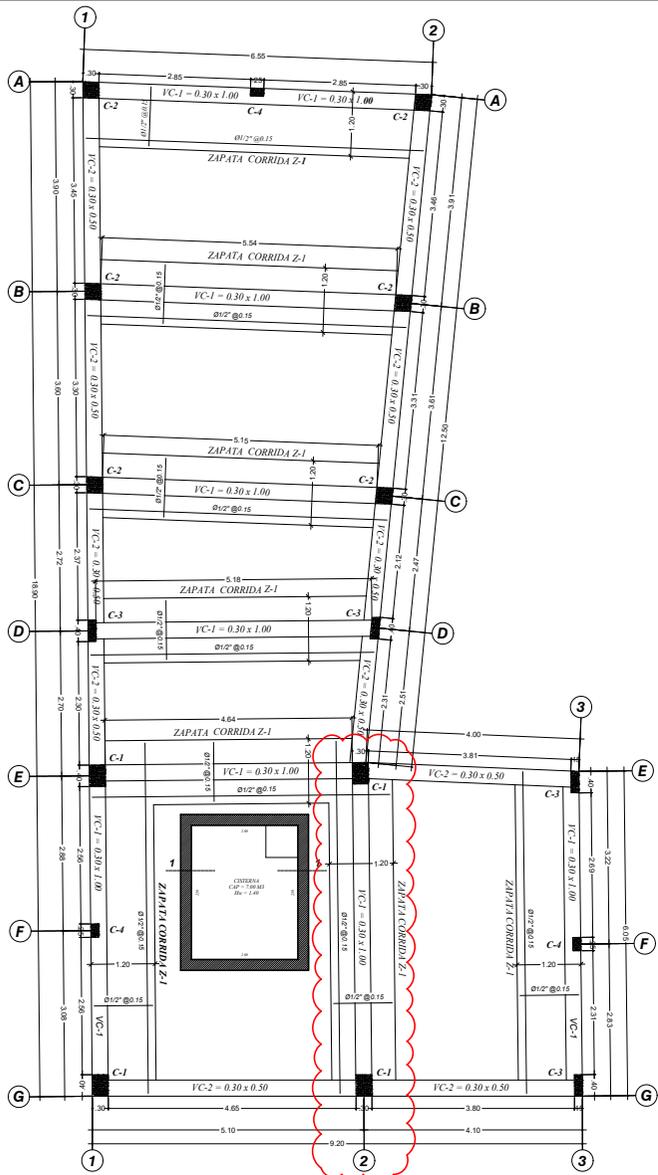
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	2.5	En vigas
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5	10.0	Barra de ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0	16.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 35.0	20.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 35.0, ø3/4": 41.0	40.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0, ø3/4": 30.0	20.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.5	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.5	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0	55.0	Barra de ø5/8"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø5/8": 52.0, ø3/4": 70.0	50.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.10, 3@.15, Rto @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.10, 3@.15, Rto @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 40 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	---
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.94	Mezcla fluida
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	80.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	15.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	3.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dilber Alberto Regalado Benavidez Tesista

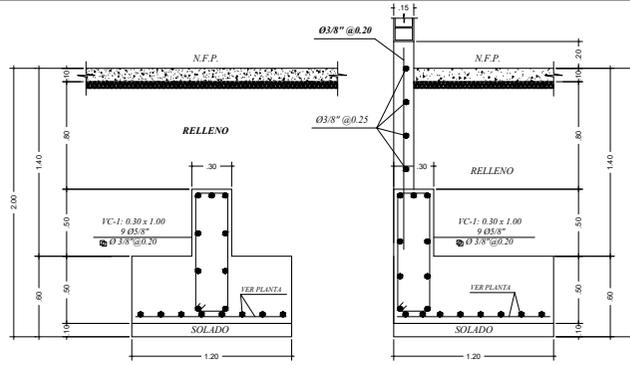
Planos:



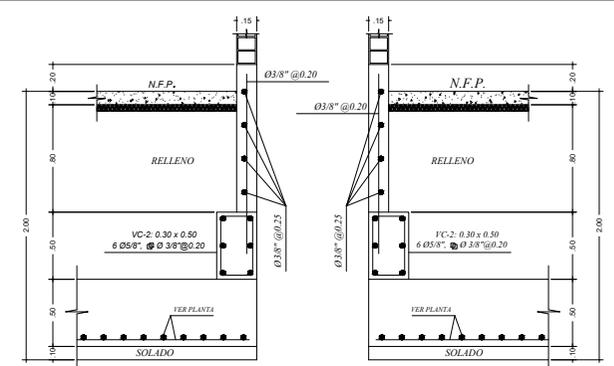
PLANTA CIMENTACION
(Escala: 1/50)

CUADRO DE COLUMNAS			
C1	C2	C3	C4
4 03.4" x 4 03.8" Ø 3.8" ESPECIFICADOS	4 03.4" x 4 03.8" Ø 3.8" ESPECIFICADOS	6 03.8" Ø 3.8" ESPECIFICADOS	4 01.2" Ø 1.2" ESPECIFICADOS

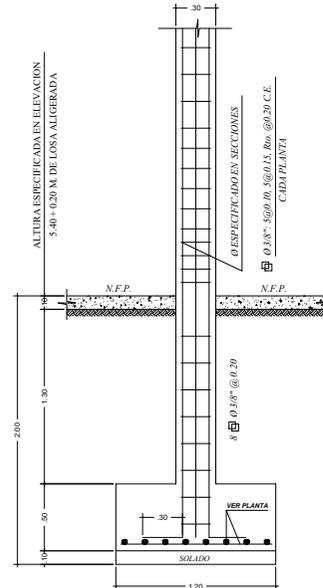
(Escala: 1/20)



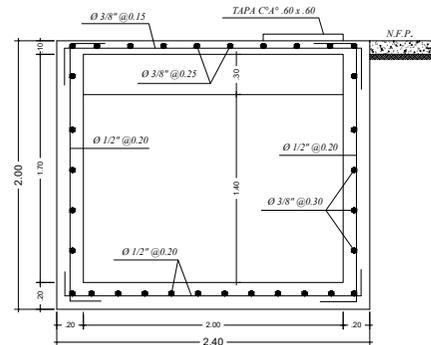
DETALLE ZAPATA CORRIDA - VIGA VC-1
(Escala: 1/20)



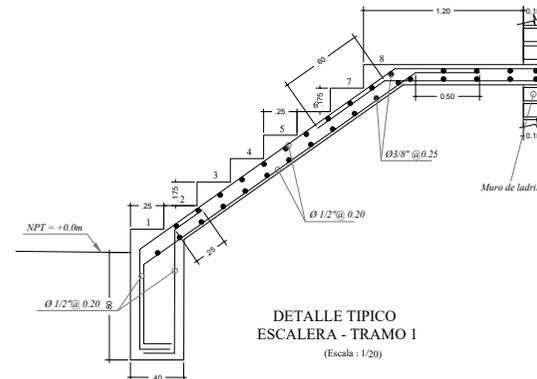
DETALLES TÍPICOS DE ZAPATAS - VIGAS VC-2
(Escala: 1/20)



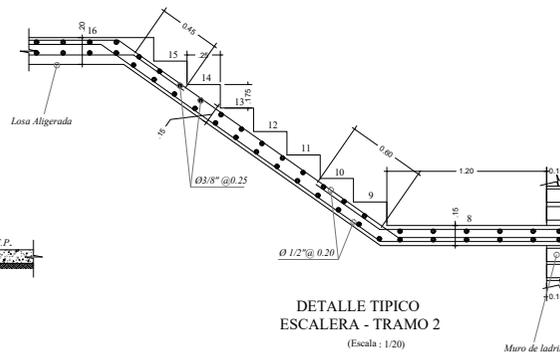
DETALLE TÍPICO ZAPATA CORRIDA - COLUMNA
(Escala: 1/20)



DETALLE DE CISTERNA - CORTE 1-1
(Escala: 1/20)



DETALLE TÍPICO ESCALERA - TRAMO 1
(Escala: 1/20)



DETALLE TÍPICO ESCALERA - TRAMO 2
(Escala: 1/20)

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS

LONGITUD DE EMPALME (cm)		NOTA	
Tramo	Longitud	Descripción	Longitud mínima del empalme (cm)
1	40	Empalme en N.P. de una viga a otra viga.	40
2	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
3	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
4	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
5	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
6	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
7	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
8	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
9	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
10	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
11	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
12	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
13	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
14	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
15	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
16	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
17	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
18	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
19	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40
20	40	Empalme en N.P. de una viga a una columna.	40

DETALLE UNION VIGA-COLUMNA S/E

DIMENSIONES MÍNIMA DE CUBIERTA EN COLUMNAS			
Diámetro (Ø)	Distancia (d)	Numero mínimo de barras (n)	Longitud mínima del cubierto (cm)
Ø 1.2"	1.5	2.5	4
Ø 3.8"	2.5	4	6
Ø 1.2"	3.5	5.5	8
Ø 3.8"	4.5	7	10

DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS S/E

DIMENSIONES MÍNIMA DE DOBLEZ DE ESTRIBOS (cm)			
Diámetro (Ø)	Distancia (d)	Numero mínimo de barras (n)	Longitud mínima del cubierto (cm)
Ø 1.2"	1.5	2.5	4
Ø 3.8"	2.5	4	6
Ø 1.2"	3.5	5.5	8
Ø 3.8"	4.5	7	10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SOLIDOS	: CONCRETO C-A-P 1: 5: 6
CONCRETO ARMADO	: ZAPATAS f'c = 175 Kg/cm ² RESTO f'c = 210 Kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	: f'y = 4200 Kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS	: ZAPATAS 7.5 cm. RESTO 3.00 cm.
TRASLAPES MÍNIMOS	: Ø 5/8": 0.50 metros Ø 1/2": 0.40 metros Ø 3/8": 0.30 metros
RESISTENCIA DEL TERRENO	: Gt = 1.20 Kg/cm ² (Verificar en obra)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO: CIMENTACION

TESISTA: DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

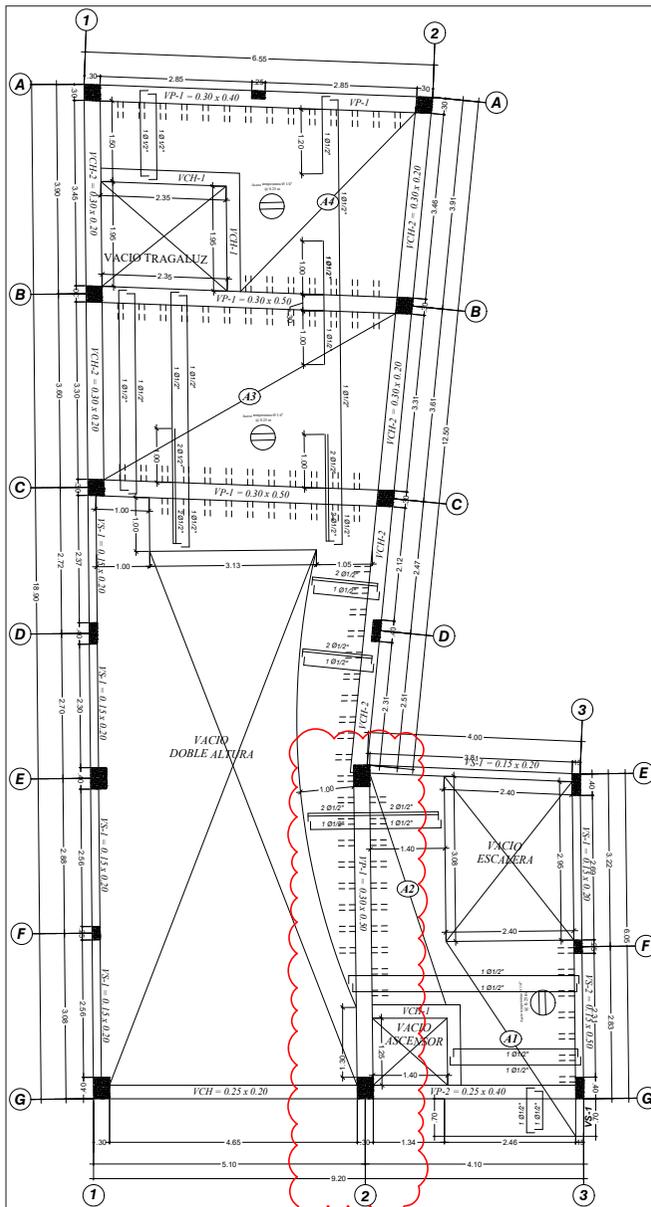
LAMINA N°:

E-01

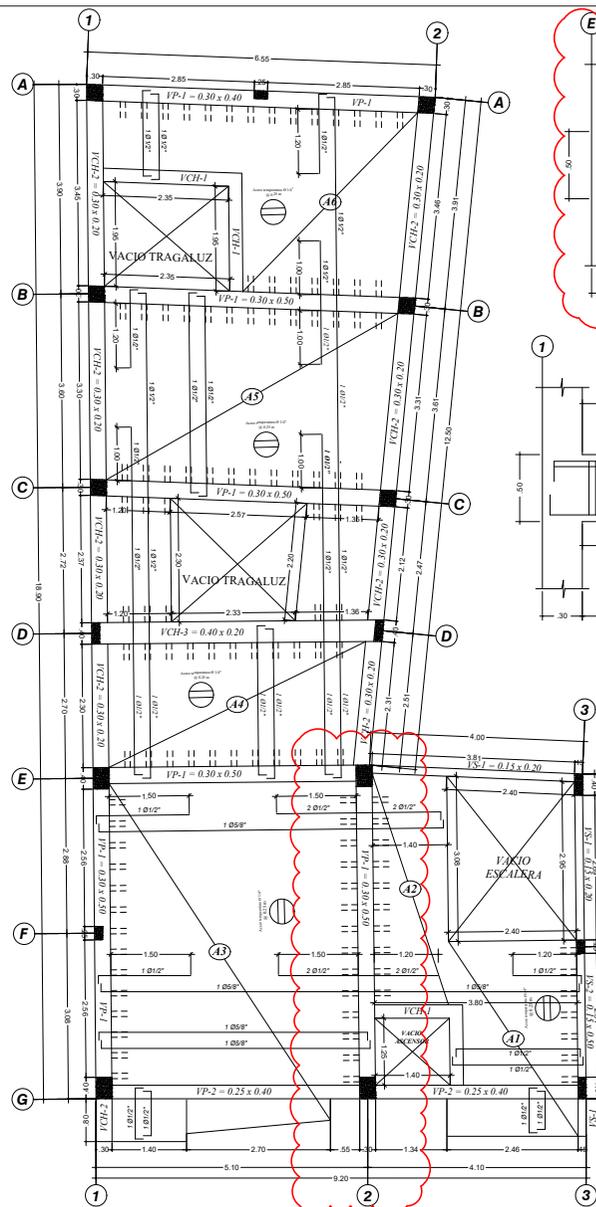
ASESOR:

ING. MARCO MENDOZA LINARES

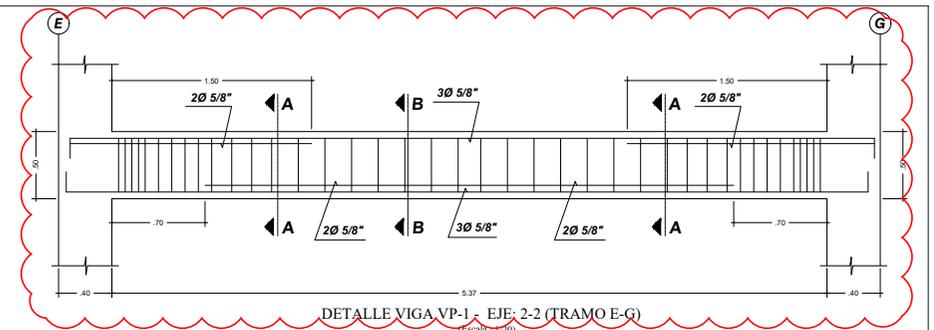
ESC: INDIC.



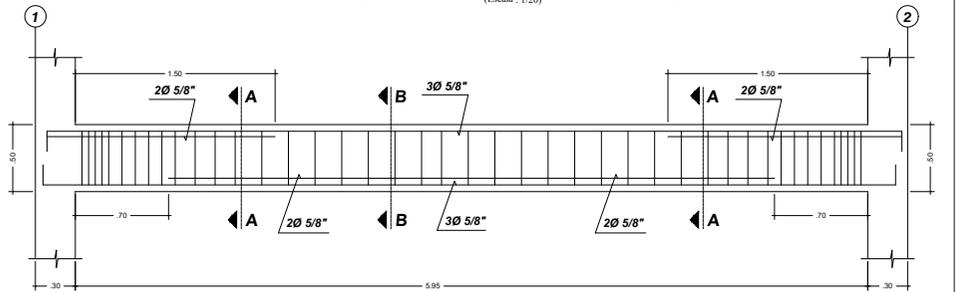
LOSA ALIGERADA MEZANINE
(Escala: 1/50)



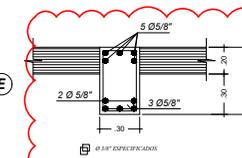
LOSA ALIGERADA 1RO, 2DO, 3RO, 4TO Y 5TO NIVEL
(Escala: 1/50)



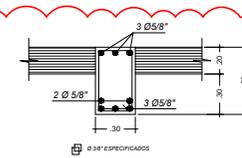
DETALLE VIGA VP-1 - EJE: 2-2 (TRAMO E-G)
(Escala: 1/20)



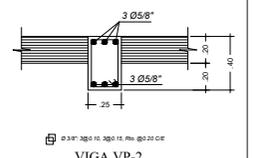
DETALLE VIGA VP-1 - EJE: A-A (TRAMO 1-2)
(Escala: 1/20)



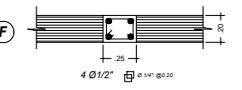
SECCION A-A
VIGA VP-1
(Escala: 1/20)



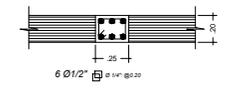
SECCION B-B
VIGA VP-1
(Escala: 1/20)



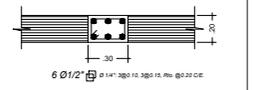
VIGA VP-2
(Escala: 1/20)



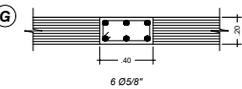
DETALLE VIGA VCH
(Escala: 1/20)



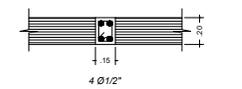
DETALLE VIGA VCH-1
(Escala: 1/20)



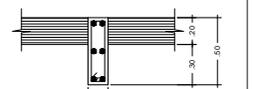
DETALLE VIGA VCH-2
(Escala: 1/20)



DETALLE VIGA VCH-3
(Escala: 1/20)



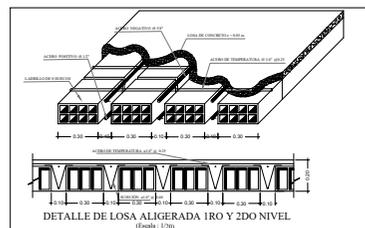
DETALLE VIGA VS-1
(Escala: 1/20)



DETALLE VIGA VS-2
(Escala: 1/20)

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS SE

CONSTITUCION DE EMPALME (mm)		NOTA
1	20	1. El empalme debe ser en zona de momento nulo o de momento positivo.
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	2. El empalme debe ser en zona de momento positivo.
6	20	
7	20	
8	20	



DETALLE DE LOSA ALIGERADA 1RO Y 2DO NIVEL
(Escala: 1/20)

ESPECIFICACIONES TECNICAS

SOLIDOS	: CONCRETO C-A-P 1: 5: 6
CONCRETO ARMADO	: ZAPATAS f'c = 175 Kg/cm ² RESTO f'c = 210 Kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	: f'y = 4200 Kg/cm ²
RECUBRIMIENTOS MINIMOS	: ZAPATAS 7.5 cm. RESTO 3.00 cm.
TRASLAPES MINIMOS	: Ø 5/8" 0.50 metros Ø 1/2" 0.40 metros Ø 3/8" 0.30 metros
RESISTENCIA DEL TERRENO	: Q _t = 1.20 Kg/cm ² (Verificar en obra)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil		LAMINA N°: E-02
	TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"		
	PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA	TESISISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ	
ASESOR :	ING. MARCO MENDOZA LINARES		ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°02



(a) Inicio de construcción



(b) Detallado del acero de refuerzo



(c) Separación de estribos en columnas



(d) Deficiente recubrimiento en vigas



(c) Dosificación de los componentes del concreto



(d) Tiempo de mezclado del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

N° de edificio:	03	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Av. Camino Real S/N°	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Marino Sánchez Huamuro	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	105.0 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Hospedaje	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 3-3 (Ver planos)

Esquema de columna			Esquema de viga		
<p>8ø5/8"</p> <p>Usar ø3/8" 2@.05m, 5@.10m, 5@.15m, Rto @.20 C/E</p>			<p>2ø1/2"</p> <p>2ø1"+1ø3/4"</p> <p>+2ø5/8</p> <p>2ø1"+1ø3/4"</p> <p>2ø1/2"</p> <p>2ø1"+1ø3/4"</p> <p>+2ø5/8</p> <p>Sección: 5-5</p> <p>Sección: 6-6</p> <p>Usar ø3/8" 3@.05m, 5@.10m, 6@.15m, Rto @.25 C/E</p>		
Dimensiones (m)			Dimensiones (m)		
Tipo	B	H	Tipo	B	H
C-2	0.25	0.40	VP-3	0.25	0.40

