

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD APLICANDO EL PREARMADO EN LA PARTIDA DE ACERO DE COLUMNAS Y PLACAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO “LIMA UNO”, LIMA 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Marleni Violeta Salazar Rojas

Asesor:

Mg. Ing. Gerson Elias Vega Rivera

<https://orcid.org/0000-0002-8672-3239>

Lima - Perú

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres por el apoyo permanente, quienes han sido mi motor de superación y guía para lograr cada uno de mis metas.

Gracias Madre y Padre

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de ser cada día una mejor persona, a mis padres por todo el apoyo hacia mi persona, a mi hijo y esposo por el impulso y comprensión para lograr culminar la carrera.

A mis profesores de la Universidad Privada del Norte, por brindarme sus conocimientos durante el trayecto universitario.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
TABLA DE CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
RESUMEN EJECUTIVO	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Contextualización de la experiencia profesional	14
1.2. Antecedentes de la Empresa	15
1.2.1. <i>Creación.....</i>	16
1.2.2. <i>Organización.....</i>	16
1.2.3. <i>Rubro.....</i>	17
1.2.4. <i>Administración.....</i>	17
1.2.5. <i>Reseña histórica.....</i>	17
1.2.6. <i>Descripción de la empresa.....</i>	19
1.2.7. <i>Visión y misión de la empresa</i>	19
1.2.8. <i>Organigrama.....</i>	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Descripción del proyecto	21
2.2. Bases teóricas.....	23

2.3.	Limitaciones.....	62
2.3.1.	<i>Durante el desarrollo del presente trabajo de suficiencia se tuvo las siguientes limitaciones:</i>	62
2.3.2.	<i>Durante la ejecución de la obra usando el pre armado de portantes:</i>	62
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....		63
3.1.	Experiencias.....	63
3.2.	Proceso de ingreso a la empresa	71
3.3.	Equipo técnico del Proyecto	71
3.4.	Funciones	72
3.5.	Etapas de la experiencia.....	72
A.	<i>Identificación del problema</i>	72
A.1.	<i>Problema General</i>	72
A.2.	<i>Problemas específicos</i>	72
B.	<i>Desarrollo de los objetivos</i>	73
B.1.	<i>Objetivo General</i>	73
B.2.	<i>Objetivos específicos</i>	73
C.	<i>Planificación e Implementación de los Objetivos.....</i>	74
C.1.	<i>Del Objetivo específico 01</i>	74
C.2.	<i>Del Objetivo específico 02</i>	86
C.3.	<i>Del Objetivo específico 03</i>	98
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		106

4.1.	Resultado del objetivo 01.....	106
4.2.	Resultado del objetivo 02.....	108
4.2.1.	<i>Comparativo corte y doblado</i>	<i>111</i>
4.2.2.	<i>Comparativo empalmes o solapesentre el habilitado tradicional y el productor prearmado.....</i>	<i>111</i>
4.3.	Resultado del objetivo 03.....	114
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		117
5.1.	CONCLUSIONES	117
5.1.1.	<i>Conclusiones del Objetivo Especifico 01.....</i>	<i>117</i>
5.1.2.	<i>Conclusiones del Objetivo Especifico 02.....</i>	<i>117</i>
5.1.3.	<i>Conclusiones del Objetivo Especifico 03.....</i>	<i>118</i>
5.2.	RECOMENDACIONES.....	118
5.3.	LECCIONES APRENDIDAS	119
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		120
ANEXOS.....		121
	Anexo 1: Cuadro de columna	121
	Anexo 2: Planta de ubicación de columnas y placas prearmables y transportables	124
	Anexo 3: Valor de solape según especificaciones del proyecto	125
	Anexo 4: Secuencia de suministro de prearmados	126
	Anexo 5: Conexión de pre armado	127
	Anexo 6: Alternancia de pre armados por nivel	128
	Anexo 6: Modelo de pre armados según avance de obra.....	129

Anexo 7: Montaje de columna pre armada 130

Anexo 8: Avance de obra aplicando pre armado 131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	16
Tabla 2	22
Tabla 3	25
Tabla 4	26
Tabla 5	30
Tabla 6	34
Tabla 7	71
Tabla 8	80
Tabla 9	86
Tabla 10	100
Tabla 11	101
Tabla 12	102
Tabla 13	104
Tabla 14	105
Tabla 15	107
Tabla 16	108
Tabla 17	111
Tabla 18	112
Tabla 19	112
Tabla 20	115
Tabla 21	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	20
Figura 2	21
Figura 3	28
Figura 4	29
Figura 5	52
Figura 6	53
Figura 7	57
Figura 8	64
Figura 9	65
Figura 10	66
Figura 11	67
Figura 12	68
Figura 13	69
Figura 14	70
Figura 15	74
Figura 16	75
Figura 17	76
Figura 18	76
Figura 19	77
Figura 20	78

Figura 21	78
Figura 22	80
Figura 23	81
Figura 24	82
Figura 25	83
Figura 26	84
Figura 27	85
Figura 28	87
Figura 29	88
Figura 30	89
Figura 31	89
Figura 32	90
Figura 33	91
Figura 34	92
Figura 35	93
Figura 36	94
Figura 37	95
Figura 38	96
Figura 39	97
Figura 40	98
Figura 41	99
Figura 42	106

Figura 43	113
Figura 44	114
Figura 45	115
Figura 46	116
Figura 47	123
Figura 48	124
Figura 49	125
Figura 50	126
Figura 51	127
Figura 52	128
Figura 53	129
Figura 54	130
Figura 55	131

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	30
Ecuación 2.....	32
Ecuación 3.....	33
Ecuación 4.....	37
Ecuación 5.....	37
Ecuación 6.....	37
Ecuación 7.....	39
Ecuación 8.....	40
Ecuación 9.....	40
Ecuación 10.....	40
Ecuación 11.....	41
Ecuación 12.....	42
Ecuación 13.....	44
Ecuación 14.....	44
Ecuación 15.....	44
Ecuación 16.....	45
Ecuación 17.....	45
Ecuación 18.....	45
Ecuación 19.....	45
Ecuación 20.....	46
Ecuación 21.....	46