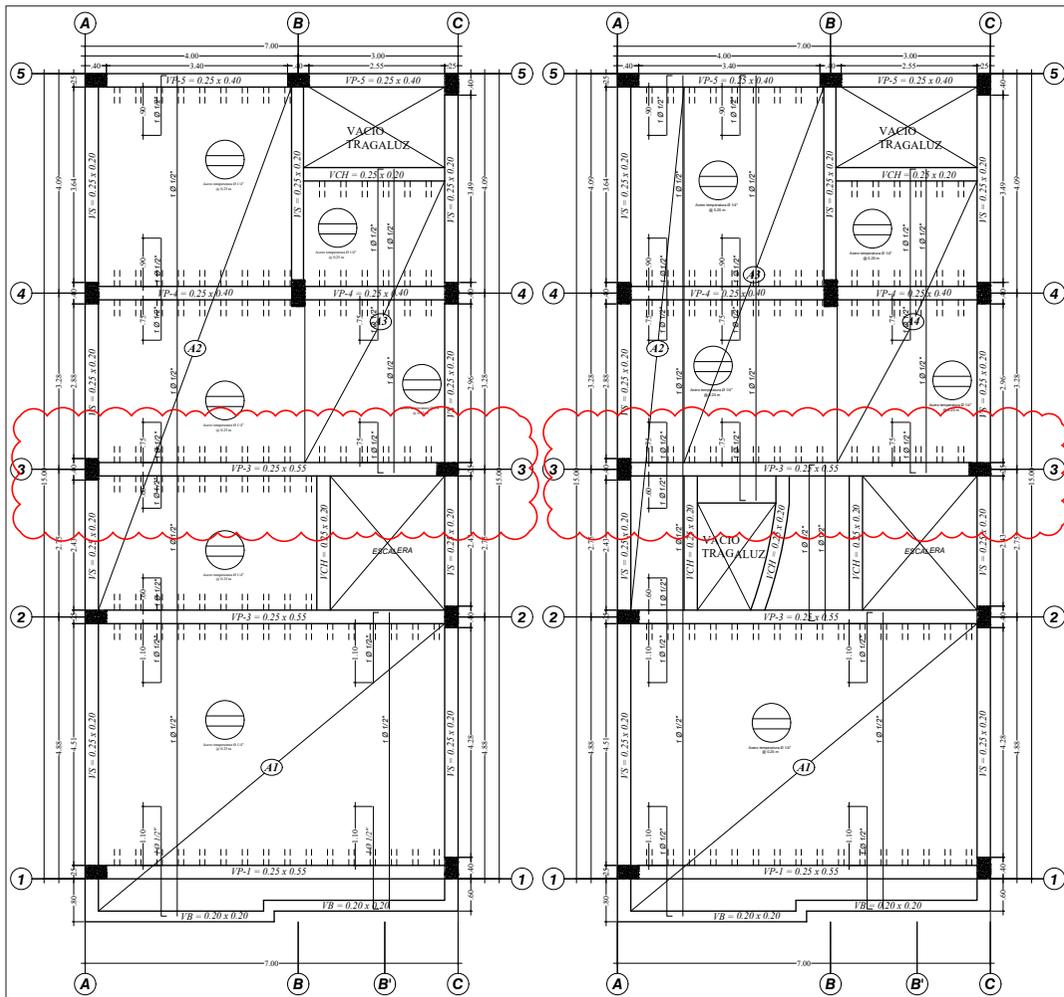
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.5	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	2.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5, ø1": 15.5	10.0	Barra de ø5/8", ø3/4", ø1"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0, ø1": 30.0	16.0	Barra de ø5/8", ø3/4", ø1"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0, ø1": 55.0	21.0	Barra de ø5/8", ø3/4", ø1"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	40.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	20.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.5	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0, ø1": 165.0	60.0	Barra de ø5/8", ø3/4", ø1"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	50.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapos	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø 3/8": 2@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.05, 5@.10, 6@.15, Rto @.25 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1:2.5:2.5: 28 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua potable	Agua turbia
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.66	Mezcla fluida
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dílber Alberto Regalado Benavidez Tesista

Planos:

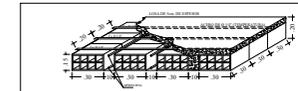


LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL

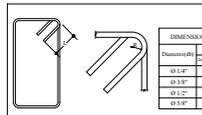
(Escala: 1/50)

LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS

(Escala: 1/50)

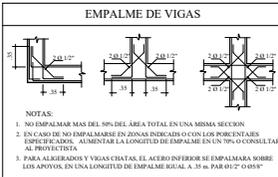


DETALLE DE LOSA ALIGERADA H=0.20m (SE)

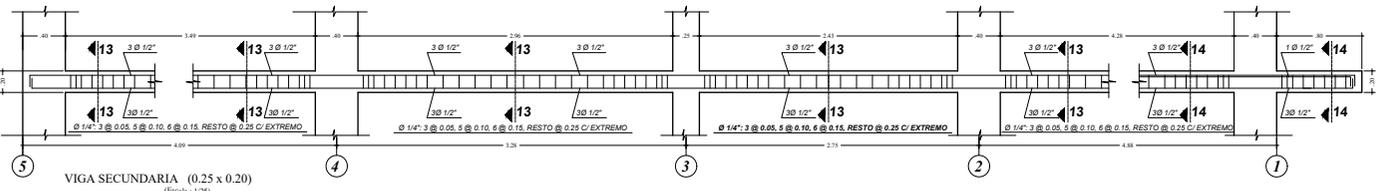
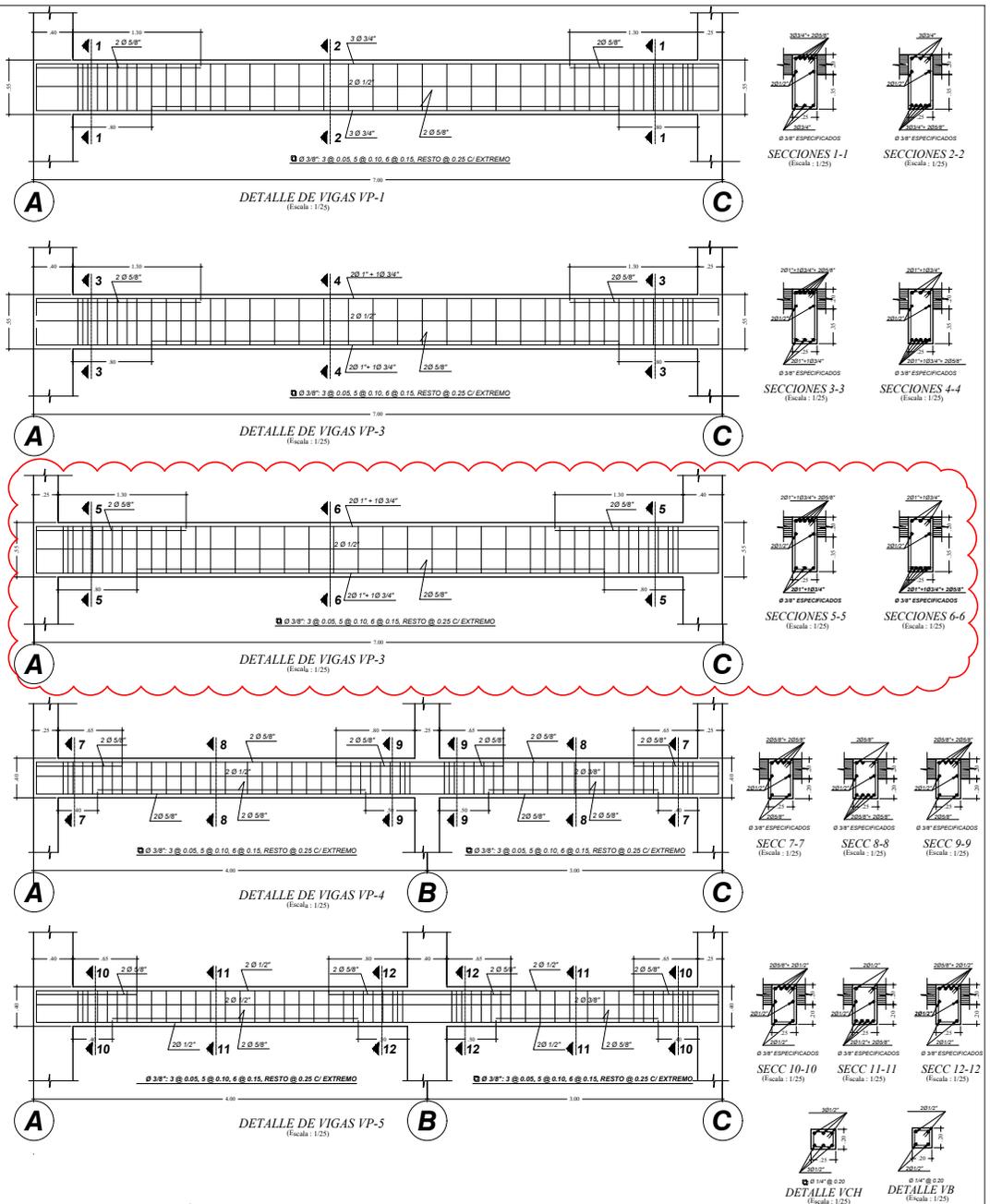


DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS (SE)

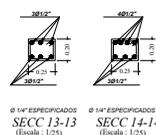
DIMENSIONES MÍNIMAS DE DUREZ DE ESTRIBOS (mm)			
Diámetro	Distancia entre estribos	Distancia entre estribos en el extremo	Compuesto
Ø 14"	1.5	2.5	4
Ø 12"	2.5	4	6
Ø 10"	3.5	5.5	8
Ø 8"	4.5	6	10



- NOTAS:
- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL ÁREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
 - EN CASO DE NO EMPALMARE EN ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES DEPENDIENDO, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 50% CONSULTAR AL PROYECTISTA
 - PARA ALIGERADOS Y VIGAS CRISTAL, EL AEREO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, EN UNA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 3H PAR Ø14" O Ø16"



VIGA SECUNDARIA (0.25 x 0.20) (Escala: 1/25)



SECC 13-13 (Escala: 1/25) SECC 14-14 (Escala: 1/25)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil		LAMINA N°: E-02
	TESIS: "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"		
	PLANO: VIGAS Y LOSA ALIGERADA		
	TESISISTA: DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ		
ASESOR: ING. MARCO MENDOZA LINARES		ESC: INDIC.	

Fotografías de construcción - Edificio N°03



(a) Inicio de construcción



(b) Mezcla del concreto



c) Verificación de recubrimiento en columnas



d) Inspección del detallado de acero de refuerzo



(e) Verificación del detallado de acero en vigas



(f) Vaciado de concreto en vigas



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

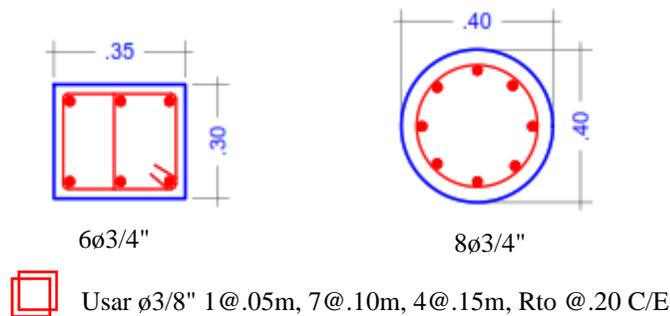
N° de edificio:	04	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Jr. Anaximandro Vega N°236	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Alejandro Saavedra Guevara	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	145.0 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	6.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Hospedaje	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

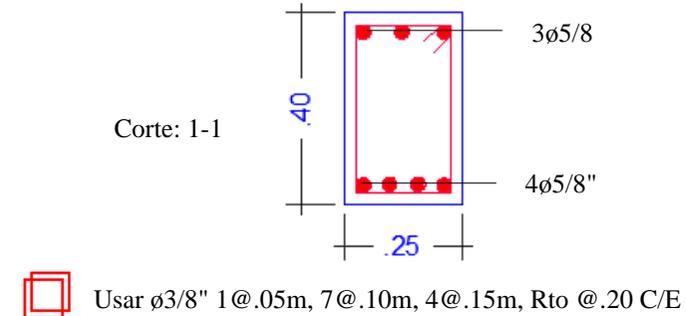
Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 3-3 (Ver planos)

Esquema de columna



Esquema de viga



Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.35	0.30
C-2	0.40	0.40

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP	0.25	0.40
---	---	---

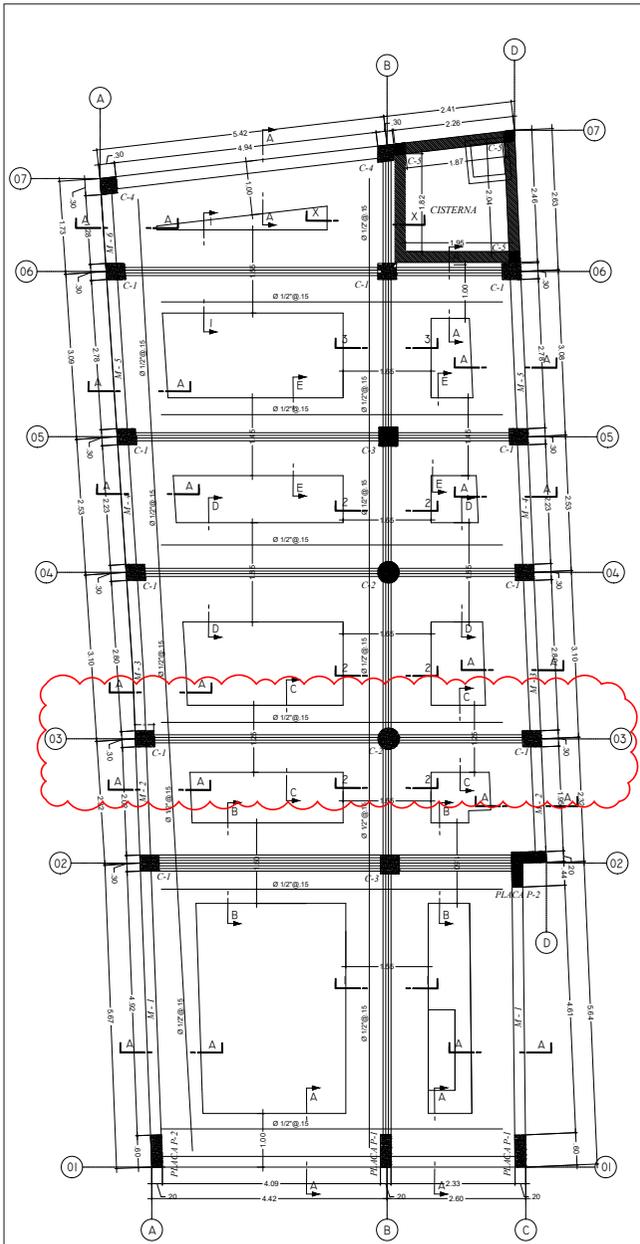
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.5	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5	9.5	Barra de ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0	18.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0	30.0	Barra de ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø3/4": 41.0	50.0	Barra de ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø3/4": 30.0	30.0	Barra de ø3/4"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0	75.0	Barra de ø5/8"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø3/4": 70.0	60.0	Barra de ø3/4"
Correcta ubicación de traslapos	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 7@.10, 4@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 7@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 3: 25 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.59	Mezcla fluida
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	15.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Díber Alberto Regalado Benavidez Tesista

Planos:



PLANTA CIMENTACION
(Escala: 1/50)

RELACION DE NORMAS EMPLEADAS PARA EL DISEÑO:

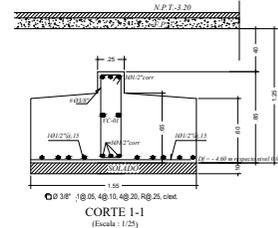
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-020 CARGAS.
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-030 DISEÑO SISMORRESISTENTE.
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES.
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-060 CONCRETO ARMADO
- NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES E-070 ALBAÑILERIA.
- BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318)
- NORMA ACI 350 (ESTRUCTURAS HIDRAULICAS).

TIEMPOS MINIMOS DE DESECOFRADOS

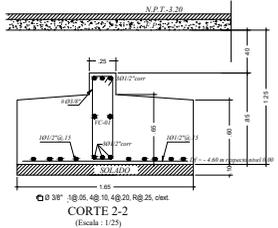
LATERALES DE COLUMNAS, VIGAS Y MUROS 12 Hs.	
FONDO DE LOSAS Luz menor de 3 m	4 dias
Luz mayor de 3 m	7 dias
Luz mayor de 6 m	10 dias
FONDO DE VIGAS Luz menor de 3 m	7 dias
Luz menor de 6 m	14 dias
Luz mayor de 6 m	21 dia

CUADRO DE COLUMNAS								
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	P-1	P-2	
SOTANO 1º								
	603/4"	803/4"	603/4" x 205/8"	403/4"	401/2"	805/8"	1505/8"	
	Ø3/8" : 1Ø.05, 7Ø.10, 4Ø.15, RØ.20: c/ext.							
	3º	4º	5º	3º	4º	5º	3º	4º
603/4"	803/4"	603/4" x 205/8"	403/4"	401/2"	805/8"	1505/8"	1505/8"	
Ø3/8" : 1Ø.05, 7Ø.10, 4Ø.15, RØ.20: c/ext.								

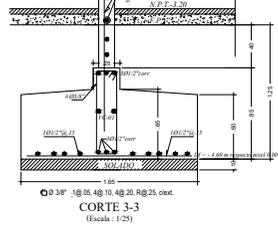
(Escala: 1/20)



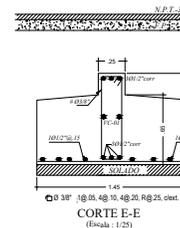
CORTE 1-1
(Escala: 1/25)



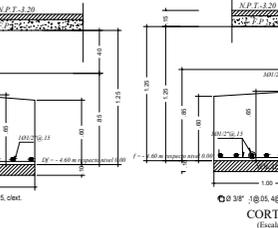
CORTE 2-2
(Escala: 1/25)



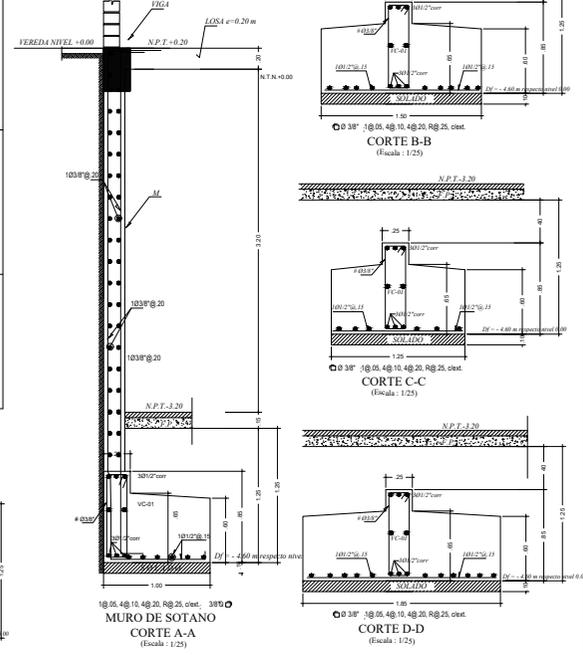
CORTE 3-3
(Escala: 1/25)



CORTE E-E
(Escala: 1/25)



CORTE X-X
(Escala: 1/25)



MURO DE SOTANO
CORTE A-A
(Escala: 1/25)

CORTE B-B
(Escala: 1/25)

CORTE C-C
(Escala: 1/25)

CORTE D-D
(Escala: 1/25)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

DEL TERRENO:
CAPACIDAD PORTANTE : 1.00 kg/cm²
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION : 1.25 mts.
UTILIZAR PARA LA CIMENTACION CEMENTO TIPO MS

CONCRETO SIMPLE:
SOLADO : C : H (1:10)

CONCRETO ARMADO:
PLATEA DE CIMENTACION : f_c = 210 kg/cm²
LOSA, COLUMNAS, MUROS DE CORTE, VIGAS : f_c = 210 kg/cm²

ACERO DE REFUERZO:
ESFUERZO DE FLUENCIA : f_y = 4200 kg/cm²

RECUBRIMIENTOS:
VIGAS DE CIMENTACION : 5.00 cm.
PLATEA DE CIMENTACION : 7.5 cm.
COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS : 3.5 cm.
VIGAS CHATAS, LOSAS : 2.0 cm.
MUROS : 2.5 cm.

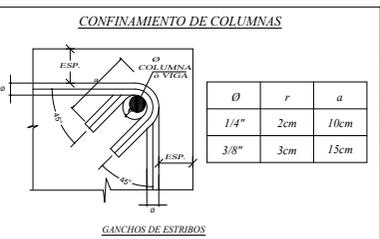
ALBAÑILERIA:
F_m (minimo) : 65 kg/cm²

NORMAS:
E- 060
E- 050
E- 030

SOBRECARGA:
1er al 5 to. NIVEL : 200 kg/m²
AZOTEA : 100 kg/m²

PARÁMETROS SISMICOS (NORMA E-0.30)

FACTOR DE ZONA: Z: 0.4 g
FACTOR DE USO: U: 1.0
FACTOR DE SUELO: S: 1.4
FACTOR DE REDUCCION DE FZA SISMICA: R: 7.00 (DUAL)
FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA: R: 6.00 (ALBAÑILERIA)
PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL ESPECTRO DEL SUELO T_p: 0.9
SISTEMA ESTRUCTURAL: Dirección X-Y: DUAL
Dirección Y-X: ALBAÑILERIA CONFINADA
MAXIMO DESPLAZAMIENTO ULTIMO NIVEL: 6.26 cms.
MAXIMO DESPLAZAMIENTO RELATIVO: 1.32 cms.
JUNTA SISMICA: 2.12"

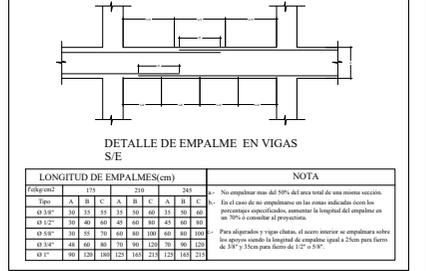


NOTA:

- PARA EL TRAZADO DE CIMENTACION VER ARQUITECTURA
- PARA CONFORMAR EL RELLENO USAR AFIRMADO COMPACTADO AL 95% PROCTOR MODIFICADO EN CAPAS DE 10cm
- EN CASO QUE A LA PROFUNDIDAD INDICADA AUN NO SE ENCUENTRE SUELO NATURAL PROFUNDIZAR EXCAVACION HASTA PENETRAR 20cm. EN DICHO ESTRATO Y VECAR FALSA ZAPATA PARA LA FALSA ZAPATA SE EMPLEARA CEMENTO HORMIGON: 1:12:30%P.G.(Tamaño maximo 8")
- TODOS LO OS INDICADOS EN LAS ZAPATAS SON INFERIORES SALVO INDICADOS (Sup.) QUE ES O SUPERIOR



ESTRUCTURA DE PISO
(Escala: 1/25)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingenieria
Escuela Academico Profesional de Ingenieria Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

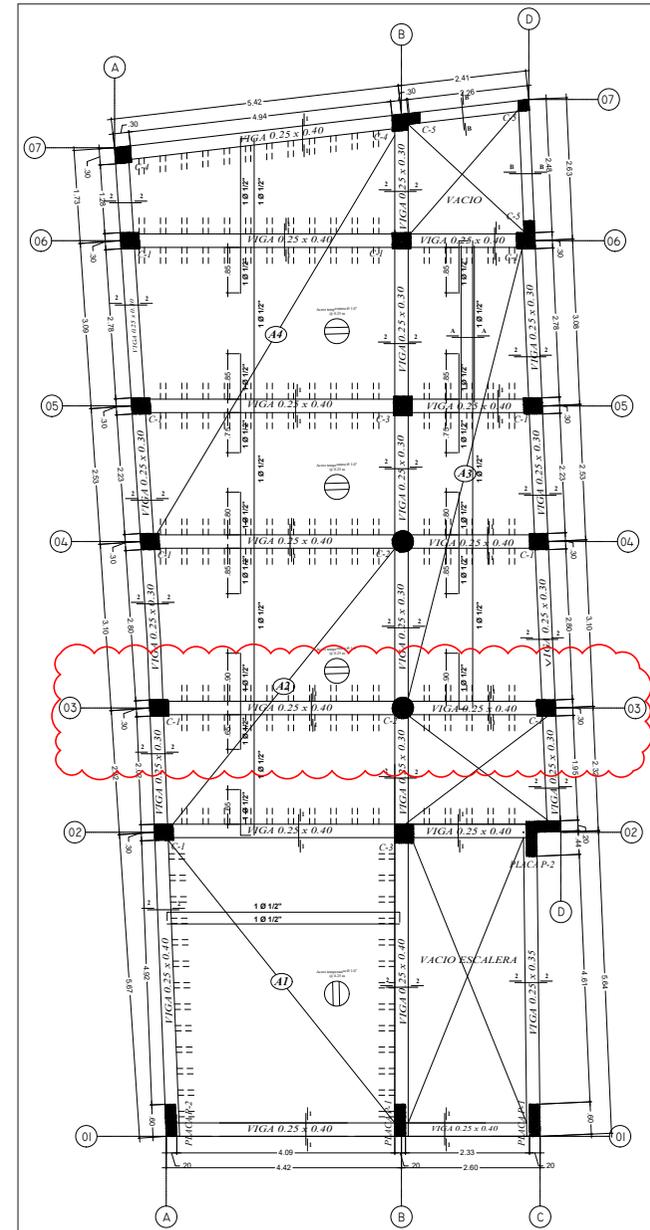
PLANO : CIMENTACION

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

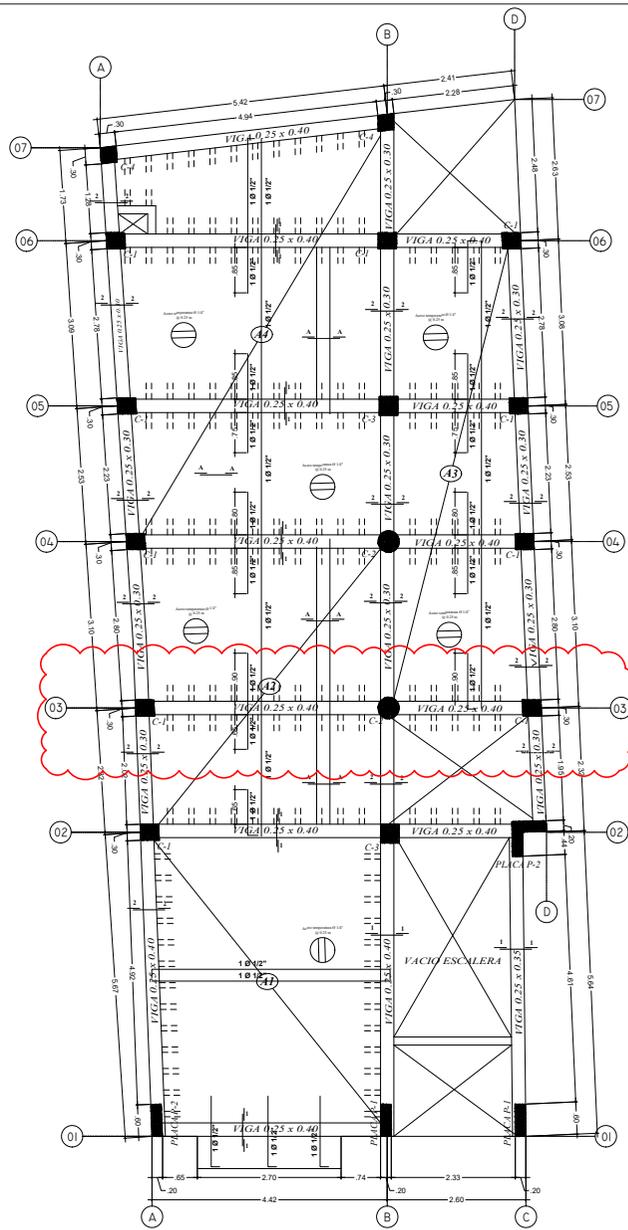
ESC: INDIC.