Ecuación 22.....	46
Ecuación 23.....	46
Ecuación 24.....	47
Ecuación 25.....	47
Ecuación 26.....	48
Ecuación 27.....	48
Ecuación 28.....	48
Ecuación 29.....	49
Ecuación 30.....	49
Ecuación 31.....	50
Ecuación 32.....	55
Ecuación 33.....	56

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento tiene como objetivo demostrar la experiencia profesional obtenido en el uso de estructuras industrializados como es el prearmado de columnas y placas, dicha experiencia se desarrolló en la obra Edificio Lima Uno, la función desempeñada en el suministro de columnas y placas prearmadas, mi rol fue supervisar el detallamiento de las estructuras de acuerdo a los planos originales de la obra asegurando la calidad de cada una de las estructuras entregadas a obra, verificar cada uno de los detalles del producto prearmado que cumpla la calidad requerida según las especificaciones técnicas del proyecto, plantear soluciones constructivas por cambios realizados aplicando los detalles de las especificaciones del proyecto basando con norma E060. Con la aplicación de columnas y placas prearmadas en la obra en mención se pudo determinar que el empleo de estructuras prearmadas genera la oportunidad para incrementar los estándares de producción. Los beneficios logrados con el empleo de estructuras prearmadas se pueden cuantificar en tiempo de construcción más cortos, alto estándar de calidad, reducción de mano de obra, suministro de estructuras prearmadas de columnas y placas a obra programado de acuerdo con el tren de avance de la obra.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la experiencia profesional

En el presente trabajo de suficiencia profesional daré a conocer mi experiencia obtenida en el año 2019 como bachiller en Ing. Civil, inicio mi cargo como supervisor de ingeniería de estructuras portantes pre armadas en la empresa TSC INNOVATION, mi función fue analizar la información entregado por la oficina técnica de la obra para entregar la mayor cantidad de estructuras portantes pre armados, con la finalidad de incrementar la productividad y mejorar la calidad de la partida de acero en columnas y placas del proyecto, realizando como parte de mis funciones dentro de la empresa un estudio de la información para identificar las columnas y placas pre armables y transportables, además analice el tipo de conexión de pre armados adecuado para el proyecto dependiendo de los diámetros que presenta cada columna o placa, lo cual será validado y aprobado por la oficina técnica de la obra, procediendo así con el modelamiento de las columnas y placas teniendo en cuenta los criterios y el tipo de conexión de pre armados ya validados y aprobados, pero en el proceso de modelamiento muchas veces se encuentran consultas por incompatibilidades entre los planos de arquitectura versus planos de estructuras, falta información como por ejemplo algún detalle o en alguna propuesta de mejora para el proceso de montaje del pre armado, lo cual se ingresa al log de consultas para que la oficina técnica de la obra proceda a revisar, resolver para proceder a liberar y generar la planilla de fabricación. Antes de emitir la planilla realice una revisión de cantidad de estructuras, diámetros según cuadro de columnas, longitud de ganchos, empalmes según las especificaciones del proyecto, pesos según la capacidad de la grúa del cliente, finalmente revise las dimensiones de la estructura pre

armada para su transportabilidad generando así la planilla de fabricación con los entregables, parámetros principales según el control de ingeniería lo cual está alineado al requerimiento del cliente para la generación de los planos de fabricación y montaje del pre armado con la herramienta MACRO T-COL, en el plano se muestra todos los detalles para proceder con el pre armado de las columnas y placas, como podrían ser secciones, diámetros de los refuerzos longitudinales, empalmes, distribución de estribos, dirección de dobléz, etc. finalmente se transporta el pre armado según el requerimiento y sectorización de obra, lo ideal es realizar el montaje o pinchado del pre armado directamente del camión a su lugar de ubicación según los planos del proyecto

1.2. Antecedentes de la Empresa

En la actualidad, las empresas del sector de la construcción se han dado a la tarea de montar un Sistema de Gestión de Calidad como estrategia para mantener su competitividad, obtener mayor rentabilidad, disminuir sus reclamaciones y aumentar la capacidad para atraer nuevos clientes. (Gomez & Palacios, 2011, pág. 12)

A lo largo de los años en Lima-Perú ha habido distintos tipos de construcciones algunas por empresas constituidas pero la mayoría son realizadas sin el nivel profesional conveniente. Actualmente tenemos la tecnología para construir estructuras resistentes y debemos implementarlos en las viviendas de Lima que en su mayoría están construidas con el sistema de albañilería confinada y muchas de estas viviendas no han sido evaluadas y diseñadas por profesionales.

1.2.1. Creación.

TSC innovación S.A.C es una empresa que inicia sus operaciones en el año 2018. Con el subsidio de la Corporación Aceros Arequipa en la ciudad de Lima el cual promueve la transformación digital y la automatización en la industria de la construcción mediante tecnología de punta conectado a la línea de producción automatizada, industrializando la producción, entrega, instalado y montaje de barras de acero de refuerzo en un tiempo eficaz.

1.2.2. Organización.

Los principales ejecutivos, representantes y directores de la empresa se nombran en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Relación de representantes

CARGO	REPRESENTANTE
APODERADO	Alayza Camarero Francisco José
APODERADO	Arrospide Del Busto Jose Gonzalo Mauricio
APODERADO	Guzman Valenzuela Luis Ricardo
APODERADO	Zevallos Sanchez Luis Marcelo
GERENTE GENERAL	Silgado Consiglieri Tulio Alejandro

Fuente propia 2022

1.2.3. Rubro.

La empresa TSC INNOVATION Brinda soporte para la automatización de los servicios ACEDIM® de Aceros Arequipa. TSC Innovación conecta el cronograma del proyecto de construcción con los modelos BIM estructurales que están directamente conectados a las líneas de producción automáticas, industrializando así la producción, entrega y montaje de barras de acero de refuerzo a tiempo. También conectamos el estado de suministro e instalación de Aceros Arequipa al modelo BIM en tiempo real y personalizamos los informes solicitados por el proyecto.

1.2.4. Administración.

La empresa TSC INNOVATION, es una empresa de Sociedad Anónima Cerrada, por consiguiente, el Órgano de Administración es el Gerente General. La empresa TSC INNOVATION. tiene como registrado y vigente el Nombramiento de Silgado Consigleri Tulio Alejandro Gerente General, de acuerdo con la vigencia de poder Consignado con el Asiento A-A00001, con partida electrónica N° 14173845 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima.

1.2.5. Reseña histórica.

En la actualidad, las empresas del sector de la construcción se han dado a la tarea de montar un Sistema de Gestión de Calidad como estrategia para mantener su competitividad, “obtener mayor rentabilidad, disminuir sus reclamaciones y aumentar la capacidad para atraer nuevos clientes”, (Gómez & Palacios 2011). A lo largo de los años en Lima-Perú ha habido distintos tipos de construcciones algunas por empresas

constituidas pero la mayoría son realizadas sin el nivel profesional conveniente.

Actualmente tenemos la tecnología para construir estructuras resistentes y debemos implementarlos en las viviendas de Lima que en su mayoría están construidas con el sistema de albañilería confinada y muchas de estas viviendas no han sido evaluadas y diseñadas por profesionales.

de diseño estructural. Esto se traduce en una reducción de aproximadamente un 30% del tiempo de entrega de los dibujos y la eliminación de una gran parte de la reprocesamiento provocada por cambios o definiciones posteriores (interferencia con otras especialidades de la ingeniería). Como ejemplo específico, controlan la relación entre el volumen y el peso de la barra de refuerzo de todas las estructuras modeladas y representadas en los dibujos de diseño. Gestión BIM Expertos en Arquitectura, Estructuras, MEP y otras especialidades se encargan de la compatibilización del modelo de su proyecto, previo a la construcción y utilizando metodología VDC. Además, los expertos formarán parte y, a menudo, liderarán las sesiones de Ingeniería Concurrente Integrada para brindar un servicio más especializado. Generan informes y documentos personalizados vinculándolos con proyectos de archivo. Detalle de barras de refuerzo Son líderes mundiales en detallado de barras de refuerzo utilizando la metodología VDC. Utilizan estándares de construcción y fabricación, según el país donde se ubica el proyecto, generando el listado de barras, planos e informes a partir de un modelo BIM. Dan soporte tecnológico a todas las propuestas técnicas y cambios de proyectos realizados en las sesiones ICE. Detallado de acero estructural Modelado, compatibilización, generación de planos de montaje y archivos para fabricación digital

de estructuras de acero. Son líderes en el modelo estructural hacia una gestión integral de proyectos. Metodología de apoyo TSC Innovation cuenta con el apoyo del mayor personal de ingenieros certificados VDC por la Universidad de Stanford (EE. UU.) En América Latina. (TSC INNOVATION, s.f.)

1.2.6. Descripción de la empresa

1.2.7. Visión y misión de la empresa

- **Misión**

Posicionarse como referente a nivel mundial en diseño y construcción virtual.

- **Visión**

Industrializar y transformar digitalmente la cadena estructural de los proyectos de construcción a través de la innovación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción del proyecto

Nombre	:	Edificio Lima Uno.
Provincia	:	Lima.
Distrito	:	Cercado De Lima
Nombre de la vía	:	Jr. Larrabure & Unanue N° 146 Y 150
Manzana/Lote	:	Lote S/N
Área	:	1,040 m2.
Linder	:	Terreno irregular de cuatro frentes, se desarrolla de la siguiente manera:

Figura 2

Ubicación del proyecto Lima Uno



fuentes propia 2022

- El primer lado (frontal) con el Jirón Larrabure y Unanue se tiene un frente de 20.00ml en una recta continua.
- El lado izquierdo colinda con terceros y está conformado por una recta de 52.00ml
- El lado del fondo colinda con terceros y está conformado por una recta de continua de 20.00 ml.
- El lado derecho colinda con terceros y está conformado por una recta de 52.00ml

Aspectos generales:

El inmueble está compuesto por una edificación multifamiliar de 20 pisos destinados a 145 departamentos flats con áreas mayores a 38 m²; en el primer piso se encuentra el acceso a las viviendas y estacionamientos de bicicletas; así mismo, 2 sótanos destinados a estacionamientos vehiculares (51 estacionamientos). Con un área techada total de 12,943.46 m², la distribución de área de los distintos niveles se expone a continuación:

Tabla 2

Área de cada piso del Proyecto Lima Uno

Pisos	Área techada en metros cuadrados (m²)
Sótano 2	426.52
Sótano 1	10004.13
1° piso	912.89
2° piso	518.25
3° piso	571.63
4° piso	571.63

5° piso	571.63
6° piso	571.63
7° piso	571.63
8° piso	571.63
9° piso	571.63
10° piso	571.63
11° piso	571.63
12° piso	571.63
13° piso	571.63
14° piso	571.63
15° piso	571.63
16° piso	571.63
17° piso	571.63
18° piso	571.63
19° piso	571.63
20° piso	363.96
Total	12,943.46 m ²

fuentes propia 2022

2.2. Bases teóricas.

Sistemas estructurales

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en La NTP-E060 Concreto Armado del RNE. (Sencico, 2020, pág. 19)

Pórticos. Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, estos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez. (Sencico, 2020, pág. 165)

Muros estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actual por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base. (Sencico, 2020, pág. 165)

Dual. Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio. (Sencico, NORMA E.060 CONCRETO ARMADO, 2020, pág. 165)

Edificaciones de muros de ductilidad limitada (EMDL). Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir máximo ocho pisos. (Sencico, 2020, pág. 166)

Categoría y sistemas estructurales

De acuerdo con la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, esta se proyecta empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N°3 y respetando las restricciones a las irregularidades de la Tabla N° 5. (Sencico, 2020, pág. 20)

Tabla 3

Categoría y sistemas estructurales

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF Estructuras de concreto: Sistema dual, Muros de concreto armado, Albañilería armada o confinada y Estructuras de madera
B	1	Cualquier sistema

Fuente: Adaptado NTP-E030-2020

Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas

(R0) Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N°4. Cuando en cada dirección de análisis, la edificación presenta más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente R0 que corresponda. (Sencico, 2020, pág. 21)

Tabla 4
Sistemas estructurales

Sistema estructural	Coefficiente básico de reducción (R0)
Concreto armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: NTP-E030-2018

Regularidad estructural

Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

Cumplir con las restricciones de la tabla 4.