LAMINA N° : **E-01**



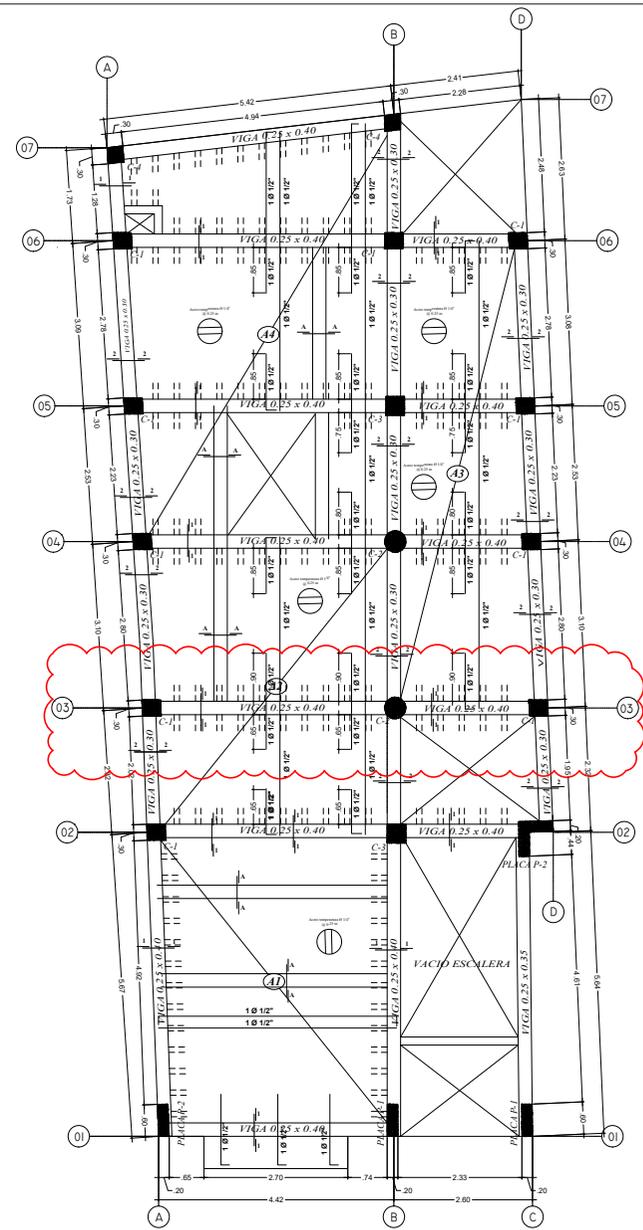
LOSA ALIGERADA PRIMER PISO

(Escala : 1/50)



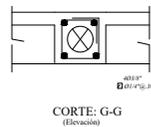
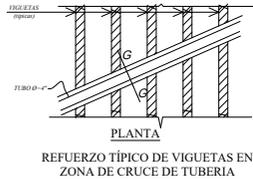
LOSA ALIGERADA SEGUNDO PISO

(Escala : 1/50)



LOSA ALIGERADA TERCER PISO

(Escala : 1/50)

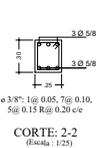
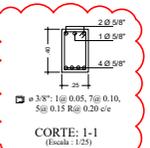


□ ø 3/8" 1lg 0.05, 7lg 0.10, Sg 0.15 Rg 0.20 c/c

□ ø 3/8" 1lg 0.05, 7lg 0.10, Sg 0.15 Rg 0.20 c/c

□ ø 3/8" 1lg 0.05, 7lg 0.10, Sg 0.15 Rg 0.20 c/c

□ ø 3/8" 1lg 0.05, 7lg 0.10, Sg 0.15 Rg 0.20 c/c



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil		LAMINA N° : E-02
	TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"		
	PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA		
TESISISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ			ESC: INDIC.
ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES			

Fotografías de construcción - Edificio N°04



(a) Inicio de construcción



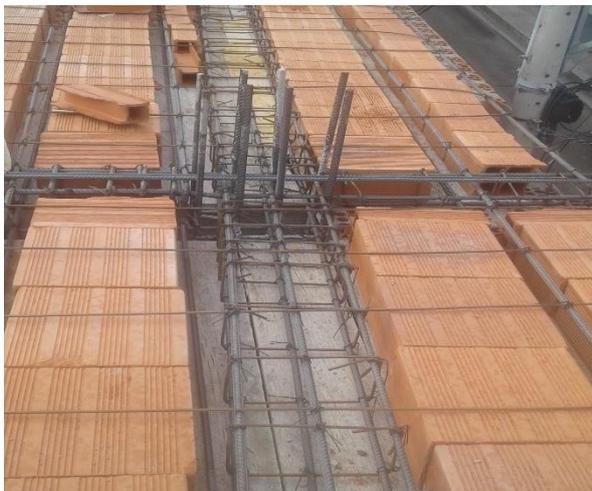
(b) Detallado del acero de refuerzo



(c) Instalación de acero de vigas



(d) Verificación del recubrimiento en vigas



(e) Longitud del empalme menor a lo establecido



(f) Tiempo de mezclado del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

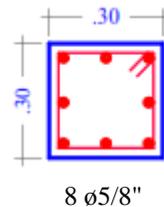
N° de edificio:	05	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Av. Agricultura S/ N°	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Jesús Arévalo Quispe	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	125.0 m2	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

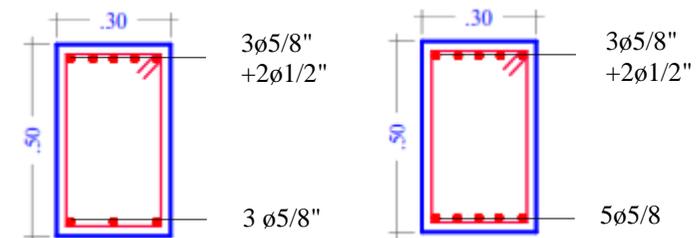
Pórtico de eje: C-C (Ver planos)

Esquema de columna



Usar $\phi 3/8$ " 2@.10m, 2@.15m, Rto @.25 C/E

Esquema de viga



Sección: F-F

Sección: G-G



Usar $\phi 3/8$ " 3@.10m, 3@.15m, Rto @.25 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.30	0.30

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-5	0.30	0.50

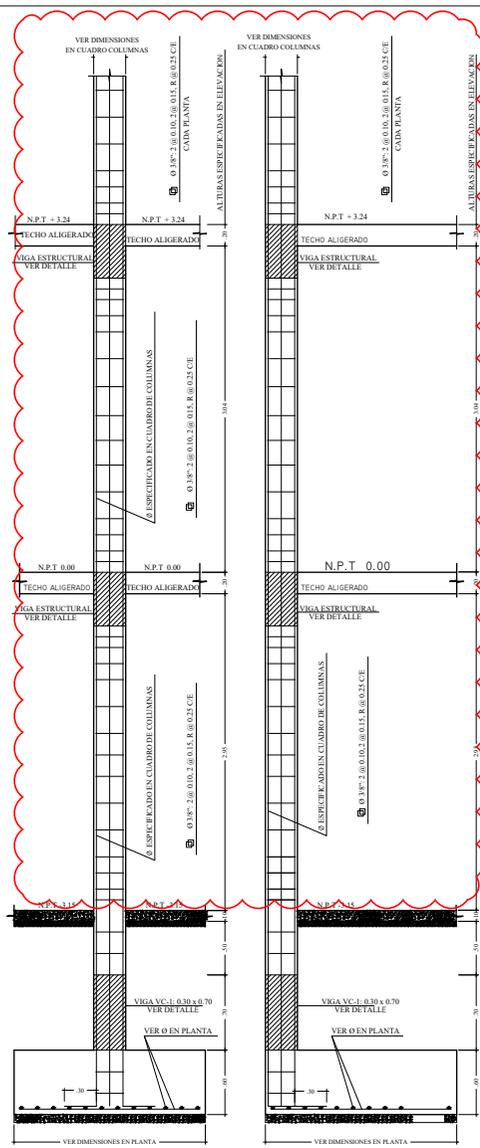
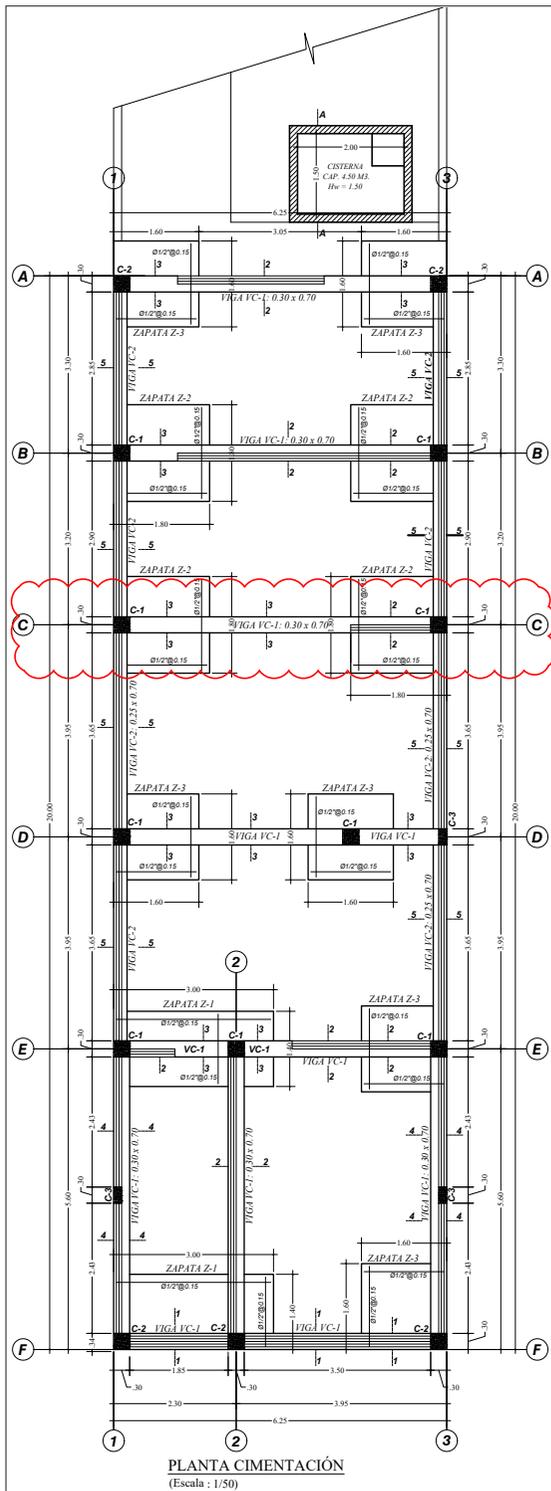
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø1/2": 7.5, ø5/8": 9.5	8.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø1/2": 15.0, ø5/8": 19.0	16.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	25.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	50.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	30.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.5	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø1/2": 60.0, ø5/8": 80.0	60.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	45.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 2@.10, 2@.15 Rto. @.25 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.10, 3@.15, Rto @.25 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 36 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Quisqueya Tipo I	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.85	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	100.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	4.0	Curado con agua

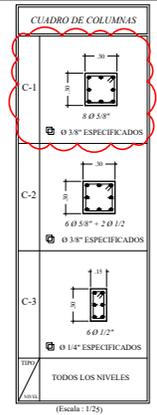
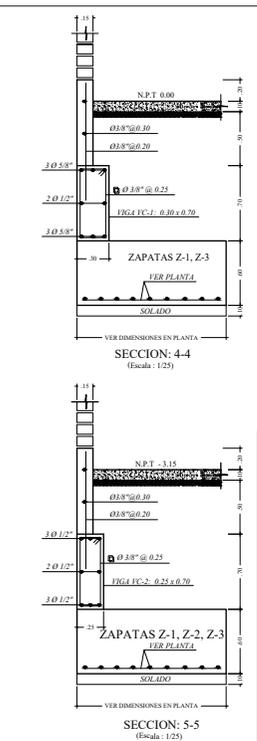
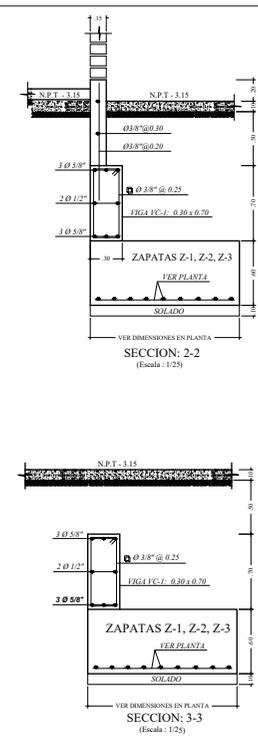
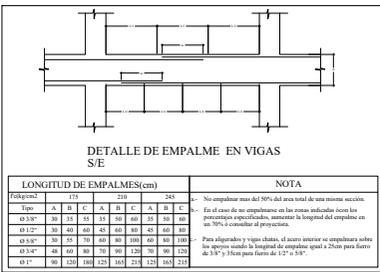
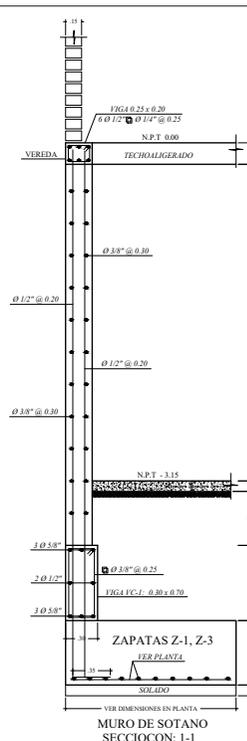
Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dílber Alberto Regalado Benavidez Tesista

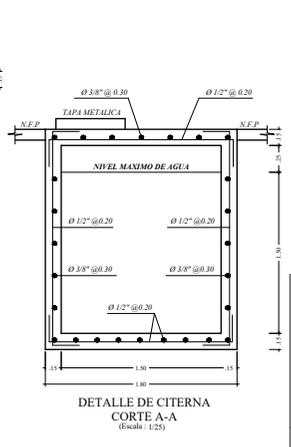
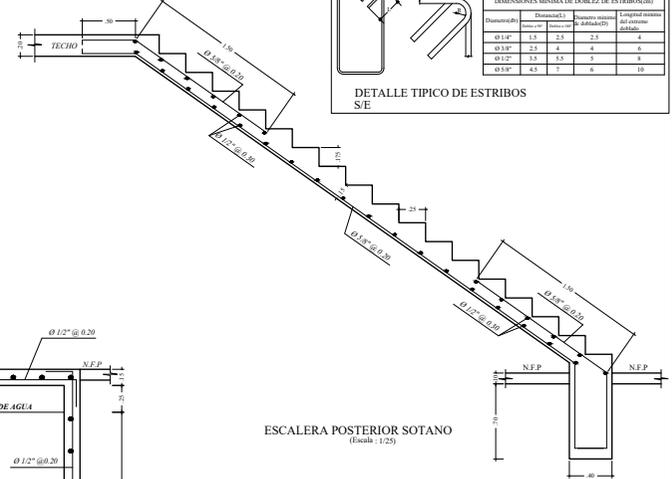
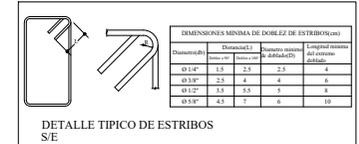
Planos:



DETALLE TÍPICO ZAPATA CORRIDA - COLUMNA
(Escala: 1/25)



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- SOLIDOS : MEZCLA C-A-P 1:5:6
 - FALSOS PISOS : CONCRETO f' = 100 Kg/Cm².
 - CONCRETO ARMADO : f' = 210 Kg/Cm².
 - ZAPATAS DE CIMENTACION : f' = 210 Kg/Cm².
 - VIGAS DE CIMENTACION : f' = 210 Kg/Cm².
 - MURO DE CONTENCIÓN : f' = 210 Kg/Cm².
 - MUROS CISTERNA : f' = 210 Kg/Cm².
 - COLUMNAS : f' = 210 Kg/Cm².
 - LOSA CISTERNA : f' = 210 Kg/Cm².
 - ACERO DE REFUERZO : f_y = 4200 Kg/cm².
 - RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS : ZAPATAS 7.5 cm.
Rto. 3.0 cm.
 - TRASLAPES MÍNIMOS : Ø 3/4" 0.70 metros
Ø 5/8" 0.60 metros
Ø 1/2" 0.50 metros
Ø 3/8" 0.4 metros
 - RESISTENCIA DEL TERRENO : G_l = 1.20 Kg/cm² (Verificar en obra)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

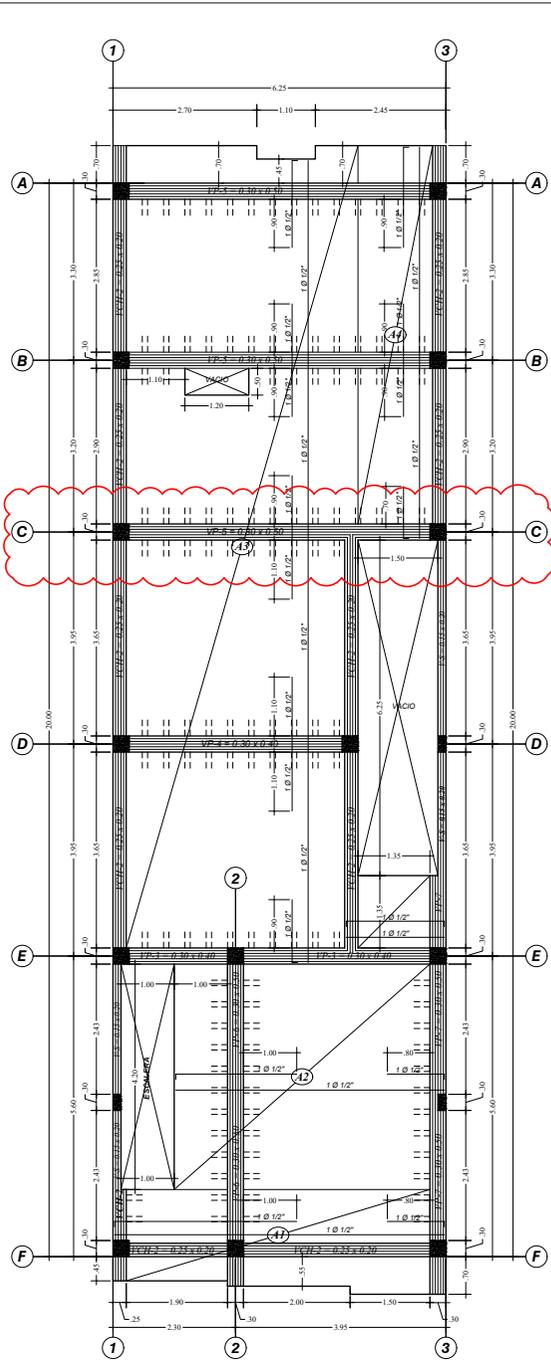
PLANO : CIMENTACIÓN

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

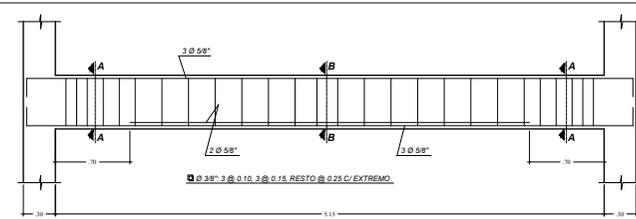
ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-01**

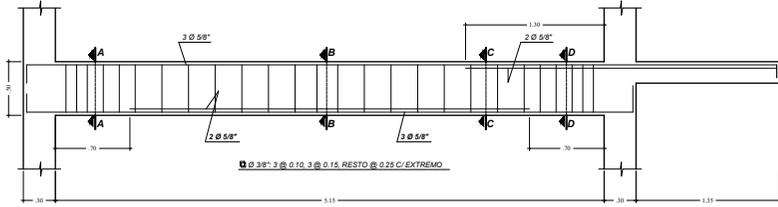
ESC: INDIC.



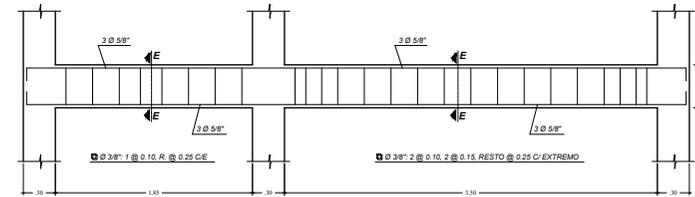
LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS
(Escala: 1/50)



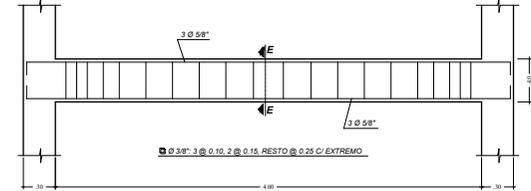
DETALLE DE VIGAS VP-1
(Escala: 1/25)



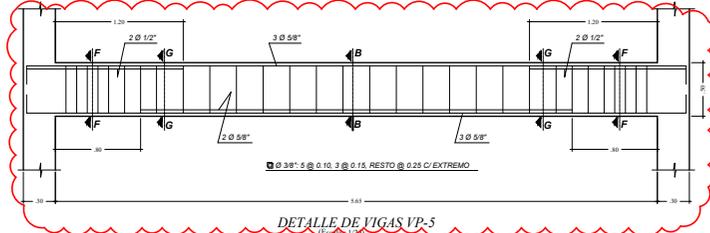
DETALLE DE VIGAS VP-2
(Escala: 1/25)



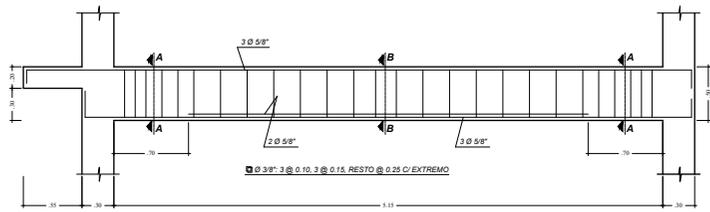
DETALLE DE VIGAS VP-3
(Escala: 1/25)



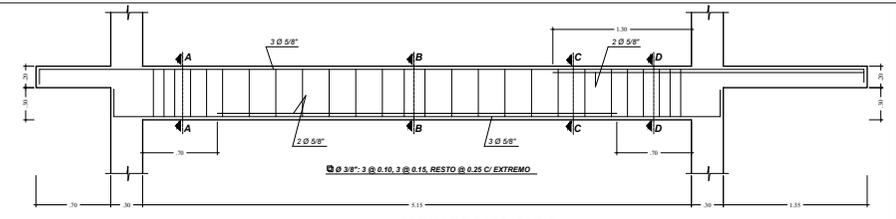
DETALLE DE VIGAS VP-4
(Escala: 1/25)



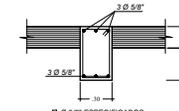
DETALLE DE VIGAS VP-5
(Escala: 1/25)



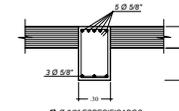
DETALLE DE VIGAS VP-6
(Escala: 1/25)



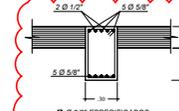
DETALLE DE VIGAS VP-7
(Escala: 1/25)



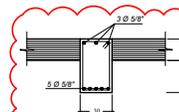
SECCIONES A-A
(Escala: 1/25)



SECCIONES D-D
(Escala: 1/25)



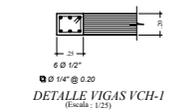
SECCIONES G-G
(Escala: 1/25)



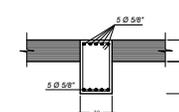
SECCIONES B-B
(Escala: 1/25)



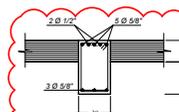
SECCIONES E-E
(Escala: 1/25)



DETALLE VIGAS VCH-1
(Escala: 1/25)



SECCIONES C-C
(Escala: 1/25)



SECCIONES F-F
(Escala: 1/25)



DETALLE VIGAS VCH-2
(Escala: 1/25)



DETALLE VIGA V-S
(Escala: 1/25)

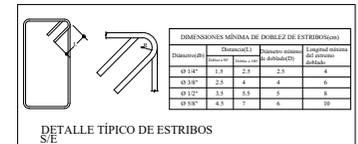
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 RECUBRIMIENTO MÍNIMOS
 VIGAS PENALTADAS : 3 Cm.
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm.
 TECHOS ALIGERADOS : 2.5 Cm.
 ESCALERAS : 2.5 Cm.
 SOBRECARGAS DE DISEÑO
 TECHOS ALIGERADOS : 300 Kg/M².
 ESCALERAS : 300 Kg/M².
 TRASLAPES MÍNIMOS :
 VARILLAS Ø 3/4" : 0.85 metros
 VARILLAS Ø 5/8" : 0.75 metros
 VARILLAS Ø 1/2" : 0.60 metros
 VARILLAS Ø 3/8" : 0.45 metros

NO SE DEBERÁN REALIZAR EMPALMES EN LAS BARRAS DEL ACERO POSITIVO EN EL TERCILO CENTRAL DE LA LUZ
 NO SE DEBERÁN REALIZAR EMPALMES EN LAS BARRAS DEL ACERO NEGATIVO EN VIGAS Y LOSAS

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS S/E

LONGITUD DE EMPALME (cm)	NOTA
125	No empalmarse más del 50% del área total de una misma sección. En el caso de un empalme en la zona indicada sobre los porcentajes especificados, aumentar la longitud del empalme en un 50% a consideración del proyectista. Para aligerados y vigas chatas, el acero inferior se empalmará sobre los apoyos cuando la longitud de empalme sea 2.25m para barras de 3/8" y 3m para barras de 1/2" a 5/8".
150	
175	
200	
225	
250	
275	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 Facultad de Ingeniería
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-03**

ESC. INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°05



(a) Inicio de construcción



(b) Vista de avance de construcción



(c) Inspección del recubrimiento en columnas



(d) Construcción por partes de las vigas



(e) Agregados utilizados



(f) Proceso de mezclado del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

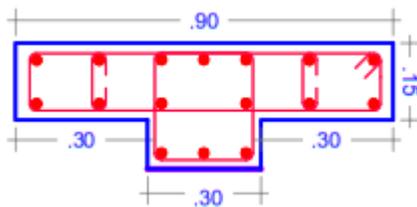
N° de edificio:	06	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Pj. Juan XXIII N°161-163	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Jorge Luis Tarrillo Vásquez	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	80.0 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Hospedaje	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 5-5 (Ver planos)

Esquema de columna

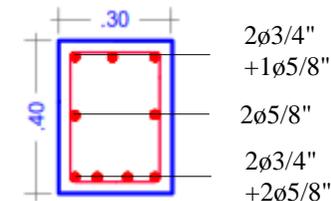


8ø1/2" + 4ø5/8" + 4ø3/4"



Usar ø3/8" 1@.05m, 4@.10m, 2@.15m, Rto @.20 C/E

Esquema de viga



Usar ø3/8" 1@.05m, 4@.10m, 2@.15m, Rto @.20 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	Variable	Variable

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-100	0.30	0.40

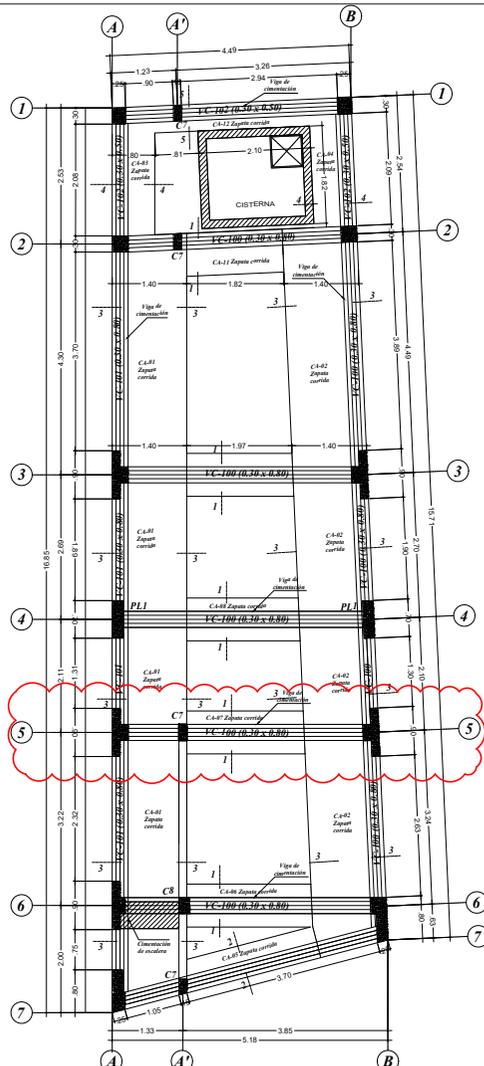
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	10.0	Barra de ø5/8", ø3/4
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	18.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	25.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0, ø3/4": 41.0	42.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0, ø3/4": 30.0	30.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	7.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	75.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0, ø3/4": 70.0	60.0	Barra de ø1/2", ø5/8", ø3/4"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 4@.10, 2@.15, Rto @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 40 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Quisqueya Tipo I	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.94	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	120.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	0.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

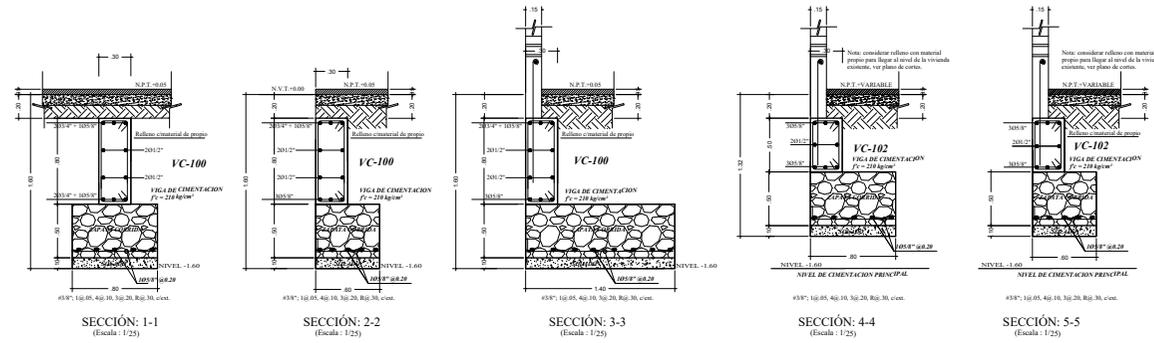
Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dílber Alberto Regalado Benavidez Tesista

Planos:



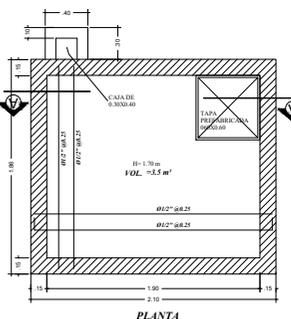
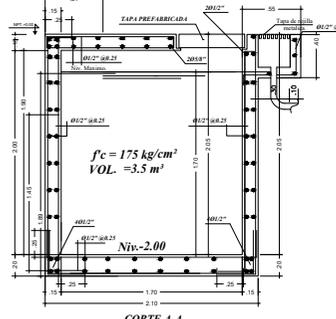
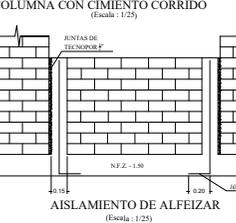
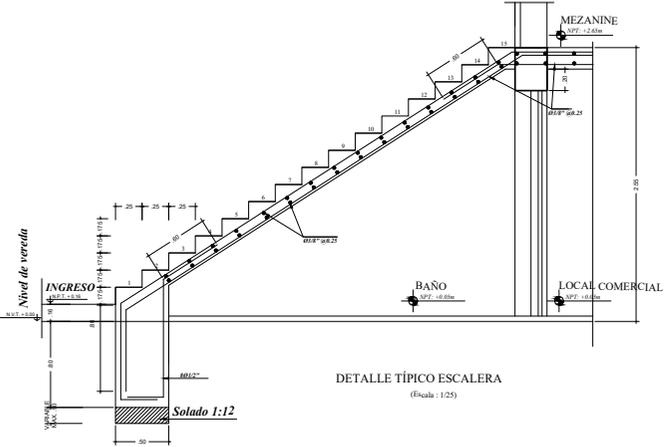
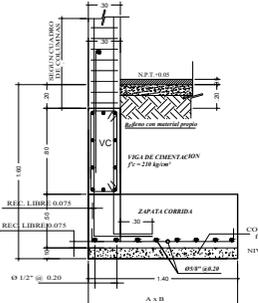
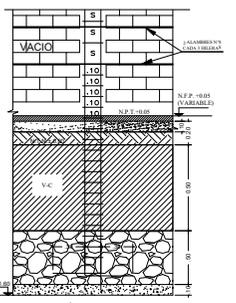
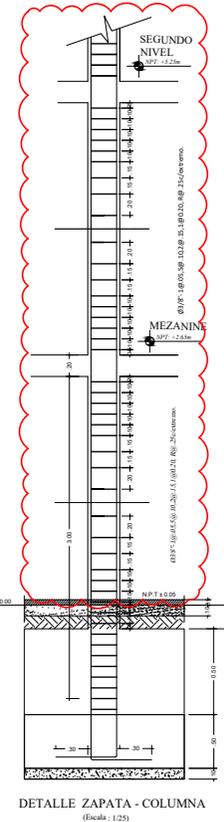
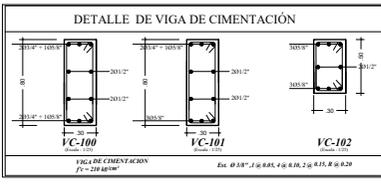
PLANTA CIMENTACIÓN
(Escala: 1/50)

DETALLE DE SECCIONES EN CIMENTACION



CUADRO DE ZAPATAS CORRIDAS			
TIPO	DIMENSION	INCLÚYE SOLADO	
CA-01	14,47 * 1,40	0,60	1 Ø 5/8" @0,15 Transversalmente 1 Ø 1/2" @0,15 Longitudinalmente
CA-02	13,32 * 1,40	0,60	1 Ø 5/8" @0,15 Transversionalmente 1 Ø 1/2" @0,15 Longitudinalmente
CA-03	2,38 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-04	2,40 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-05	2,60 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-06	2,33 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-07	2,20 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-08	2,10 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-09	2,00 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-10	1,90 * 0,80	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-11	1,85 * 0,60	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido
CA-12	1,83 * 0,60	0,60	1 Ø 1/2" @0,15 Cada sentido

CUADRO DE COLUMNAS									
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	PLACAS
SECCION VARIABLE	1033" x 1033"	1033" x 1033"	1033" x 1033"	1033" x 1033"	30X30	25X30	20X12	20X12	70X20
REFUERZO	4Ø12" + 2Ø12" + 2Ø12"	4Ø12" + 3Ø12" + 2Ø12"	4Ø12" + 4Ø12" + 2Ø12"	4Ø12"	4Ø12" + 2Ø12"	4Ø12"			
NUMERO DE UNIDADES	01 UNIDADES	01 UNIDADES	01 UNIDADES	01 UNIDADES	01 UNIDADES	02 UNIDADES	04 UNIDADES	02 UNIDADES	02 UNIDADES



TRASLAPES Y EMPALMES			
Ø	LONGITUD (cm)	LOSAS Y VIGAS	ESTRIBOS
10mm	30	-	-
12mm	40	30	-
16mm	50	40	-
20mm	60	50	-
25mm	70	60	-

EMPALME VERTICAL

Ø	Z
3/8"	0,35
1/2"	0,40
5/8"	0,50
3/4"	0,60

NOTAS:
1. NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
2. EN ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A:
25cm PARA Ø3/8" Y 35cm PARA Ø1/2" Y Ø5/8" SALVO OTRA INDICACION

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Condiciones del suelo:
1. Capacidad Portante del Suelo: $\geq 0,80 \text{ kg/cm}^2$
2. Profundidad de Cimentación: $\geq 1,50 \text{ m}$
3. Tipo de Cimentación: PLATA DE CIMENTACION
4. Estrado de Apoyo: CL Acero Inoxidables de baja plasticidad de consistencia medianamente compacta
5. Agresividad del Suelo: Moderada, Usar Cemento Tipo MS
6. Suelo Usado: No
7. Factor de Seguridad: 3
8. Recomendaciones Adicionales: No debe Cimentarse sobre Turba, Suelo Orgánico, Tierra Vegetal, Desmorono o Releño Sanitario. En Caso de arcillas muy blandas (dibos materiales) y reemplazarlos por Material Granular seleccionado Tipo A-1-a, compactado en capas de espesor máximo de 30 cm, a una densidad menor al 95% del Proctor modificado.

Especificaciones sobre albañilería:
- La Albañilería portante sera de ladrillo tipo IV ($f'c=130 \text{ kg/cm}^2$)
- La Revestida a la Compresión Anál de Pises sera: 1 Frente 85 kg/cm² con juntas entre ladrillos de 1 cm.
- El Mortero sera en proporción Cemento : Arena 1 : 4 (P-2)
- Los ladrillos serán de ladrillo tubular o hueco, maquinado de arcilla cocida.
- En los muros superiores, las columnas se anclaran en la losa de techo, en caso de caer en zona de ladrillo, este se retirará para asegurar un anclaje efectivo.

Calidad del concreto y de acero:
- Cimentación: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Concreto de Cimentación: $f'c = 300 \text{ P.M}$
- Solado acó. Sim: 1:12
- Sobrecemento Simple: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Zapatas y Vigas de Cimentación: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Columnas: $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
- Releño: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Columnas de confinamiento: $f'c = 170 \text{ kg/cm}^2$
- Concreto en Vigas, Losas, Escal: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Recurrimientos:
- Zapatas: Seny y costillas: 5,0 mm
- Vigas de Cimentación: 5,0 mm
- Zapatas: 5,0 mm
- Columnas de confinamiento: 2,0 mm
- Vigas Paralelas: 2,0 mm
- Vigas Chatas: 2,0 mm
- Vigas Ladrillo: 2,0 mm

Normas de diseño:
- Normas Técnicas E-600 "Concreto Armado"
- Normas de Diseño, Sismo-Resistente E-800
- Reglamento Nacional de Edificaciones - 2006
- Normas de Carga E-600
- Normas de Albañilería E-070

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

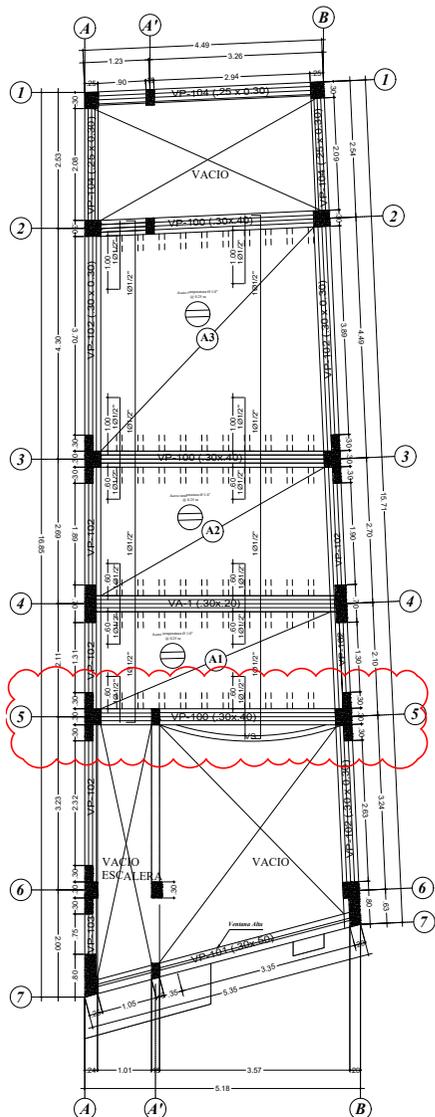
PLANO : CIMENTACIÓN

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO NAVAVEZ

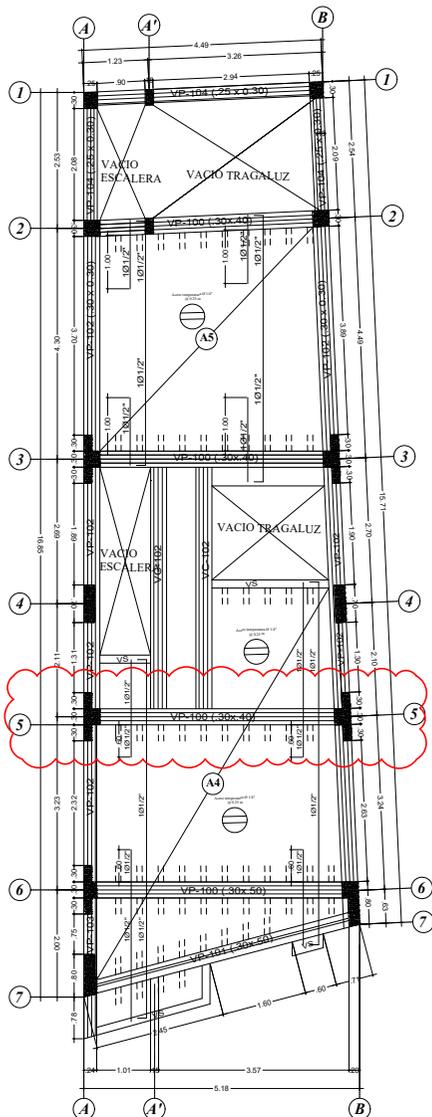
ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

ESC. INDIC.