Establecer los procedimientos de análisis.

Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas. (Sencico, 2020, pág. 21)

Estructuras regulares

Son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las figuras 12. En estos casos, el factor de I_a y I_p es igual a 1,0. (Sencico, 2020, pág. 21)

Estructuras irregulares

Son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las figuras 12 y 13. (Sencico, 2020, pág. 21)

Factores de irregularidad (I_a , I_p)

SENCICO (2018) menciona:

El factor I_a se determina como el menor de los valores de la figura 12 correspondientes a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. Si al aplicar las figuras 12 y 13 se obtuvieron valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones. (pág. 29)

Figura 3

Irregularidades estructurales en planta.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_B
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80

Fuente: NTP-030-2020

Figura 4

Irregularidades estructurales en altura.

<p align="center">Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad I_p</p>
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,75</p>
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,60</p>
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<p align="center">0,90</p>
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<p align="center">0,85</p>
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	<p align="center">0,90</p>

Fuente: NTP-030-2020

Categoría de la edificación e irregularidad

De acuerdo con su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 5. (Sencico, 2020, pág. 24)

Tabla 5

Categoría y regularidad de las edificaciones2.

Categoría de la edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten Irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten Irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten Irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: NTP-E030-2020

Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R0 determinado a partir de la Tabla 4 y de los factores Ia, Ip obtenidos de las Tablas N°8 y N°9. (Sencico, 2020, pág. 39)

Ecuación 1

Coefficiente de reducción de fuerzas sísmicas R

$$R = R_0 \times I_a \times I_p$$

Análisis estructural

Para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes.

Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Las solicitaciones sísmicas verticales se consideran en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pretensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis. (Sencico, 2020, pág. 25)

Modelos para el análisis

El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

El propósito de esta Norma, las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo. (Sencico, 2020, pág. 25)

Estimación del peso

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

En edificaciones de las categorías A y B se tomará el 50% de la carga viva.

En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.

En depósitos se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.

En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva. –

En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener. (Sencico, 2020, pág. 25)

Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares e irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas pueden emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares según el artículo 19, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares. (Sencico, 2020, pág. 26)

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

Ecuación 2

Fuerza cortante total

$$V = \frac{ZUCS}{R} X P$$

Donde:

V: Fuerza cortante en la base.

Z: Parámetro de zonificación.

U: Uso de la estructura.

C: Coeficiente de amplificación sísmica

S: Factor de tipo de suelo.

Análisis dinámico modal espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere aproximadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (Sencico, 2020, pág. 28)

Aceleración espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definidos mediante la siguiente ecuación. (Sencico, 2020, pág. 28)

Ecuación 3

Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones

$$Sa = \frac{ZxUxCxS}{R} x g$$

Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. (Sencico, 2020, pág. 31)

Desplazamientos laterales relativos admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no excede la fracción de altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 4. (Sencico, 2020, pág. 31)

Tabla 6

Límites para la distorsión de entrepiso

Material Predominante	(Δ_i/h_{ei})
Concreto Armado	0.007

Fuente: NTP 030-018

Redundancia

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30% o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento se diseña para el 125% de dicha fuerza. (Sencico, 2020, pág. 31)

Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado para estructuras regulares ni menor que el 90% para estructuras irregulares. (Sencico, 2020, pág. 29)

Evaluación, reparación y reforzamiento de estructuras

Sencico, (2018) menciona: La reparación o reforzamiento dota a la estructura de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en eventos futuros.

El proyecto de reparación o reforzamiento incluye los detalles, procedimientos y sistemas constructivos a seguirse.

Para la reparación y el reforzamiento sísmico de edificaciones se siguen los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Se pueden emplear otros criterios y procedimientos diferentes a los indicados en el RNE, con la debida justificación técnica y con aprobación del propietario y de la autoridad competente (pág. 36).

Análisis y diseño – consideraciones generales

Para el diseño de estructuras de concreto armado se utilizará el diseño por resistencia. Deberá proporcionarse a todos las secciones de los elementos estructurales resistencias de diseño (ϕR_n) adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta norma,

utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia (ϕ). (Sencico, 2020, pág. 60)

Cargas

Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que puedan obrar sobre ella durante su vida útil.

Las cargas serán las estipuladas en la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas, con las reducciones de sobrecarga que en ella se permiten y las acciones sísmicas serán las prescritas en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

Deberá prestarse especial atención a los efectos ocasionados por el preesforzado, las cargas de montaje y construcción, cargas de puentes grúa, vibración, impacto, retracción variaciones de temperatura, flujo plástico, expansión de concretos de retracción compensada y asentamientos diferenciales de los apoyos. (Sencico, 2020, pág. 60)

Métodos de análisis

Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas, determinadas por medio del análisis estructural, suponiendo una respuesta lineal elástica de la estructura. (Sencico, 2020, pág. 60)

Módulo de elasticidad y módulo de corte

Para concretos de peso unitario ρ_c comprendido entre 1450 y 2500 kg/m³, el módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como:

Ecuación 4*Módulo de elasticidad*

$$E_c = (Wc^{1.5}) \times 0.136 \times \sqrt{f'c} \text{ en } \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) \dots \dots \dots$$

Para concretos de peso unitario normal, E_c , puede tomarse como:

Ecuación 5*Módulo de elasticidad*

$$E_c = 15000 \times \sqrt{f'c} \text{ en } \left(\frac{Kg}{cm^2} \right)$$

Donde: E_c : Modulo de elasticidad

Wc : Peso unitario del concreto.