LAMINA N° : **E-01**



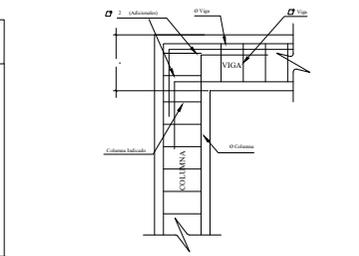
LOSA ALIGERADA MEZANINE
(Escala: 1/50)



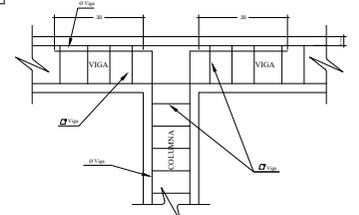
LOSA ALIGERADA 2DO, 3RO, 4TO Y 5TO NIVEL
(Escala: 1/50)

DETALLE ESTRUCTURAL DE VIGAS EN ALIGERADOS

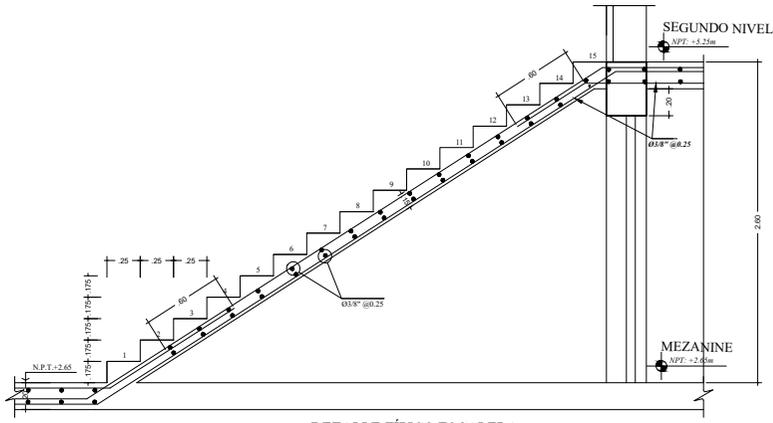
<p>VP-100 ESC: 1:25</p> <p>4 Ø 3/4" + 5 Ø 5/8"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	<p>VP-101 ESC: 1:25</p> <p>4 Ø 3/4" + 5 Ø 5/8"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	<p>VP-102 ESC: 1:25</p> <p>2 Ø 3/4" + 6 Ø 1/2"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	<p>VP-103 ESC: 1:25</p> <p>2 Ø 3/4" + 6 Ø 1/2"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>
<p>VP-104 ESC: 1:25</p> <p>4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	<p>VS (1.5x.20) ESC: 1:25</p> <p>4 Ø 1/2"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	<p>VA-1 (30x.20) ESC: 1:25</p> <p>4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"</p> <p>EST. Ø 3/8" 1 Ø 0.05, 4 Ø 0.10, 2 Ø 0.15, R Ø 0.20</p>	



ENCUENTRO ENTRE VIGAS DE TECHO EN "L"
(Escala: 1:25)

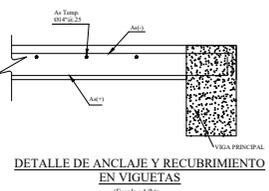


ANCLAJE DE VIGAS DE TECHO EN COLUMNAS EN "T"
(Escala: 1:25)

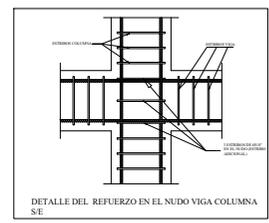


DETALLE TÍPICO ESCALERA
(Escala: 1/20)

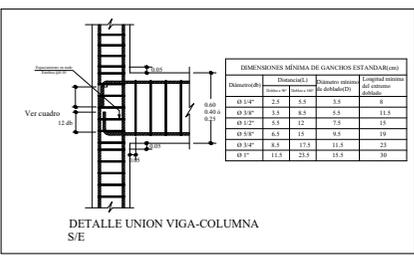
- OBSERVACIONES**
- CONSIDERAR QUE PARA EL SEGUNDO PISO SE DEBE DEJAR FIERRO DE TAL MANERA QUE PUEDA SER TRASLAPADO EN EL TERCIO CENTRAL DE DICHA COLUMNA
 - CONSIDERAR QUE NO SE DEBE TRASLAPAR MAS DEL 50% DE UNIDADES DE VARILLAS DE FIERRO EN UNA MISMA SECCION DE COLUMNA
 - CONSIDERAR DEJAR UNA PENDIENTE PEQUEÑA EN EL TECHO (0.5%) PARA QUE PUEDA DISCURRIR EL AGUA PROVENIENTE DE LAS LLUVIAS, TENIENDO EN CUENTA QUE EL DISEÑO ES PARA DOS PISOS
 - CONSIDERAR LAS OBSERVACIONES ANTERIORES PARA DISTRIBUIR ADECUADAMENTE EL FIERRO EN COLUMNAS DESDE SU COLOCACION EN LA CIMENTACION (VERIFICAR NORMAS DE DISEÑO)
 - CONSIDERAR SUPERVISION PROFESIONAL EN LA OBRA.



DETALLE DE ANCLAJE Y RECUBRIMIENTO EN VIGUETAS
(Escala: 1:25)

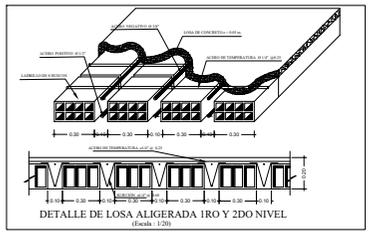


DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA COLUMNA
S/E

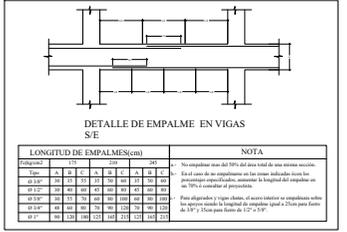


DETALLE UNION VIGA-COLUMNA S/E

Diámetro	Distancia 1	Distancia 2	Distancia 3	Distancia 4	Longitud mínima del extremo del gancho
Ø 1/4"	2.5	4.5	3.5	8	8
Ø 3/8"	3.5	6.5	5.5	11.5	11.5
Ø 1/2"	5.5	10	8.5	17	17
Ø 3/4"	8.5	15	13	23	23
Ø 1"	11.5	20.5	18.5	30	30



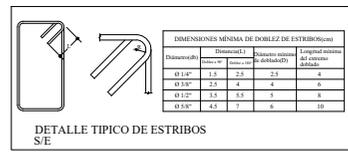
DETALLE DE LOSA ALIGERADA 1RO Y 2DO NIVEL
(Escala: 1:20)



DETALLE DE EMPALME EN VIGAS S/E

Diámetro	150	200	250	300
Ø 1/4"	21	28	35	42
Ø 3/8"	31	41	51	61
Ø 1/2"	41	54	67	80
Ø 3/4"	51	67	83	99
Ø 1"	61	81	101	121

NOTA
No emplear mas del 50% del area total de una misma sección.
En el caso de ser requerido en los casos debidos cuando se presenten requerimientos, indicar la longitud del empalme en Ø 90% o superior al promedio.
Para alfileres y vigas de acero laminado en caliente indicar la longitud mínima de empalme igual a 1.5 veces el diámetro de Ø 150% o superior del 150%.



DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS S/E

Diámetro	Distancia 1	Distancia 2	Distancia 3	Distancia 4
Ø 1/4"	1.5	2.5	2.5	4
Ø 3/8"	2.5	4	4	6
Ø 1/2"	3.5	5.5	5.5	8
Ø 3/4"	4.5	7	7	10

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIGERDO**
- CONCRETO :**
- COLUMNAS, VIGAS, LOSAS ALIGERADAS = $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO :**
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS :**
- VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS = 4 cm
 - DINTELES, LOSA ALIGERADA = 2 cm
- S / C :**
- PASILLOS = 400 kg/m²
 - CUARTAS = 200 kg/m²
 - AZOTEA = 200 kg/m²
- Norma de Diseño :**
- Norma Peruviana de Estructuras
 - Norma Técnica E-030 Diseño Sismo-Resistente
 - Norma Técnica E-060 Concreto Armado
 - Reglamento Nacional de Construcciones
 - American Concrete Institute (ACI)
 - American Society for Testing Materials (ASTM)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-02**

ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°06



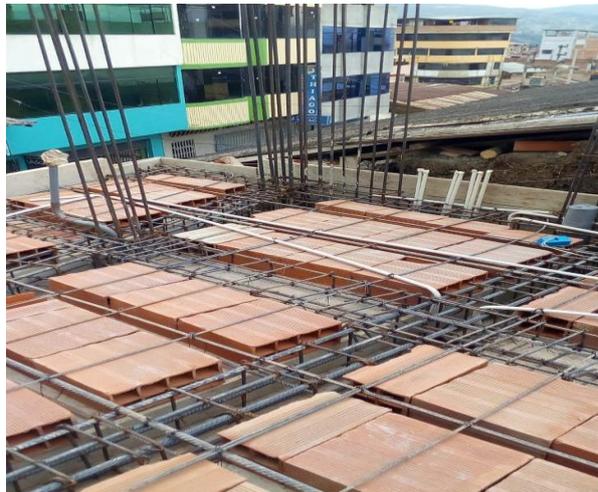
(a) Inicio de construcción



(b) Recolección de información



(c) Ubicación de emplame en columnas



(d) Detallado del acero en vigas



(e) Agregados utilizados



(f) Mezclado manual del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

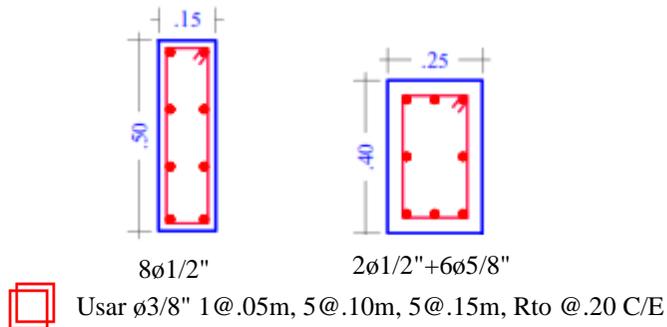
N° de edificio:	07	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Pj. Mariscal Castilla S/N°	Licencia de construcción:	No
Propietario:	Iban Bustamante Herrera	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	92.4 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

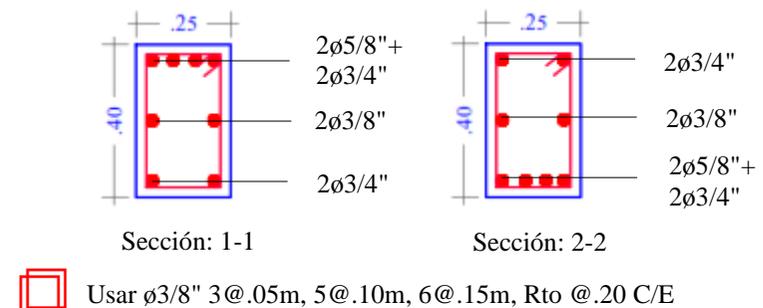
Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 4-4 (Ver planos)

Esquema de columna



Esquema de viga



Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.15	0.50
C-2	0.25	0.40

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-104	0.25	0.40
---	---	---

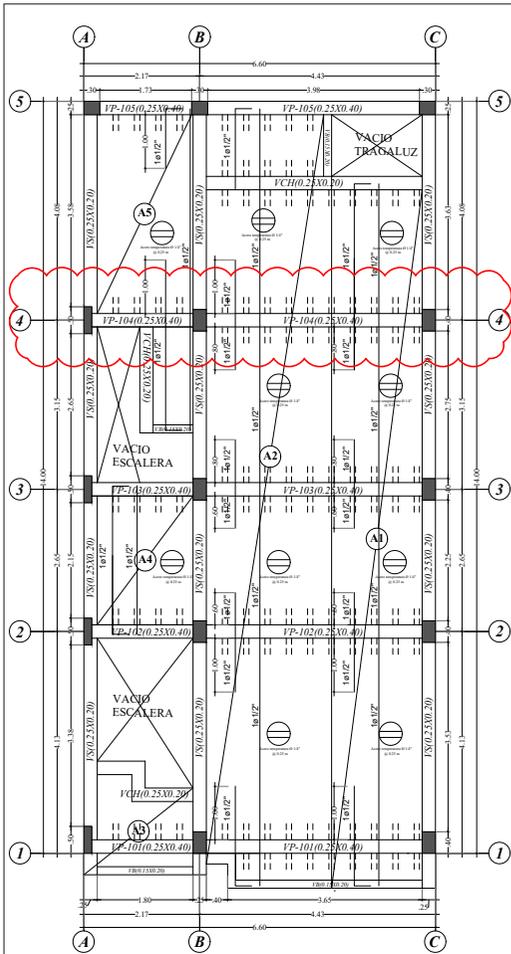
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	10.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	17.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	21.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	40.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	25.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	4.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	6.5	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	70.0	Barra de ø5/8", ø3/4", ø1"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	50.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.05, 5@.10, 6@.15, Rto @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1:2.5:2.5: 28 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	---
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.82	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

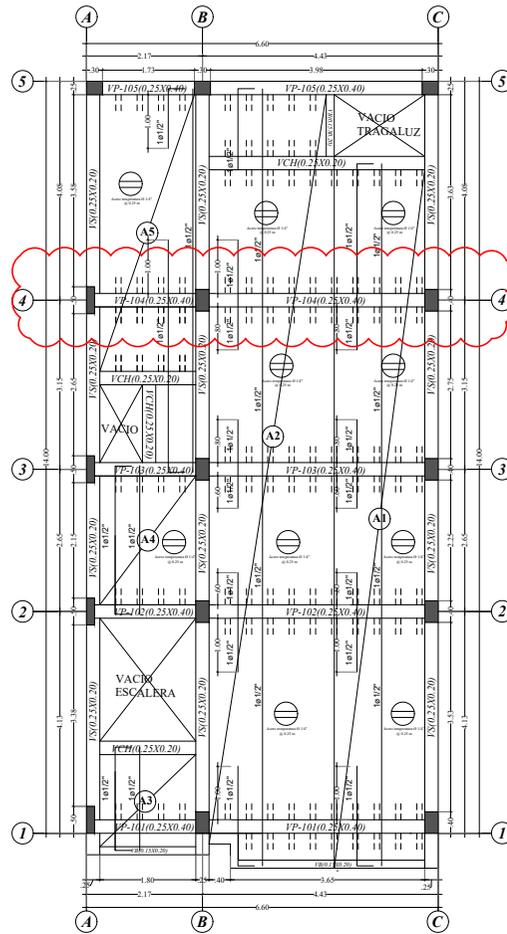
Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dílber Alberto Regalado Benavidez Tesista

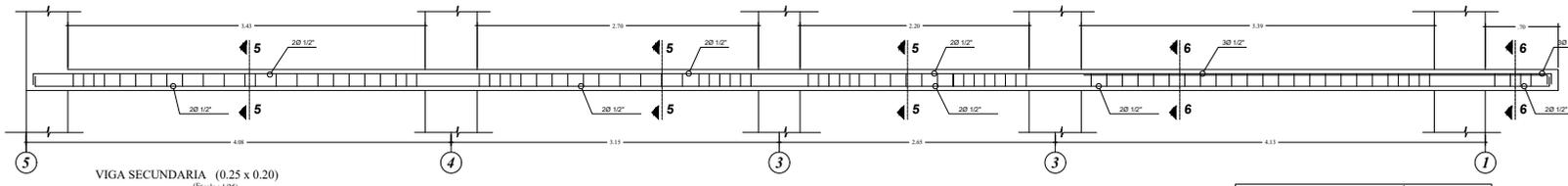
Planos:



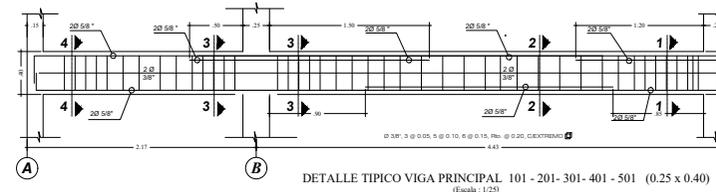
LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL
(Escala : 1/50)



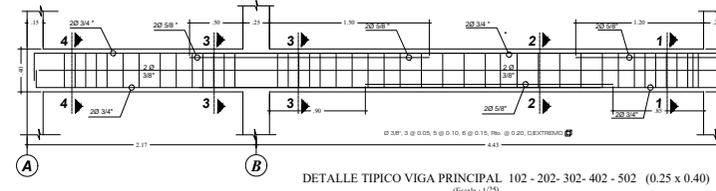
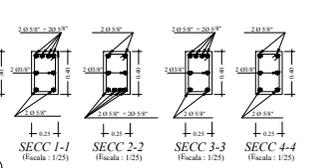
LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS
(Escala : 1/50)



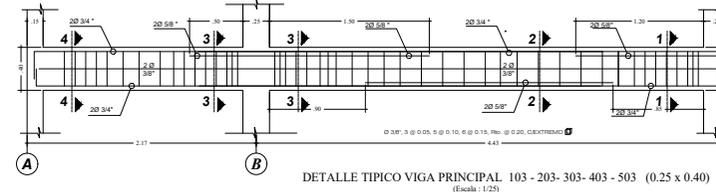
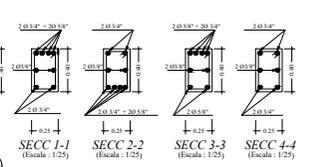
VIGA SECUNDARIA (0.25 x 0.20)
(Escala : 1/25)



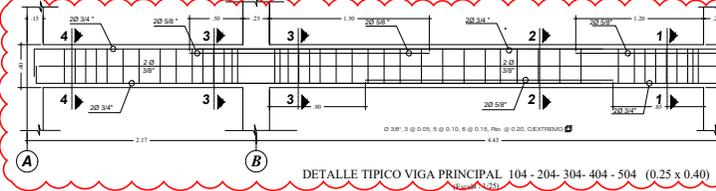
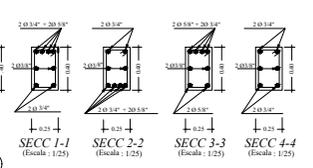
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 101-201-301-401-501 (0.25 x 0.40)
(Escala : 1/25)



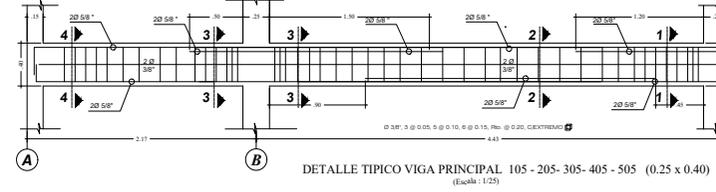
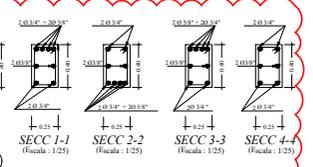
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 102-202-302-402-502 (0.25 x 0.40)
(Escala : 1/25)



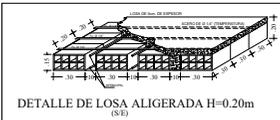
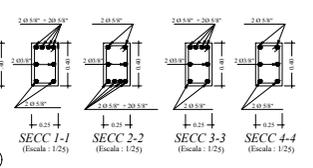
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 103-203-303-403-503 (0.25 x 0.40)
(Escala : 1/25)



DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 104-204-304-404-504 (0.25 x 0.40)
(Escala : 1/25)



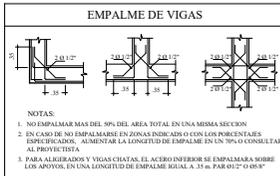
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 105-205-305-405-505 (0.25 x 0.40)
(Escala : 1/25)



DETALLE DE LOSA ALIGERADA H=0.20m
(S/E)

DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS S/E

DIMENSIONES MÍNIMA DE DOBLEZ DE ESTRIBOS (mm)				
Diámetro	Diámetro (1)	Diámetro (2)	Diámetro (3)	Diámetro (4)
Ø 10"	1.5	2.0	2.5	3.0
Ø 12"	2.0	2.5	3.0	3.5
Ø 16"	2.5	3.0	3.5	4.0
Ø 20"	3.0	3.5	4.0	4.5



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- DE LOS MATERIALES**
 - CONCRETO ARMADO
 - ARMAS: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS PRINCIPALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS SECUNDARIAS: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - OLANAS ESTRUCTURALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- DE LAS SOBRECARGAS**
 - NIVELES 1^o y 2^o: 200 Kg/m^2
- RECUBRIMIENTOS**
 - ZANJAS: 7mm
 - CULMINAS ESTRUCTURALES: 8mm
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN: 4mm
 - VIGAS PRINCIPALES: 7mm
 - VIGAS SECUNDARIAS: 7mm
 - VIGAS CRISTAS: 7mm
 - VIGAS DE ESCALERAS: 7mm
- ACERO**
 - ACERO CORROGADO: Grado 60 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS: S 24.2 - Tercera Clase, A 11.3 + 1.4
 - VIGAS: S 20.2 (Tercera Clase)
- NORMAS**
 - R. N. E. (Normas E-020, E-030, E-050, E-060)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 Facultad de Ingeniería
 Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-02**

ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°07



(a) Inicio de construcción



(b) Detallado del acero de refuerzo



(c) Piedra mediana en zapatas



(d) Detallado del acero de refuerzo en vigas



(e) Agregados utilizados



(f) Mezcla manual del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

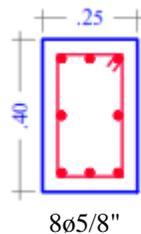
N° de edificio:	08	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Jr. San Martín N°640	Licencia de construcción:	Si
Propietario:	Clemente Núñez Ramírez	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	133.50 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	6.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

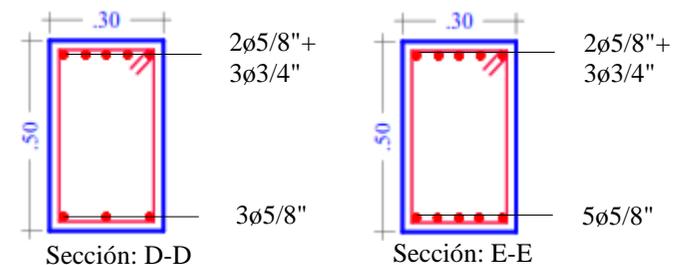
Pórtico de eje: 4-4 (Ver planos)

Esquema de columna



Usar $\phi 3/8"$ 1@.05m, 5@.10m, 5@.15m, Rto @.20 C/E

Esquema de viga



Usar $\phi 3/8"$ 5@.10m, 3@.15m, Rto @.25 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-3	0.25	0.40

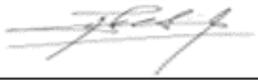
Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-4	0.30	0.50

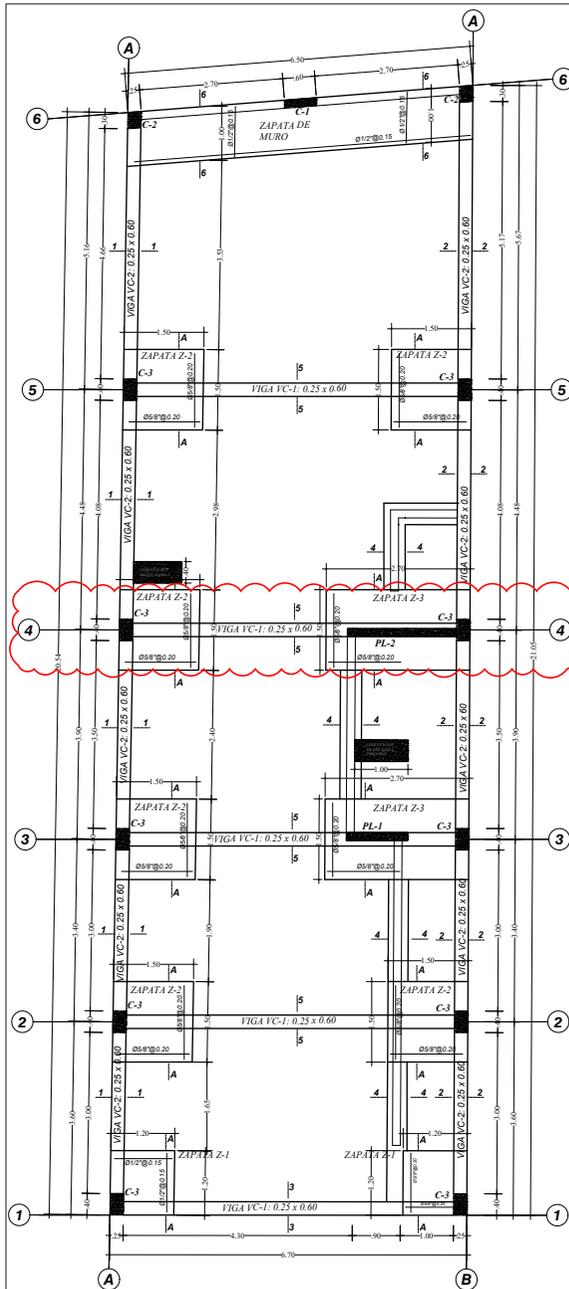
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.5	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	10.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	18.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	20.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø 1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	50.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	25.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	6.5	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	70.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	55.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 5@.10, 3@.15, Rto @.25 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 36 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	Agua turbia
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.85	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	80.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	4.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

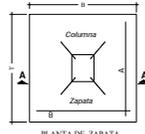
Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dilber Alberto Regalado Benavidez Tesista

Planos:

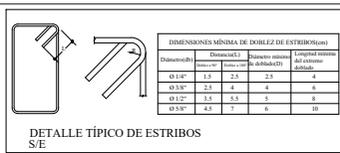
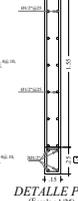


PLANTA CIMENTACIÓN
(Escala: 1/50)

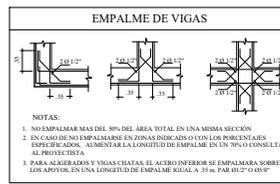
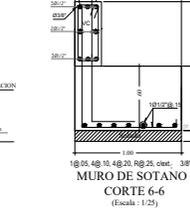
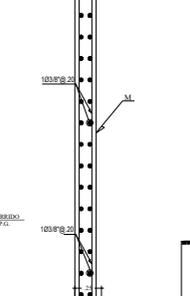
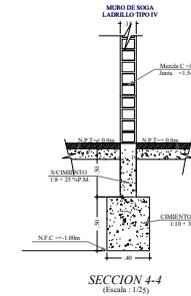
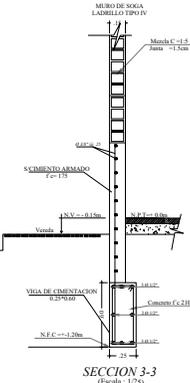
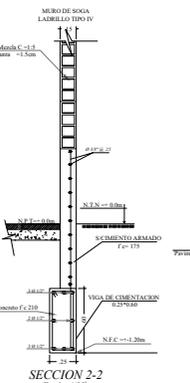
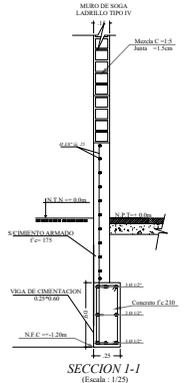
CUADRO DE ZAPATAS					
TIPO	SECCION	REFUERZO	ALTURA	NIVEL DE CIMENTACION	
	(Tm)	(Bm)	ACERON(A) ACERON(B)	h(m) H(m) Mínimo	
Z-1	1.20	1.20	10 5/8"φ20	0.60	-1.80
Z-2	1.50	1.50	10 5/8"φ20	0.60	-1.80
Z-3	1.50	3.70	10 5/8"φ20	0.60	-1.80



CUADRO DE COLUMNAS				
NIVEL	TIPO	C-1	C-2	C-3
1 ^o , 2 ^o , 3 ^o , 4 ^o , 5 ^o	ACERON	4 1/2" x 4 1/2"	4 1/2" x 4 1/2"	4 1/2" x 4 1/2"
	ESTRIBOS	φ 1/2" @ 10 cm	φ 1/2" @ 10 cm	φ 1/2" @ 10 cm
B/C	ACERON	0.15x0.30	0.20x0.30	0.25x0.40
	ESTRIBOS	φ 1/2" @ 12 cm	φ 1/2" @ 12 cm	φ 1/2" @ 12 cm



DIMENSIONES MÍNIMAS DE DOBLEZ DE ESTRIBOS				
Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro mínimo (mm)	Diámetro mínimo (mm)
φ 12"	1.0	2.0	2.0	4
φ 16"	2.0	4.0	4.0	8
φ 20"	3.0	6.0	6.0	12
φ 25"	4.0	8.0	8.0	16



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SOLADOS : MEZCLA C-A-P 1:8

FALSOS PISOS : CONCRETO f' = 100 Kg/ Cm2.