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto. (Sencico, 2020, pág. 62)

En ausencia de resultados experimentales confiables, el módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto se podrá suponer igual a:

Ecuación 6*Módulo de rigidez al esfuerzo cortante*

$$G = \frac{E_c}{2.3}$$

Donde:

G : Modulo de corte.

E_c : Modulo de elasticidad del concreto.

El módulo de elasticidad, E_s , para el acero de refuerzo no preesforzado puede tomarse como 200000 MPa. (Sencico, 2020, pág. 62)

Columnas

Las columnas se deben diseñar para resistir las fuerzas axiales que provienen de las cargas amplificadas de todos los pisos y el momento máximo debido a las cargas amplificadas, considerando la carga viva actuando en solo uno de los tramos adyacentes del piso o techo bajo consideración. También debe considerarse la condición de carga que produzca la máxima relación (excentricidad) entre el momento y carga axial. (Sencico, 2020, pág. 63)

Disposiciones para losas nervadas

Para losas nervadas en una combinación monolítica de nervios o viguetas regularmente espaciados y una losa colocada en la parte superior que actúa en una dirección o en dos direcciones ortogonales.

El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm y debe tener una altura no mayor de 3.5 veces su ancho mínimo.

El espaciamiento libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm. Cuando se requiera embeber ductos o tuberías en la losa, el espesor de esta en cualquier punto deberá ser, como mínimo, 25mm mayor que la altura total del ducto o tubería. Se deberán considerar refuerzos o ensanches de los nervios o viguetas en caso de que estos ductos o tuberías afecten a la resistencia del sistema. La resistencia a la fuerza cortante V_c proporcionada por el concreto de las nervaduras podrá ser considerada 10% mayor,

adicionalmente podrá incrementarse la resistencia al corte disponiendo armadura por corte o ensanchando los nervios o viguetas en las zonas críticas. (Sencico, 2020, pág. 64)

Requisitos de resistencia y de servicio

Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fueras amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta norma. En todas las secciones deberá cumplirse:

Ecuación 7

Resistencias de diseño

$$\phi R_n \geq R_u$$

Donde:

ϕ : Factor de reducción de resistencia.

R_n : Resistencia nominal.

R_u : Resistencia ultima.

Las estructuras y los elementos estructurales deberán cumplir además con todo lo demás requisitos de esta norma, para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio. (Sencico, 2020, pág. 65)

Resistencia requerida

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

Ecuación 8*Resistencia requerida U1*

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

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

Ecuación 9*Resistencia requerida U2*

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

Ecuación 10*Resistencia requerida U3*

$$U = 0.9CM \pm CS$$

No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente.

Donde:

CM: Carga muerta.

CV: Carga viva.

CS: Carga de sismo. (Sencico, 2020, pág. 65)

Resistencia de diseño

Las resistencias de diseño (ϕR_n) proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga

axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de esta Norma, multiplicada por los factores ϕ de reducción de resistencia. (Sencico, 2020, pág. 66)

El factor de reducción de resistencia ϕ es:

- Para flexión sin carga axial $\phi = 0.9$
- Para flexión con carga axial de compresión $\phi = 0.70$
- Para cortante sin o con torsión $\phi = 0.85$

Espaciamiento máximo del refuerzo

En muros y losas, exceptuando las losas nervadas, el espaciamiento entre ejes del refuerzo principal por flexión será menor o igual a tres veces el espesor del elemento estructural, sin exceder de 400 mm. (Sencico, 2020, pág. 73)

Flexión y carga axial

El diseño de las secciones transversales sometidas a flexión, carga axial, o a la combinación de ambas (flexo-compresión) debe basarse en el equilibrio y la compatibilidad de deformaciones

Refuerzo mínimo en elementos sometidos a flexión

El área mínima de refuerzo por tracción de las secciones rectangulares y de las secciones T con el ala en compresión, no será menor: A

Ecuación 11

Refuerzo mínimo

$$A_s \min = \frac{0.7 \times \sqrt{f'c}}{f_y} \times b_w \times d \quad (cm^2)$$

Donde:

$f'c$: Resistencia del concreto a compresión en (kg/cm²)

F_y : Resistencia a la fluencia del acero en (kg/cm²)

b_w : Ancho de viga

d : Peralte efectivo

Para losas estructurales y zapatas de espesor uniforme, cuando el acero mínimo se distribuye en las dos caras de la losa, deberá cumplirse que la cuantía de refuerzo en la cara en tracción por flexión no sea menor de 0.0012. El espaciamiento máximo del refuerzo no debe exceder tres veces el espesor ni de 400 mm. (Sencico, 2020, pág. 77)

Análisis y diseño de secciones en flexión

El diseño que se emplea hoy en día en las estructuras de concreto armado es el denominado diseño por resistencia. (Ottazzi, 2011, pág. 15)

La ecuación básica para el diseño por resistencia es:

Ecuación 12

Diseño por resistencia

$$\phi M_n \geq M_u \quad \phi = 0.9$$

Donde:

M_n : Momento nominal.

Mu: Momento ultimo.

Ø: Coeficiente de reducción.

Cualquiera sea el método de análisis o diseño utilizado, siempre se deberán cumplir los tres "bloques" fundamentalmente de condiciones:

- Equilibrio
- Compatibilidad
- Relaciones constitutivas (esfuerzo-deformación).

Falla de tracción, compresión y balanceada

Falla de tracción, Se le conoce también con el nombre de sección sobre forzada. En este caso el acero entra en fluencia antes de que el concreto alcance la deformación máxima. La falla de tracción es dúctil la sección tiene capacidad de disipación de energía y de rotación inelástica. Las normas establecen la cantidad máxima de acero en tracción por flexión que se permite colocar en las secciones de concreto armado, de tal modo que la falla sea por tracción. (Ottazzi, 2011, pág. 12)

Falla balanceada, Es un caso particular que marca el límite entre las fallas de tracción y de compresión. Este estado permite calcular la cantidad de acero que produce la falla balanceada de una sección. Las normas fijan la cantidad máxima de refuerzo con una fracción del acero balanceado. (Ottazzi, 2011, pág. 9)

Falla en compresión, Recibe el nombre de sección sobre reforzada. La falla de compresión es frágil, con poca capacidad de disipación de energía y sobreviene casi sin

previo aviso. Las normas no permiten este tipo de falla en elementos en flexión. (Ottazzi, 2011, pág. 13)

Cuantía del acero en tracción.

Morales, R. (2006) menciono:

Definimos como cuantía del acero en tracción (ρ):

Ecuación 13

Cuantía del acero en tracción

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

Y, se define como cuantía mecánica o índice de refuerzo (ω) a:

Ecuación 14

Cuantía mecánica

$$\omega = \rho \frac{f_y}{f'_c}$$

Para el diseño por flexión debemos saber que el tipo de falla deseable es la falla dúctil con la cual la sección ha desarrollado grandes deformaciones.

El código ACI da los límites de cuantía para el diseño:

Cuantía Máxima:

Ecuación 15

Cuantía Máxima

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

Donde:

ρ_b = cuantía balanceada

Ecuación 16

Cuantía balanceada

$$\rho_b = \beta_1 \times 0,85 \times \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000+f_y} \right)$$

El valor de β_1 es 0.85 si la resistencia del concreto es menor que 280 kg/cm². Si este no es el caso este disminuirá en 0.05 por cada incremento de 70 kg/cm² en la resistencia del concreto, no siendo su valor menor a 0.65.

Ecuación 17

Resistencia del concreto

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0.05(f'_c - 280)}{70}$$

Cuantía Mínima:

Se tomará el valor mayor de las dos siguientes expresiones:

Ecuación 18

Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y}$$

Ecuación 19

Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = 0.70 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y}$$

Donde $f'c$ y f_y están en kg/cm^2 .

Dimensionamiento de una viga:

Teniendo estas consideraciones, seleccionamos un valor para la cuantía con el cual dimensionaremos la sección:

Sabemos:

Ecuación 20

Dimensionamiento de una viga

$$M_u = \phi \rho \cdot b d \left(\frac{f_y}{f'c} \right) f'c \left(d - \frac{1}{2} * \frac{A_s f'c}{0.85 * f'c \cdot b} \right)$$

Luego:

Ecuación 21

Dimensionamiento de una viga M_u

$$M_u = \phi M_n = \phi A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Ecuación 22

Dimensionamiento de una viga ω

$$\omega = \frac{\rho \cdot f_y}{f'c}$$

Finalmente:

Ecuación 23

Dimensionamiento de una viga efectuado

$$Mu = \phi b d^2 \cdot f'c \cdot (1 - 0.59\omega)$$

De la ecuación:

Ecuación 24

Dimensionamiento de una viga efectuado

$$\omega = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \left(\frac{1.695 \cdot Mu}{\phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}\right)}$$

Dónde:

ω : Cuantía mecánica

Mu: Momento ultimo

fc: Resistencia del concreto a la compresión.

ϕ : Factor de reducción

b: Ancho de viga

d: Peralte efectivo

Cortante y torsión

El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante debe estar basado en la siguiente ecuación. (Sencico, 2020, pág. 87)

Ecuación 25

Cortante y torsión

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde V_u , es la fuerza cortante amplificada en la sección considerada y V_n es la resistencia nominal al cortante calculada mediante:

Ecuación 26

Cortante y torsión

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde V_c , es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto

Sencico, (2009) menciona:

Para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión:

Ecuación 27

Resistencia al cortante

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'c} \times bw \times d$$

Para elementos sometidos a compresión axial N_u :

Ecuación 28

Resistencia al cortante

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'c} \times \left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right) \times bw \times d$$

Donde:

N_u : Carga Axial

Ag: Área de la sección

Diseño del refuerzo para cortante

Cuando se utilice estribos perpendiculares al eje del elemento.

Ecuación 29

Diseño del refuerzo para cortante

$$V_s = \frac{A_v \times F_y \times d}{s}$$

Donde:

A_v : Área de cada estribo que cruza la grieta

d : Peralte efectivo de la sección

s : Espaciamiento de los estribos

V_s : Cortante que contribuye el acero. (Sencico, 2020, pág. 92)

Disposiciones especiales para muros

Sencico, (2020) menciona:

La resistencia V_n , en cualquier sección horizontal, para cortante en el plano del muro no debe tomarse mayor que:

Ecuación 30

Disposiciones especiales para muros

$$V_n \leq 2.6 \times \sqrt{f'c} \times A_{cw}$$

Donde A_{cw} representa el área de corte de la sección transversal del muro (área del alma) o del segmento del muro considerado. (pág. 103)

Diseño de refuerzo para cortante en muros

La cuantía de refuerzo horizontal para cortante no debe ser menor que 0.0025 su espaciamiento no debe exceder tres veces el espesor del muro ni de 400mm. La cuantía de refuerzo vertical para cortante no debe ser menor que:

Ecuación 31

Cuantía de refuerzo vertical

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \times \left(2.5 - \frac{hm}{lm} \right) (\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

Donde:

ρ_v : Cuantía vertical

ρ_h : Cuantía horizontal

hm: Altura total de muro

Lm: Longitud de muro, (Sencico, 2009)

2.3.48. Elemento en flexión (Vigas)

Sencico, (2020) menciona:

- Deberá existir refuerzo continuo a todo lo largo de la viga, constituido por dos barras tanto en la cara superior como en la inferior.