CONCRETO ARMADO :

ZAPATAS DE CIMENTACION : f'c = 210 Kg/ Cm2.

VIGAS DE CIMENTACION : f'c = 210 Kg/ Cm2.

MURO DE CONTENCIÓN : f'c = 210 Kg/ Cm2.

MUROS CISTERNA : f'c = 210 Kg/ Cm2.

COLUMNAS : f'c = 210 Kg/ Cm2.

LOSA CISTERNA : f'c = 210 Kg/ Cm2.

ACERO DE REFUERZO : f'y = 4200 Kg/cm2

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS : ZAPATAS 7.5 cm.
Rls. 3.0 cm.
φ 3/8" 0.70 metros
φ 5/8" 0.60 metros
φ 1/2" 0.50 metros
φ 3/8" 0.4 metros

RESISTENCIA DEL TERRENO : Gt = 0.95 kg/cm2 (Verificar en obra)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ESCALERA

CONCRETO : Fc = 210 Kg/cm2

ACERO G-60 : Fy = 4200 Kg/cm2

SOBRECARGA : S/C = 200 Kg/cm2

PASO = 0.25

CONTRA PASO = 0.175

Espeor (garganta) = 15 cms. (1^o, 2^o Nivel)

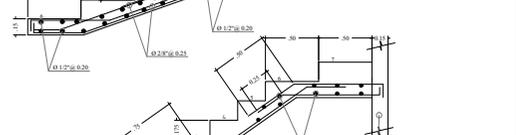
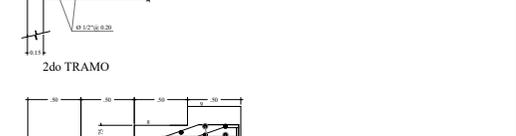
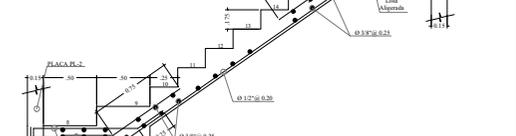
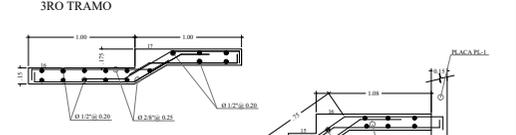
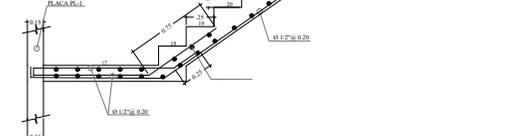
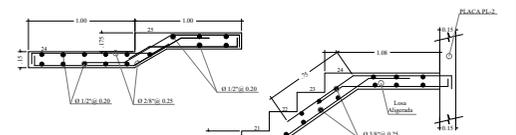
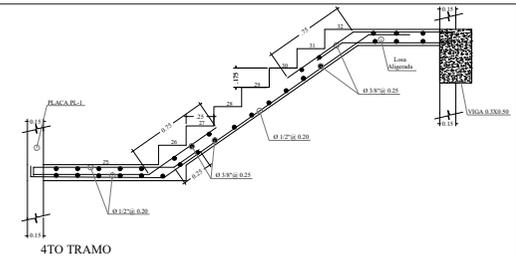
Recubrimiento = 2 cms.

Desenfofrado costados = 24 horas

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS S/E

LONGITUD DE EMPALMES (cm)	NOTA		
	175	210	245
Tipo	A	B	C
φ 12"	30	35	40
φ 16"	35	40	45
φ 20"	40	45	50
φ 25"	45	50	55
φ 30"	50	55	60
φ 36"	60	65	70
φ 42"	70	75	80
φ 48"	80	85	90
φ 54"	90	95	100
φ 60"	100	105	110
φ 66"	110	115	120
φ 72"	120	125	130
φ 78"	130	135	140
φ 84"	140	145	150

NOTA: No empalmar más del 50% del área total de una misma sección. En el caso de ser empalmes en las zonas indicadas o con las porcentajes especificadas, aumentar la longitud del empalme un 70% o consultar al proyectista. Para alfileres y vigas chatas, el acero interior se empalmará sobre los apoyos desde la terminal de empalme igual a 20cm para fajas de 5/8" y 3/4m para fajas de 1/2" a 5/8".



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

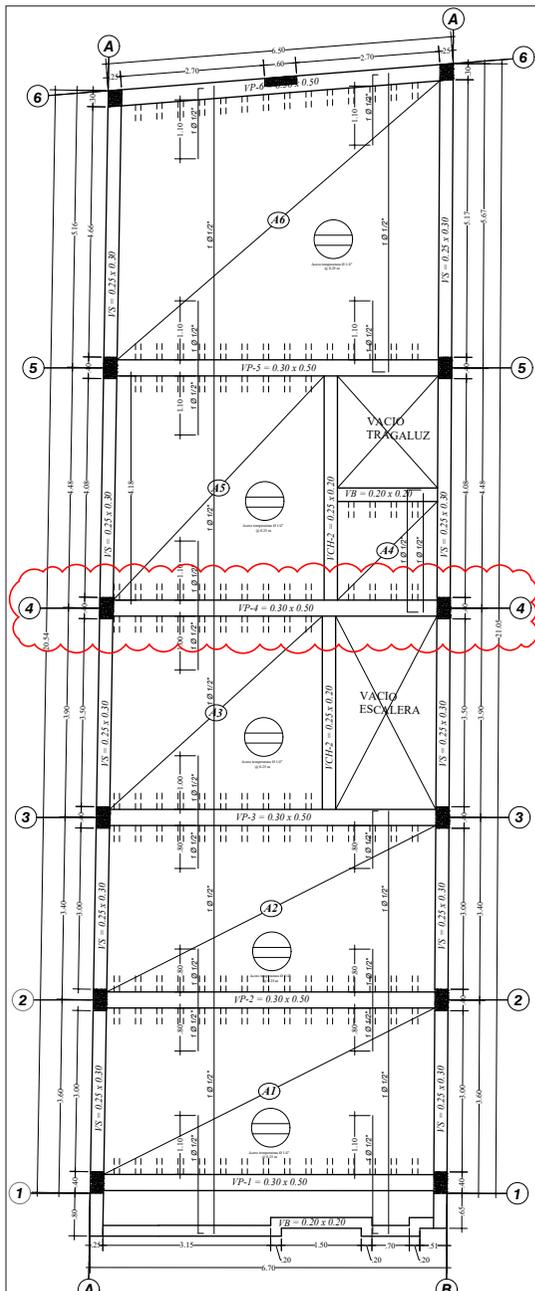
PLANO : CIMENTACIÓN

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

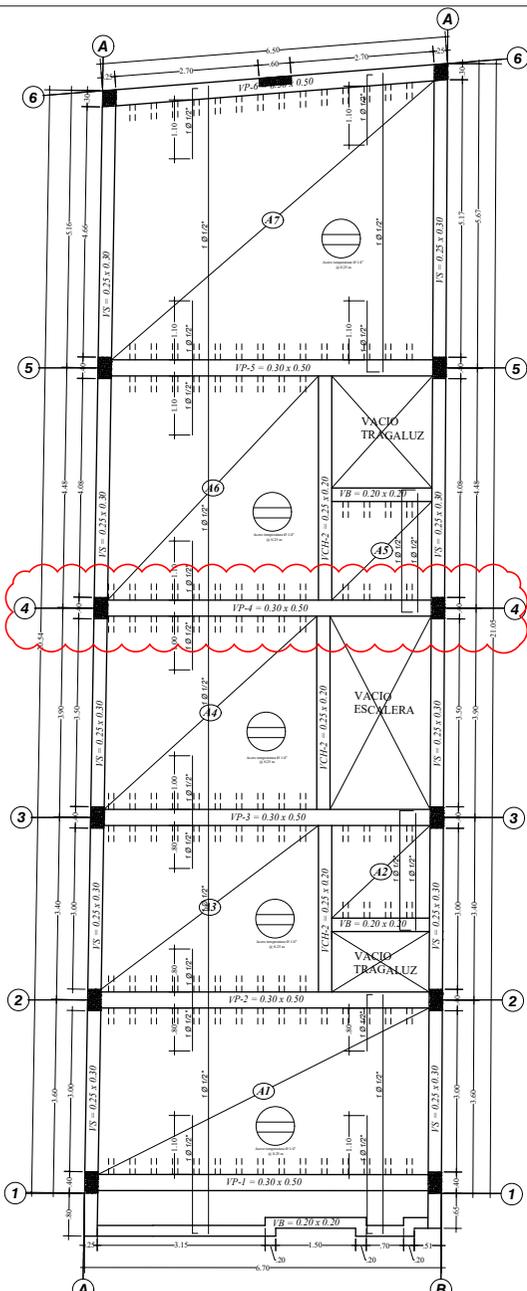
ASesor : ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N° : **E-01**

ESC: INDIC.



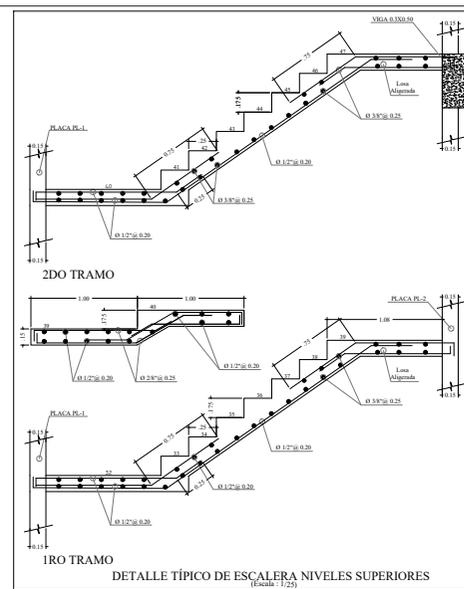
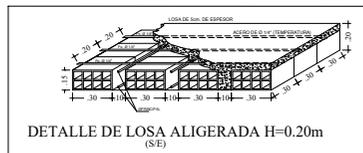
LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL
(Escala: 1/50)



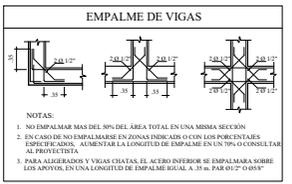
LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS
(Escala: 1/50)

DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS S/E

DIMENSIONES MÍNIMA DE DOBLEZ DE ESTRIBOS (cm)			
Diámetro (Ø)	Dimensiones	Distancia mínima entre centros de estribos	Distancia mínima entre centros de estribos
Ø 14"	13	25	25
Ø 18"	25	4	4
Ø 12"	32	53	5
Ø 18"	43	7	6



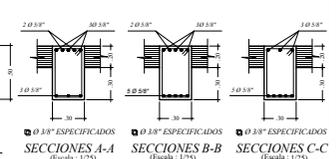
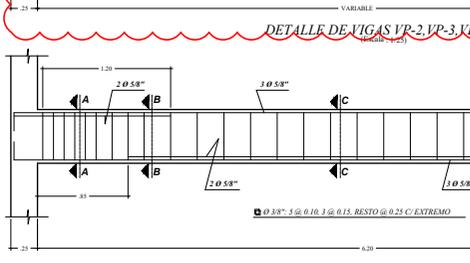
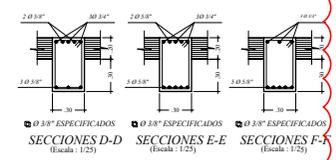
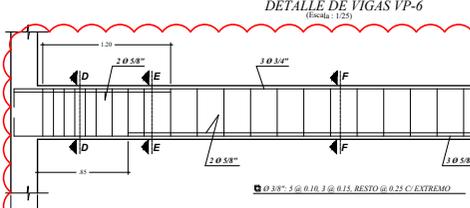
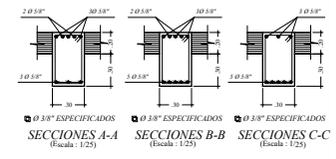
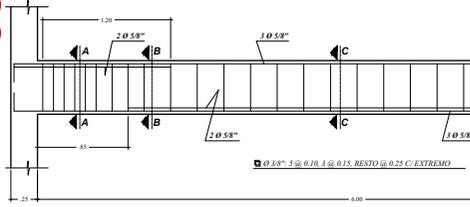
- ### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- DE LOS MATERIALES**
 - CONCRETO ARMADO
 - ZAPATA: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS PRINCIPALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS SECUNDARIAS: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - COLUMNAS ESTRUCTURALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - DE LAS SOBRECARGAS**
 - NIVELES 1, 2, 3, 4, 5: 200 Kg/cm^2
 - RECUBRIMIENTOS**
 - ZAPATA: 5 cm
 - COLUMNAS ESTRUCTURALES: 5 cm
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN: 5 cm
 - VIGAS PRINCIPALES: 4 cm
 - VIGAS SECUNDARIAS: 2.5 cm
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN: 2.5 cm
 - ACERO**
 - ACERO CORROSIONADO: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS: A414 (Tramo Central), A 253 (Tramo Central)
 - NORMAS**
 - B. N. E. (Norma E-402, E-403, E-405, E-406)



DETALLE DE EMPALME EN VIGAS S/E

LONGITUD DE EMPALME (cm)	175	210	245
Ø 18"	30	35	40
Ø 20"	35	40	45
Ø 22"	40	45	50
Ø 24"	45	50	55
Ø 26"	50	55	60
Ø 28"	55	60	65
Ø 30"	60	65	70
Ø 32"	65	70	75
Ø 34"	70	75	80
Ø 36"	75	80	85
Ø 38"	80	85	90
Ø 40"	85	90	95
Ø 42"	90	95	100
Ø 44"	95	100	105
Ø 46"	100	105	110
Ø 48"	105	110	115
Ø 50"	110	115	120
Ø 52"	115	120	125
Ø 54"	120	125	130
Ø 56"	125	130	135
Ø 58"	130	135	140
Ø 60"	135	140	145

NOTA: No empalmar mas del 50% del area total de una misma seccion. En el caso de no empalmar en las zonas indicadas o sea los porcentajes especificados, aumentar la longitud del empalme en un 50% o consultar al proyectista. Para alaberos y vigas chinas, el acero inferior se empalmara sobre los apoyos desde la longitud de empalme igual a 25cm para tramos de 50" y 30cm para tramos de 12" a 50".



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO: VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA: DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR: ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N°: E-02

ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°08



(a) Inicio de construcción



(b) Construcción por partes de vigas



(c) Empalme de columnas en un mismo lugar



(d) Recubrimiento en vigas



(e) Agregados utilizados



(f) Almacenamiento de acero y cemento



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

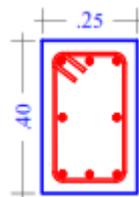
N° de edificio:	09	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Jr. Tupaca Amaru N°680	Licencia de construcción:	No
Propietario:	Elmer Regalado Benavides	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	109.5 m ²	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 2-2 (Ver planos)

Esquema de columna

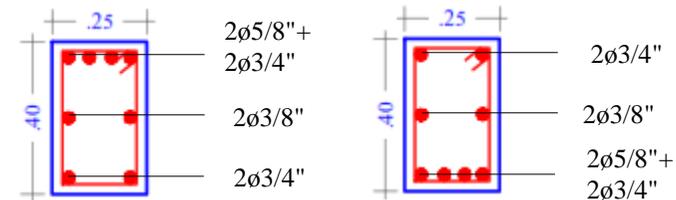


8ø5/8"



Usar ø3/8" 4@.05m, 5@.10m, 5@.15m, Rto @.20 C/E

Esquema de viga



Sección: 4-4

Sección: 5-5



Usar ø3/8" 2@.05m, 5@.10m, 5@.15m, Rto @.20 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.25	0.40

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-102	0.25	0.40

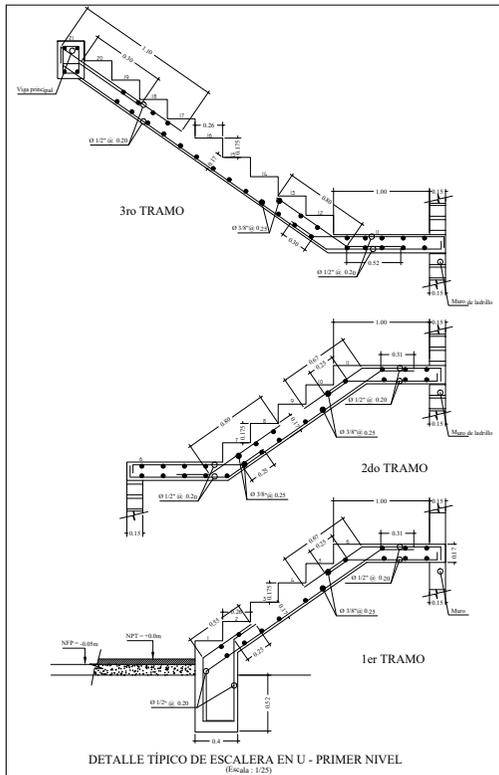
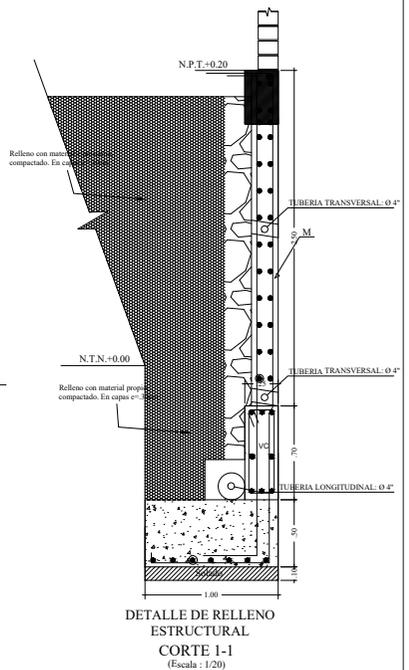
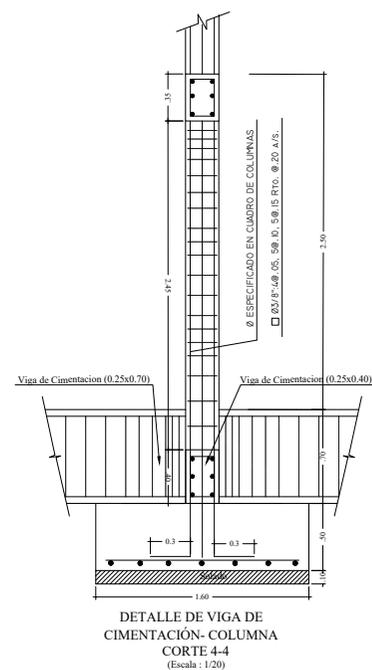
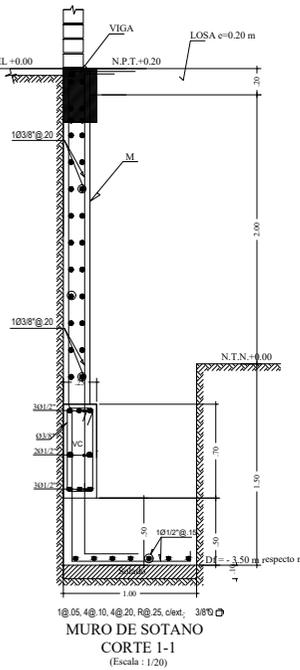
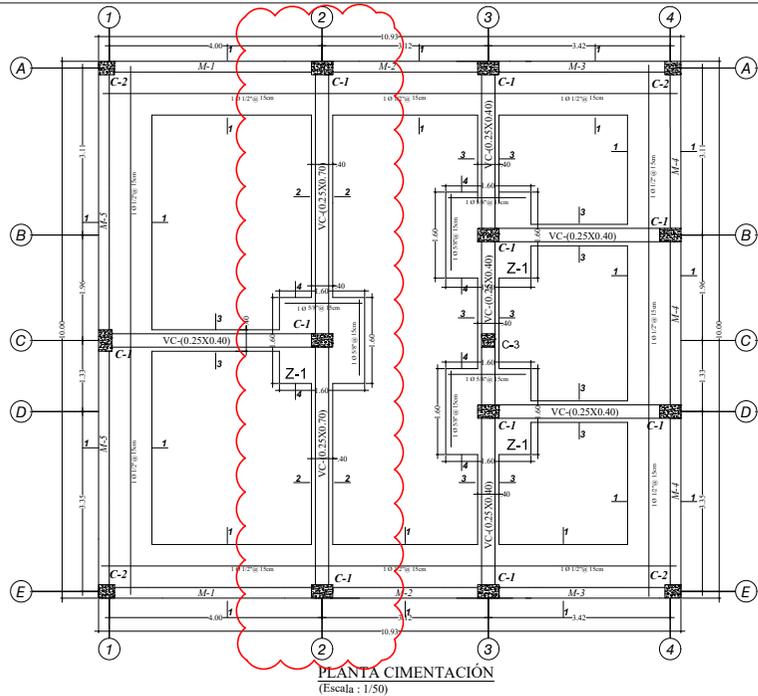
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	3.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.5	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	9.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	17.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	20.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	42.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	30.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	3/8": 7.5	6.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	70.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	50.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 4@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 2@.05, 5@.10, 5@.15, Rto @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 3: 25 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	Agua turbia
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.59	Mezcla fluida
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	15.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	5.0	Curado con agua

Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Díber Alberto Regalado Benavidez Tesista

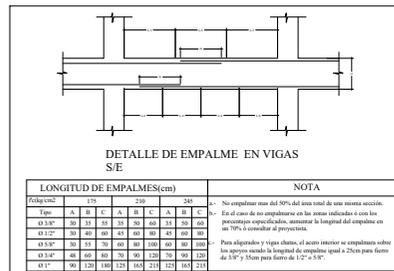
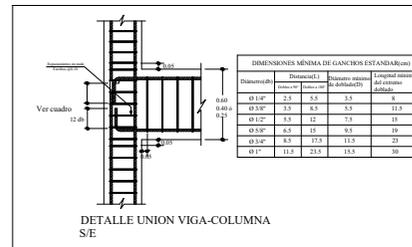
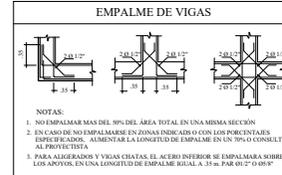
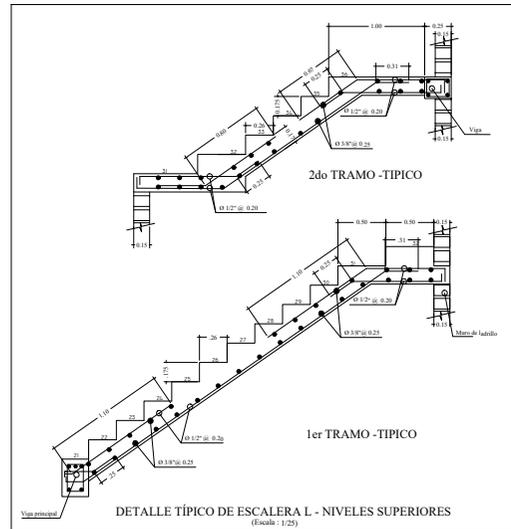
Planos:



CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C-1	C-2	C-3
NIVEL	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a , 5 ^a		
BxT	0.25x0.40	0.25x0.30	0.25x0.25
ACERO	8 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"
ESTRIBOS	Ø 3/8" @ 05, 5 @ 10, 5 @ 15 Rto. @ 20 a/s.	Ø 3/8" @ 05, 5 @ 10, 5 @ 15 Rto. @ 20 a/s.	Ø 3/8" @ 05, 5 @ 10, 5 @ 15 Rto. @ 20 a/s.