- La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que un tercio de la resistencia a momento negativo provista en dicha cara. La resistencia a momento negativo y positivo en cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento deben ser mayores de un cuarto de la máxima resistencia a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

- En ambos extremos del elemento deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento medido desde la cara del elemento hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 10mm de la cara del elemento de apoyo. Los estribos serán como mínimo de 8mm para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder del menor de los siguientes valores.

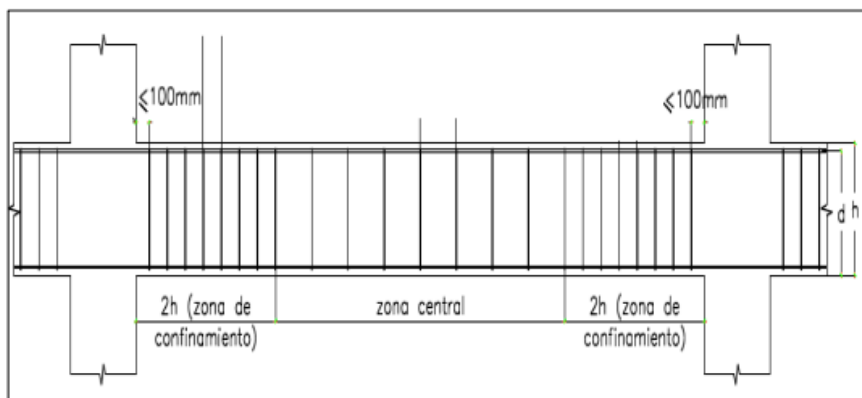
- a. $d/4$, pero no es necesario que el espaciamiento sea menor de 150mm.
- b. Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
- c. 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- d. 30mm

- Los estribos deben estar espaciados a no más de $0.5d$ a lo largo de la longitud del elemento. En todo el elemento la separación de los estribos, no deberá ser mayor que la requerida por fuerza cortante. (pág. 169)

En la figura 5 se muestra las zonas de confinamiento de una viga.

Figura 5

Confinamiento de vigas.



Fuente: NTP-E060.

Elementos en flexo compresión (Columnas)

Sencico, (2020) menciona:

La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 1% ni mayor que 6%.

Cuando la cuantía exceda de 4% los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento S_o por una longitud L_o medida desde la cara del nudo. Los estribos serán como mínimo de 8mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

El espaciamiento S_o no debe exceder al menor de los siguientes valores:

- a. 8 veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro
- b. La mitad de la menor dimensión de la sección transversal
- c. 100mm

La longitud L_o no debe ser menor que el mayor entre los siguientes valores:

- a. Una sexta parte de la luz libre del elemento
- b. La mayor dimensión de la sección transversal del elemento
- c. 500mm

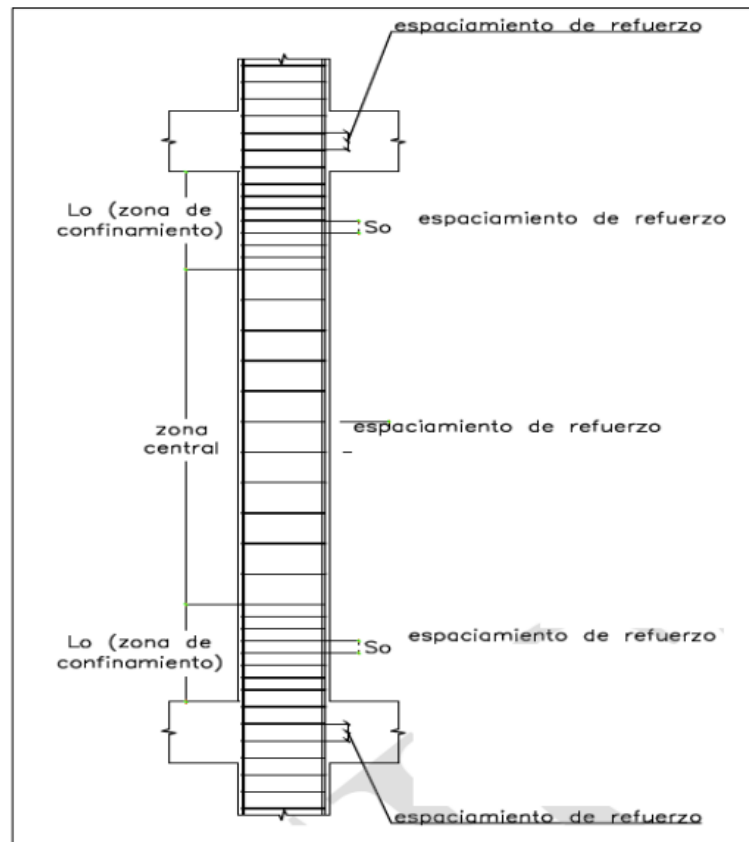
Fuera de la longitud L_o , el espaciamiento del refuerzo transversal debe cumplir los requisitos de resistencia ultima. En todo el elemento la separación de los estribos, no será mayor que la requerida por fuerza cortante ni de 300mm.

El refuerzo transversal del nudo no debe estar espaciado a mayor de 150mm. (pág. 170)

En la figura 6 se muestra las zonas de confinamiento es una columna.

Figura 6

Confinamiento en columnas



Fuente: NTP-E060

Muros estructurales de concreto reforzado

Los muros de corte deben ser diseñados para la acción simultanea de las cargas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores provenientes del análisis. (Sencico, 2020, pág. 179)

Refuerzo distribuido vertical y horizontal de muros

El refuerzo que contribuye a la resistencia en cortante en el plano del muro debe ser continuo y debe estar distribuido a través del plano de cortante. En un muro debe emplearse cuando menos dos capas de refuerzo cuando:

El espesor del muro sea mayor o igual de 200 mm.