(Escala: 1/25)



DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS

DIMENSIONES MÍNIMA DE DOBLEZ DE ESTRIBOS (cm)				
Diámetro	Distancia 1	Distancia 2	Distancia 3	Longitud mínima del desarrollo
Ø 1/2"	3.5	3.5	2.5	4
Ø 3/8"	2.5	4	4	6
Ø 1/2"	3.5	3.5	3	8
Ø 3/8"	4.5	3	6	10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- DE LAS MATERIALES**
 - CONCRETO SIMPLE**
CEMENTO PORTLAND: $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
SOPRECARGAS: $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
SOLADO: $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
PAVIMENTO: $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - CONCRETO ARMADO**
ZAPATAS: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS PRINCIPALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS SECUNDARIAS: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
COLUMNAS ESTRUCTURALES: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS DE CIMENTACIÓN: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - ALBAÑILERIA**
MORTERO: $C/A = 1:5$
RETA: $1:5$
UNIDAD: LADRILLOS KING KONG DE ARCILLA COMPRESA ALBAÑILERIA $f_c = 5 \text{ Kg/cm}^2$
PERO ESPECÍFICO DE ALBAÑILERIA: $1,800 \text{ Kg/m}^3$
LADRILLO CARGADO RE. ARCILLA: $310 \times 145 \times 75$
- DEL SUELO**
CAPACIDAD PORTANTE: 1.2 Kg/cm^2 (Verificar en obra)
FACTOR DE ZONADO: 0.30
FÓRMULA DE CIMENTACIÓN: $1.25 \text{ cm (diámetro)}$
- DE LAS SOBRECARGAS**
NIVELES 1^a a 5^a: 2.5 Ton/m^2
- RECURBIENTOS**
ZAPATAS: 7.5 cm
VIGAS DE CIMENTACIÓN: 7.5 cm
VIGAS PRINCIPALES: 7.5 cm
VIGAS SECUNDARIAS: 4.0 cm
VIGAS CRISTAL: 2.5 cm
LOSAS Y ESCALERAS: 2.5 cm
- ACERO**
ACERO CORROÍDO-Grado 60: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
VIGAS: A-11, T-uno Control, A-11 + A-14
COLUMNAS: A-11, T-uno Control
- NORMAS**
E.N.E. (Normas E-200, E-600, E-650, E-680)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

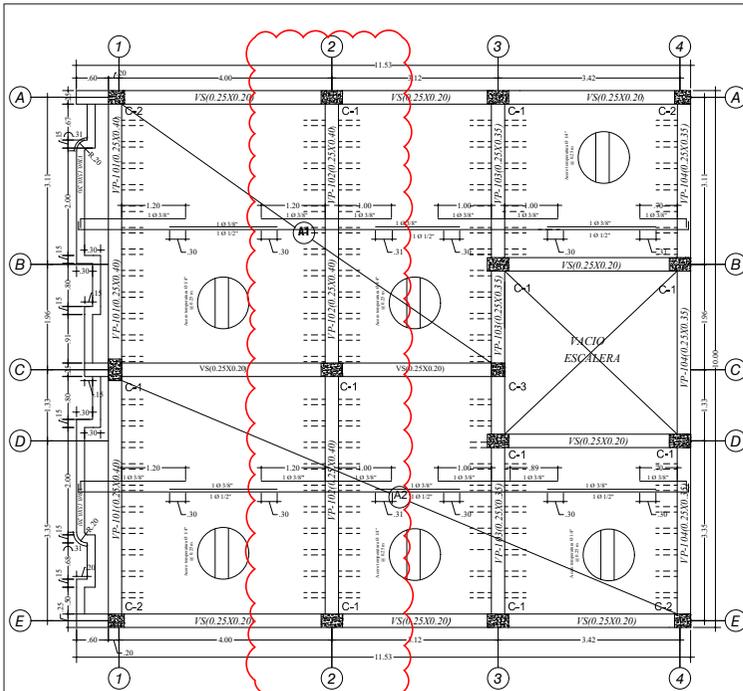
PLANO: CIMENTACIÓN

TESISTA: DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

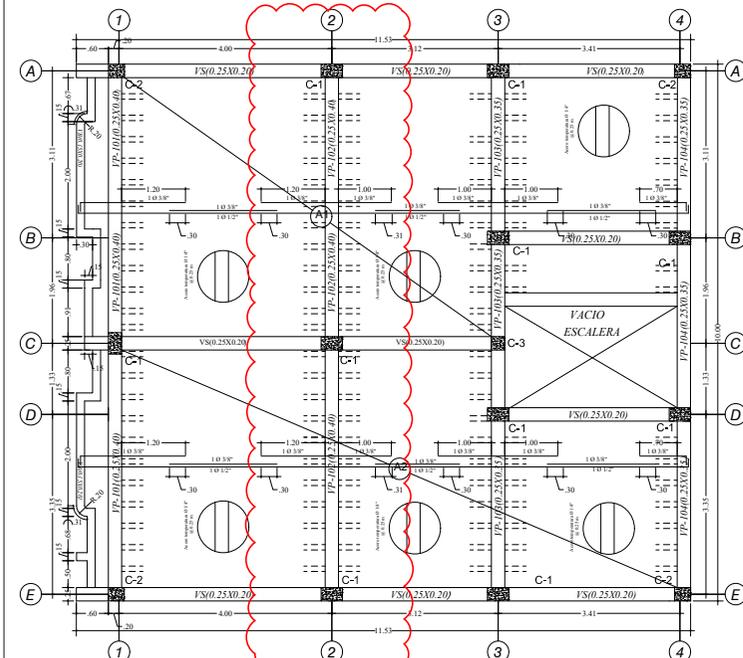
ASESOR: ING. MARCO MENDOZA LINARES

LAMINA N°: **E-01**

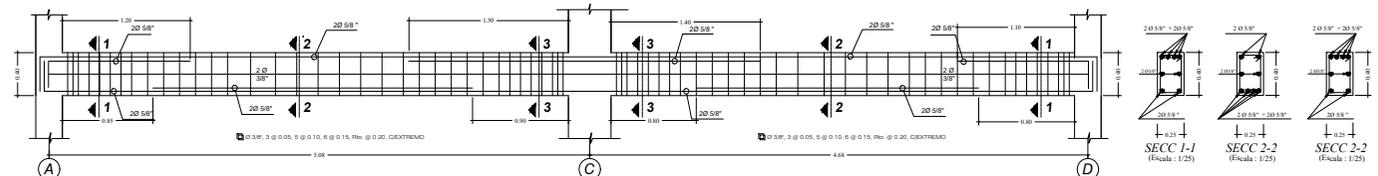
ESC. INDIC.



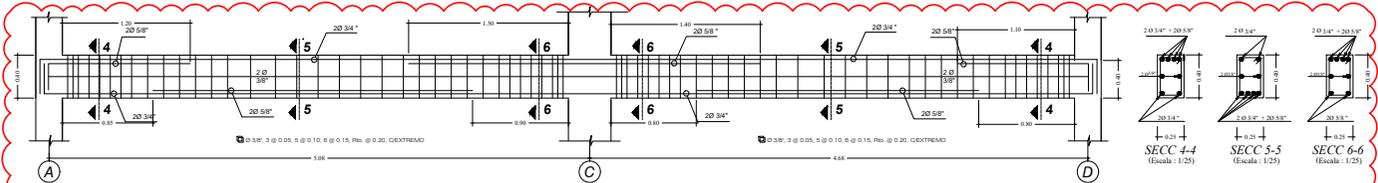
LOSA ALIGERADA PRIMER NIVEL
(Escala: 1/50)



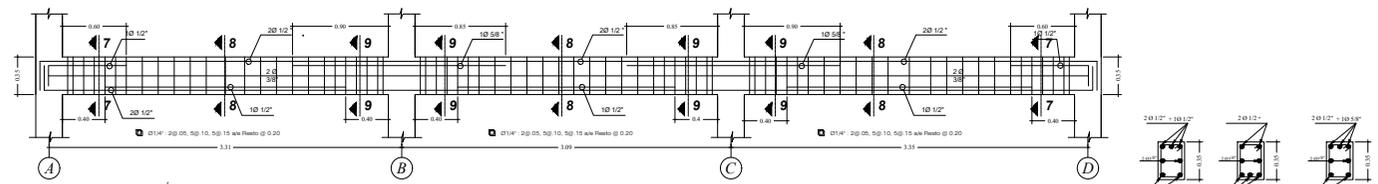
LOSA ALIGERADA NIVELES TÍPICOS
(Escala: 1/50)



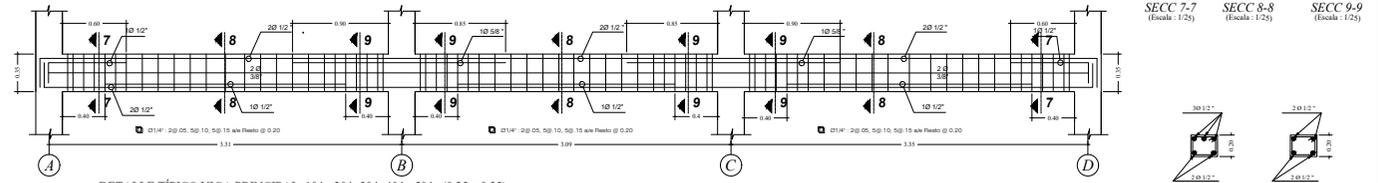
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 101-201-301-401-501 (0.25 x 0.40)
(Escala: 1/25)



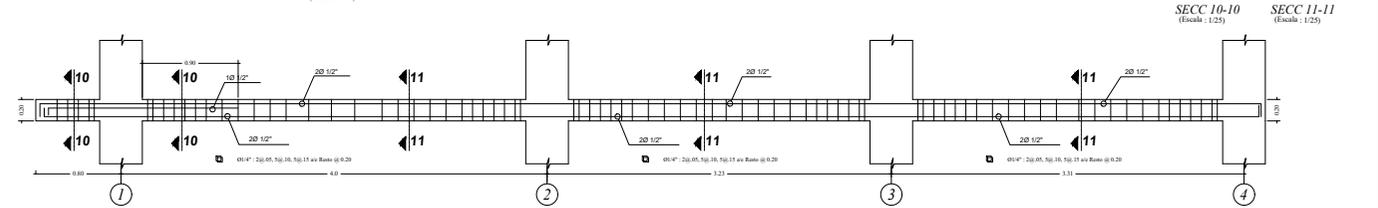
DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 102-202-302-402-502 (0.25 x 0.40)
(Escala: 1/25)



DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 103-203-303-403-503 (0.25 x 0.35)
(Escala: 1/25)



DETALLE TÍPICO VIGA PRINCIPAL 104-204-304-404-504 (0.25 x 0.35)
(Escala: 1/25)



VIGA SECUNDARIA (0.25 x 0.20)
(Escala: 1/25)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. DE LOS MATERIALES

1.1 CONCRETO SIMPLE
 CEMENTOS COMBOS : $f_c = 180 \text{ Kg/cm}^2$
 SOBRECIMENTOS : $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
 SOLADO : $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 FALSO PISO

1.2 CONCRETO ARMADO
 ZAPATAS : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 VIAS PRINCIPALES : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 VIAS SECUNDARIAS : $f_c = 180 \text{ Kg/cm}^2$
 COLUMNAS ESTRUCTURALES : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 VIAS DE CIMENTACIÓN : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

1.3 ALBAÑILERIA
 MORTERO : C/A = 1/3
 RINZA : 12.5 cm
 UNIDAD : LADRILLOS KING KONG DE ARCELLA
 COMPRESION ALBAÑILERIA : $f_m = 9 \text{ Kg/cm}^2$
 COMPRESION DE ALBAÑILERIA : $f_m = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 LADRILLO MACIZO X KX ARCELLA : 10 x 24 x 4

2. DEL SUELO
 CAPACIDAD PORTANTE : 1.2 Kg/cm² (Verificar en Obra)
 FACTOR DE FONDO : 0.30
 PROF. DE CIMENTACIÓN : 1.50m (Módulo)

3. DE LAS SOBRECARGAS
 SOBRECARGA : 200 Kg/cm²

4. RECUBRIMIENTOS

5. ACERO
 VIGAS CORROGADO Grado 60 : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
 : A11 : Fines Control. A11 + : 1 x 14
 : A2 : Fines Control.

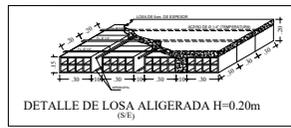
6. NORMAS
 B. N. S. Normas E-020, E-005, E-006, E-060

DETALLE DE EMPALME EN VIGAS
S/E

LONGITUD DE EMPALME (cm)	175	220	265
101*	10	10	10
102*	10	10	10
103*	10	10	10
104*	10	10	10
105*	10	10	10
106*	10	10	10
107*	10	10	10
108*	10	10	10
109*	10	10	10
110*	10	10	10
111*	10	10	10
112*	10	10	10
113*	10	10	10
114*	10	10	10
115*	10	10	10
116*	10	10	10
117*	10	10	10
118*	10	10	10
119*	10	10	10
120*	10	10	10
121*	10	10	10
122*	10	10	10
123*	10	10	10
124*	10	10	10
125*	10	10	10
126*	10	10	10
127*	10	10	10
128*	10	10	10
129*	10	10	10
130*	10	10	10

NOTA
 * No emplear más del 50% del área total de una misma sección.
 + En el caso de un empalme de las barras indicadas con los porcentajes especificados, mantener la longitud del empalme en un 50% constante en proporción.

Para aligerada y espesores, el acero mínimo es equivalente a las vigas con la longitud de empalme igual a 25cm para barras de 14" y 3cm para barras de 12" a 10".



DETALLE DE LOSA ALIGERADA H=0.20m
(85%)

DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS

Dimensiones (cm)	Dimensiones 1	Dimensiones 2	Dimensiones 3	Dimensiones 4	Empalme mínimo del extremo del alfiler	Empalme mínimo del alfiler
49.54"	1.5	2.5	2.5	4	4	4
49.54"	2.5	4	4	6	6	6
49.54"	5.5	5.5	6	8	8	8
49.54"	4.5	7	6	10	10	10



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 Facultad de Ingeniería
 Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO : VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASESOR : ING. MARCO MENDEZA LINARES

LAMINA N° : E-02

ESC. INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°09



(a) Inicio de construcción



(b) Detallado de acero en columnas



(c) Construcción por partes de columnas



(d) Vista de avance de obra



(e) Detallado del acero en vigas



(f) Proceso de mezclado del concreto



Ficha de evaluación del proceso constructivo de elementos estructurales de edificios de concreto armado

1.0 Datos generales de la construcción

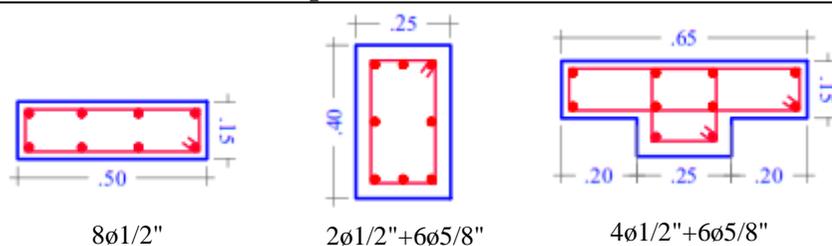
N° de edificio:	10	Fecha de evaluación:	Enero a agosto del 2022
Ubicación:	Av. Camino Real S/N°	Licencia de construcción:	No
Propietario:	Néstor Medina Guevara	Modalidad:	Construcción nueva
Área constr.:	105.0 m2	Documentación:	Si
N° de pisos:	5.0	Asesoramiento técnico:	No
Uso destinado:	Comercio - Vivienda	Encargado de la construcción:	Maestro de obra

2.0 Configuración estructural

Configuración estructural: Sistema aporticado de concreto armado

Pórtico de eje: 3-3 (Ver planos)

Esquema de columna



8 ϕ 1/2"

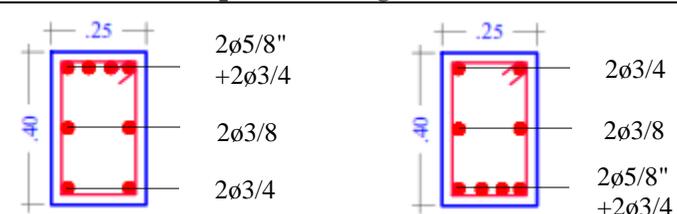
2 ϕ 1/2"+6 ϕ 5/8"

4 ϕ 1/2"+6 ϕ 5/8"



Usar ϕ 3/8" 1@.05m, 5@.10m, 5@.15m, Rto @.20 C/E

Esquema de viga



Sección: 1-1

Sección: 2-2



Usar ϕ 3/8" 3@.05m, 5@.10m, 6@.15m, Rto @.20 C/E

Dimensiones (m)

Tipo	B	H
C-1	0.15	0.50
C-2	0.25	0.40
C-4	Variable	0.65

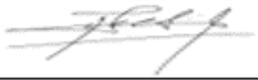
Dimensiones (m)

Tipo	B	H
VP-103	0.25	0.40
---	---	---
---	---	---

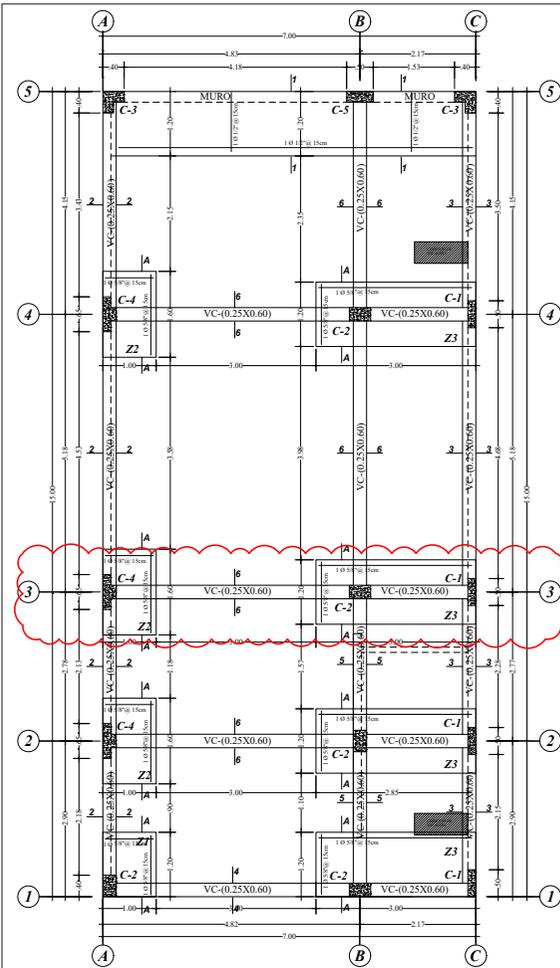
3.0 Habilitación e instalación del acero de refuerzo			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Limpieza del acero de refuerzo	Sin agentes contaminantes	Presencia de corrosión	---
Recubrimiento (cm)	Vigas y columnas (4.0)	4.0	No se utiliza separadores
Espaciamiento entre barras longitudinales en vigas (cm)	Mayor a 2.5	4.0	---
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 9.5, ø3/4": 11.5	9.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 19.0, ø3/4": 23.0	16.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en vigas (cm)	ø5/8": 31.0, ø3/4": 41.0	20.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Longitud de anclaje de ganchos estándar de 90° en columnas (cm)	ø1/2": 28.0, ø5/8": 35.0	44.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 90° en columnas (cm)	ø5/8": 25.0	30.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Diámetro mínimo de doblado (D) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 4.0	3.0	Barra de ø3/8"
Longitud mínima del extremo (l _{ext}) para gancho de 135° - Estribos (cm)	ø3/8": 7.5	6.0	Barra de ø3/8"
Empalme por traslape en tracción en vigas (cm)	ø5/8": 80.0, ø3/4": 90.0	60.0	Barra de ø5/8", ø3/4"
Empalmes por traslape para barras de acero en compresión en columnas (cm)	ø1/2": 42.0, ø5/8": 52.0	45.0	Barra de ø1/2", ø5/8"
Correcta ubicación de traslapes	En los dos tercios centrales	Extremos	---
Espaciamiento entre estribos en columnas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 1@.05, 5@.10, 5@.15 Rto. @.20 C/E.
Espaciamiento entre estribos en vigas (m)	De acuerdo a plano	No conforme	ø3/8": 3@.05, 5@.10, 6@.15, Rto @.20 C/E.

4.0 Calidad del concreto			
Factor evaluado	Valor permisible (NTP E.060 2009, Planos, Especificaciones técnicas)	Datos de campo	Comentarios
Dosificación de los componentes del concreto	Diseño de mezcla	No se tiene	Proporción = 1: 2: 2: 30 lts de agua
Calidad del agua utilizada	Sin agentes contaminantes	Agua de río	Agua turbia
Calidad de los agregados	Sin agentes contaminantes	Agregado de cantera de cerro	Piedra chancada
TMN de agregado grueso	TMN menor a 1"	1/2"	---
Tipo de cemento	Tipo I	Tipo I Pacasmayo	---
Relación A/C	A/C < 0.50	0.71	Excesiva cantidad de agua
Tiempo de mezclado de los componentes del concreto (Seg.)	Mayor a 90 segundos	75.0	Mezcladora mecánica de 9pies3
Tiempo de vibrado de la mezcla de concreto (Seg.)	De 14 a 20 Segundos	10.0	---
Tiempo de curado del concreto (Días)	Mayor a 7 días	4.0	Curado con agua

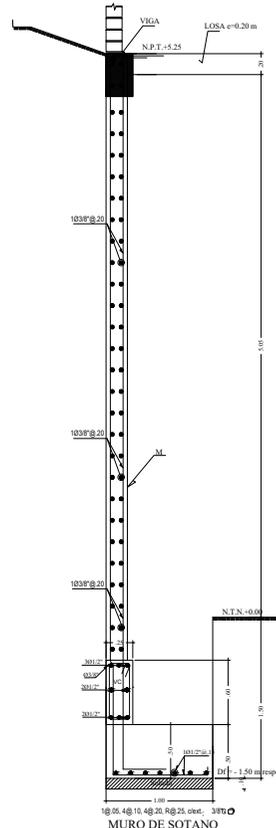
Comentarios/ Observaciones
Este procedimiento se realiza en los elementos estructurales: columnas y vigas de todos los ejes principales.

Responsables:	
 <hr/> Marcos Mendoza Linares Asesor de Tesis	 <hr/> Dilber Alberto Regalado Benavidez Tesista

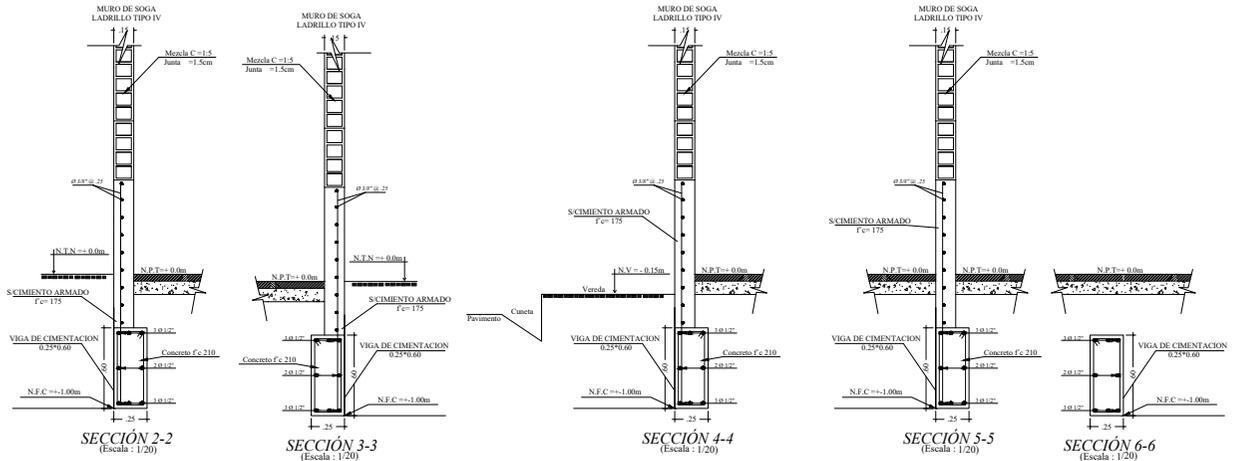
Planos:



PLANTA CIMENTACIÓN
(Escala: 1/50)

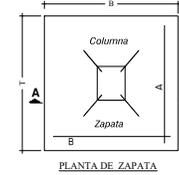


MURO DE SOTANO
CORTE 1-1
(Escala: 1/25)



CUADRO DE ZAPATAS

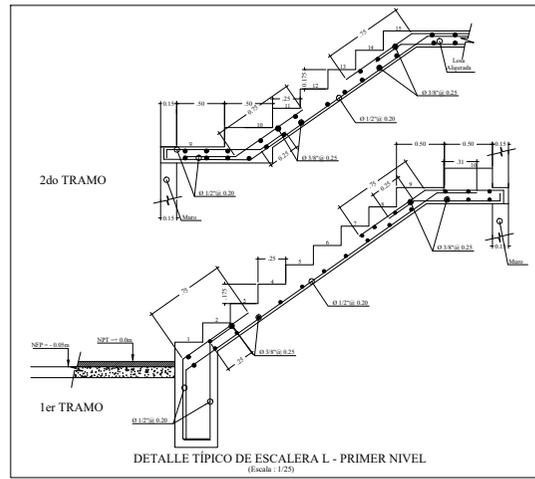
TIPO	SECCION		REFUERZO		ALTURA h(m)	NIVEL DE CIMENTACIÓN H(m) Mínimo
	T(m)	B(m)	ACERO(A)	ACERO(B)		
Z-1	1.20	1.00	10 5/8" @ 15	10 5/8" @ 15	0.50	-1.50
Z-2	1.60	1.00	10 5/8" @ 15	10 5/8" @ 15	0.50	-1.50
Z-3	1.50	3.00	10 5/8" @ 15	10 5/8" @ 15	0.50	-1.50



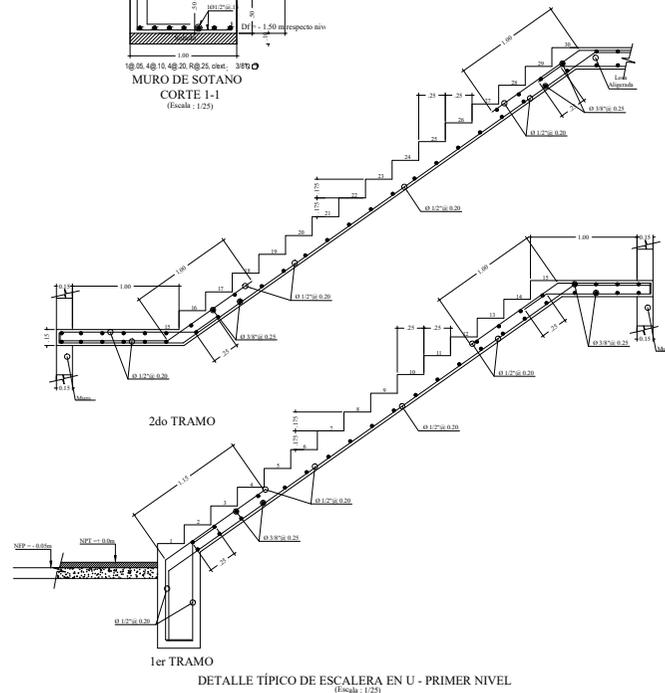
PLANTA DE ZAPATA

CUADRO DE COLUMNAS					
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
NIVEL	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
BxT	0.15x0.50	0.25x0.40	VARIABLE	VARIABLE	0.20x0.50
ACERO	4 5/8" @ 12"	6 0.5 5/8" @ 4.0 1/2"	12 0.5 1/2"	6 0.5 5/8" @ 4.0 1/2"	6 0.5 1/2"
ESTRIBOS	3 1/8" @ 15 cm @ 20 C.C.	3 1/8" @ 15 cm @ 20 C.C.	3 1/8" @ 15 cm @ 20 C.C.	3 1/8" @ 15 cm @ 20 C.C.	3 1/8" @ 15 cm @ 20 C.C.

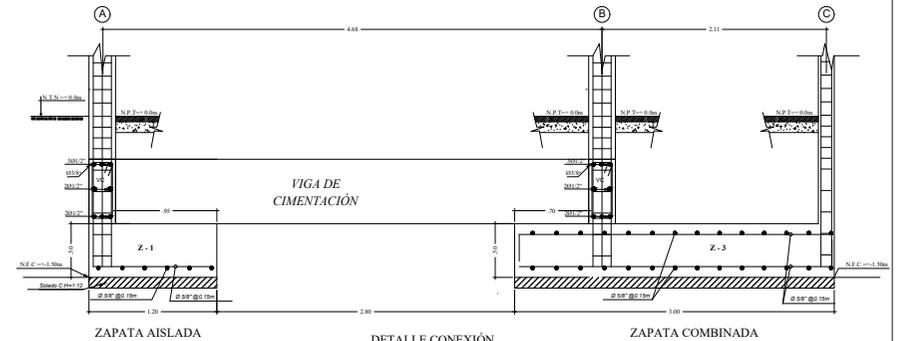
(Escala: 1/20)



DETALLE TÍPICO DE ESCALERA L - PRIMER NIVEL
(Escala: 1/25)



DETALLE TÍPICO DE ESCALERA EN U - PRIMER NIVEL
(Escala: 1/25)



ZAPATA AISLADA

DETALLE CONEXIÓN
ENTRE ZAPATAS
(Escala: 1/25)

ZAPATA COMBINADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. DE LOS MATERIALES

- 1.1 CONCRETO SIMPLE
 - CONCRETO COMBIDO $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - SOBRECIMENTOS $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - SELADO $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 - PAVIMENTO $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
- 1.2 CONCRETO ARMADO
 - ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS PRINCIPALES $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS SECUNDARIAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - COLUMNAS ESTRUCTURALES $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS DE CIMENTACIÓN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- 1.3 ALBAÑILERÍA
 - MORTERO $C:A = 1:5$
 - REJA 1.5×0.60
 - UNIDAD LADILLOS KING KONG DE ARCILLA COMPRESA ALBAÑILERÍA (en 1/2)
 - PELIGRO DE ALBAÑILERÍA (en 1/2)
 - LADRILLO MACIZO DE ARCILLA 10.5×14

2. DEL SUELO

- CANTIDAD PRELIMINAR 1.25 Kg/cm^2 (Verificar en obra)
- FACTOR DE SEGURIDAD 1.50
- PROF. DE CIMENTACIÓN 1.50m (Mínimo)

3. DE LAS SOBRECARGAS

- SOLICIDAD 2.5 Kg/cm^2
- SOBRECARGAS 2.50 Kg/cm^2

4. RECURBIMIENTOS

- ZAPATAS 7.00 m^3
- VIGAS DE CIMENTACIÓN 2.00 m^3
- VIGAS ESTRUCTURALES 2.00 m^3
- VIGAS PRINCIPALES 4.00 m^3
- VIGAS SECUNDARIAS 4.00 m^3
- VIGAS CHATAS 2.50 m^3
- LOSAS Y ENCLAVAS 2.50 m^3

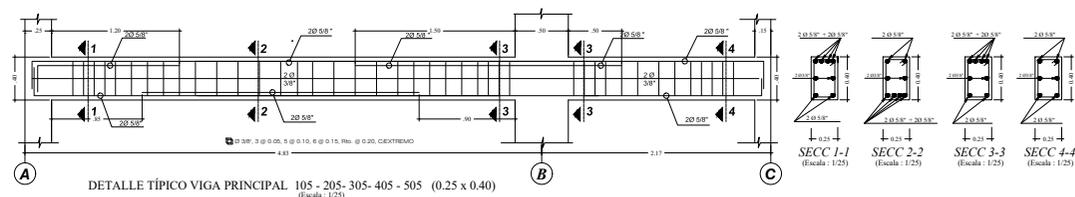
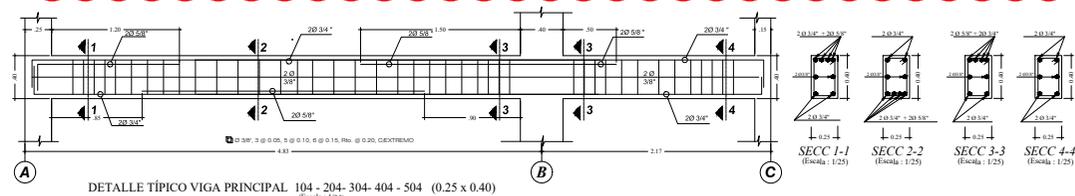
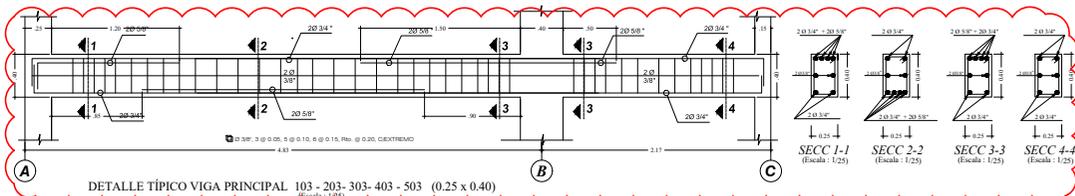
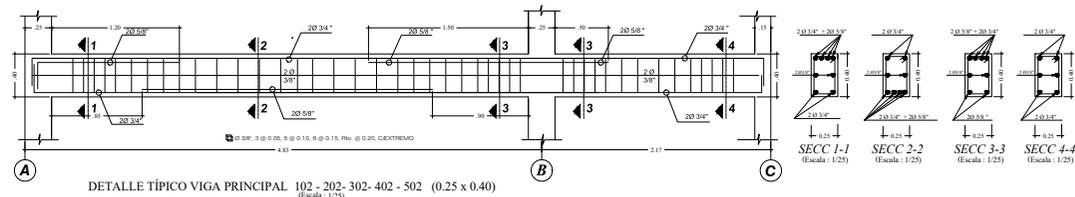
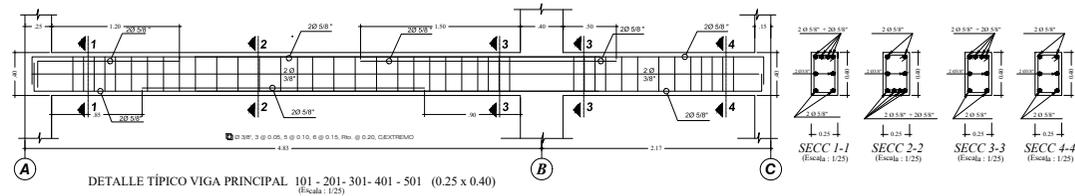
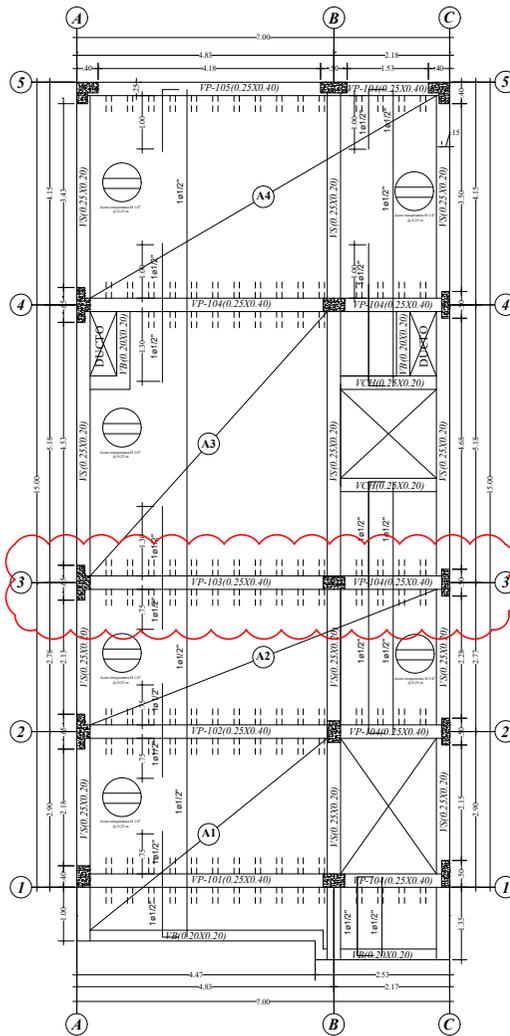
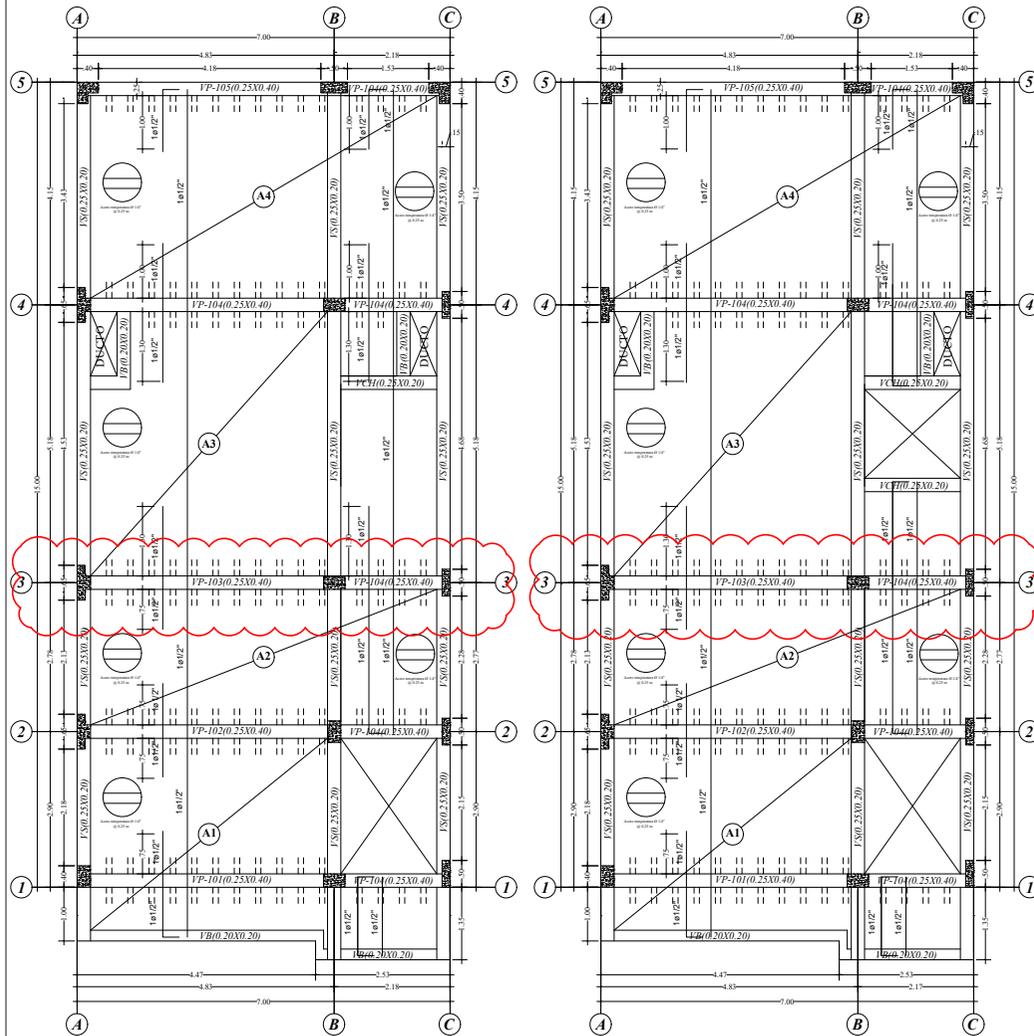
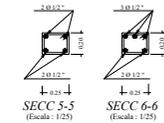
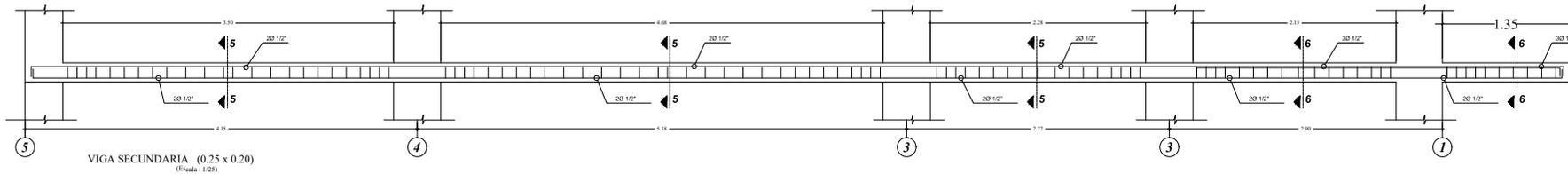
5. ACERO

- ACERO CORRUGADO: Grado 60 $R = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- VIGAS $A-10$, $A-11$, $A-12$, $A-13$, $A-14$
- COLUMNAS $A-15$, $A-16$, $A-17$, $A-18$, $A-19$, $A-20$

6. NORMAS

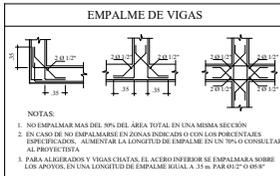
- R.N.C. (Normas E-020, E-008, E-005, E-006)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil		E-01
	TESIS : "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"		
	PLANO : CIMENTACIÓN		
	TESISTA : DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ		
ASesor :		ING. MARCO MENDOZA LINARES	
		ESC. INDIC.	



DETALLE TÍPICO DE ESTRIBOS S/E

DIMENSIONES MÍNIMA DE DOBLEZ DE ESTRIBOS (cm)				
Diámetro	Distancia entre dobles	Distancia entre dobles	Distancia entre dobles	Distancia entre dobles
Ø 14"	13	23	23	4
Ø 16"	23	43	4	6
Ø 12"	23	23	2	8
Ø 18"	43	7	6	10



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- DE LOS MATERIALES
 - CONCRETO ARMADO
 - ZAPATAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS PRINCIPALES $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS SECUNDARIAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - COLUMNAS ESTRUCTURALES $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - VIGAS DE CIMENTACION $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 - DE LAS SOBRECARGAS
 - DOBLEZ $f_c = 27 \text{ Kg/cm}^2$
 - 200 Kg/cm²
- RECURSIVOS
 - ZAPATAS: 1.50m
 - VIGAS DE CIMENTACION: 1.40m
 - COLUMNAS ESTRUCTURALES: 2.50m
 - VIGAS PRINCIPALES: 4.00m
 - VIGAS SECUNDARIAS: 2.50m
 - LOSAS Y VIGAS ALRIS: 2.50m
- ACERO
 - ACERO CORRUPTO: Grado 60; $f_y = 420 \text{ Kg/cm}^2$
 - ACERO: $f_y = 420 \text{ Kg/cm}^2$ (Espec. Chile 2017) y 2 L4
 - COLUMNAS: A 2.13 (Trans. Canal)
- NORMAS
 - N. S. E. Normas E-20, E-08, E-06, E-060

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

TESIS: "ERRORES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO EN LA CIUDAD DE CHOTA"

PLANO: VIGAS Y LOSA ALIGERADA

TESISTA: DILBER ALBERTO REGALADO BENAVIDEZ

ASesor: ING. MARCO MENDEZA LINARES

LAMINA N°: E-02

ESC: INDIC.

Fotografías de construcción - Edificio N°10



(a) Inicio de construcción



(b) Avance de construcción



(c) Avance de construcción



(d) Recubrimiento en columna



(e) Materiales utilizados



(f) Proceso de mezclado del concreto