El refuerzo vertical distribuido no necesita estar confinado por estribos a menos que su cuantía exceda de 0.01. (Sencico, 2020, pág. 180)

Resistencia al cortante en el plano del muro

Los muros deben tener refuerzo por cortante distribuido que proporcione resistencia en dos direcciones ortogonales en el plano del muro. Si h_m/l_m no excede de 2.0 la cuantía de refuerzo vertical no debe ser menor que la cuantía de refuerzo horizontal. (Sencico, 2020, pág. 180)

En todas las zonas de los muros o segmentos de muro donde se espere fluencia por flexión del refuerzo vertical como consecuencia de la respuesta sísmica inelástica de la estructura, el cortante de diseño V_u deberá ajustarse a la capacidad en flexión instalada del muro o segmento de muro mediante:

Ecuación 32

Cortante de diseño V_u

$$V_u \geq V_{ua} \times \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

Donde V_{ua} y M_{ua} son el cortante y el momento amplificado provenientes del análisis y M_n es el momento nominal resistente del muro, calculado con los aceros realmente colocados, asociado a la carga P_u . El cociente M_n/M_{ua} no debe tomarse mayor que el coeficiente de reducción (R) utilizado en la determinación de las fuerzas laterales de sismo.

Elementos de borde en muros estructurales de concreto reforzado

Cuando se requieran elementos de borde confinados, el espesor mínimo de estos será de 150mm. (Sencico, 2020, pág. 181)

Este acápite se aplica a los muros que son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta su parte superior y son diseñados para tener una única sección crítica para flexión y carga axial.

Los elementos de borde en las zonas de compresión deben ser confinados cuando la profundidad del eje neutro exceda de:

Ecuación 33

Los elementos de borde

$$c \geq \frac{lm}{600 \times \left(\frac{\phi u}{hm}\right)}$$

l_m es la longitud del muro en el plano horizontal y h_m la altura total del mismo. Φ_u es el desplazamiento lateral inelástico producido por el sismo de diseño en el nivel más alto del muro correspondiente a h_m y debe ser calculado de acuerdo con lo especificado en la norma E030-2020.

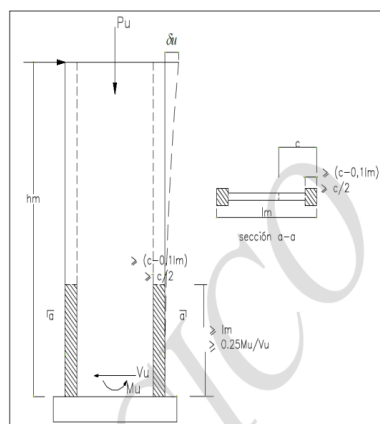
El valor de c corresponde a la mayor profundidad del eje neutro calculada para la fuerza axial amplificada y la resistencia nominal a momento consistente con el desplazamiento de diseño ϕ_u . El cociente ϕ_u/h_m no debe tomarse menor que 0.005.

Donde se requieran elementos confinados de borde, el refuerzo de este debe extenderse verticalmente desde la sección crítica a una distancia no menor que el mayor valor entre l_m y $M_u/4V_u$. (Sencico, 2020, pág. 181)

En la figura 7 se muestra la longitud mínima de confinamiento en los elementos de borde de las placas.

Figura 7

Elementos de borde en muros



Fuente: NTP-E060

Los muros estructurales que no sean diseñados deben tener elementos confinados en los bordes y alrededor de las aberturas cuando el esfuerzo de compresión máximo de la fibra extrema correspondiente a las fuerzas amplificadas incluyendo los efectos sísmicos sobrepasa de $0,2 f'c$. Los elementos de borde especiales pueden ser discontinuados donde el esfuerzo de compresión calculado sea menor que $0,15 f'c$. Los esfuerzos deben calcularse para las fuerzas amplificadas usando un modelo lineal elástico y propiedades de la sección bruta.

En donde se requieren elementos de bordes confinados deben cumplir con las siguientes condiciones:

El elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hasta una distancia no menor que el mayor entre $(c - 0,1 \text{ lm})$ y $c/2$.

En las secciones con las alas, los elementos de borde deben incluir el ancho efectivo del ala en compresión y se deben extender por lo menos 300 mm dentro del alma.

Los estribos serán como mínimo de 8 mm de diámetro para barras longitudinales de hasta 5/8" de diámetro, de 3/8" para barras longitudinales de hasta 1" de diámetro y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.

El espaciamiento no debe exceder al menor entre los siguientes valores:

Diez veces el diámetro de la barra longitudinal confinado de menor diámetro.

La menor dimensión de la sección transversal del elemento de borde.

250 mm. (Sencico, 2020, pág. 182)

Zapatas, losas de cimentación y cabezales de pilotes

El refuerzo longitudinal de las columnas y muros estructurales que resistan las fuerzas inducidas por los efectos sísmicos debe extenderse dentro de la zapata, losa de cimentación o cabezal de pilotes, y debe estar anclado para desarrollar totalmente la tracción en la interfase.

En las columnas o elementos de borde de los muros estructurales que tengan un borde que diste al borde la zapata una longitud igual o menor que la mitad del peralte de la zapata, el refuerzo transversal debe extenderse dentro de la zapata, losa de cimentación o cabezal de pilotes, o la longitud de desarrollo en tracción del refuerzo longitudinal. (Sencico, 2020, pág. 188)

Vigas en la cimentación

Las vigas diseñadas para actuar como acoples horizontales entre las zapatas o cabezales de pilotes deben tener refuerzo longitudinal continuo, el cual debe desarrollarse dentro o más allá de la columna, o anclarse dentro de la zapata o del cabezal del pilote en todas las discontinuidades. Las vigas diseñadas para actuar como acoples horizontales entre las zapatas o cabezales de pilotes deben diseñarse de tal manera que la menor dimensión transversal sea igual o mayor que el espacio libre entre columnas conectadas dividido por 20, pero no necesita ser mayor a 400 mm. Se deben proporcionar estribos cerrados con un espaciamiento que no exceda al menor de: la menor dimensión de la sección transversal, 300 mm ni de 16 veces el menor diámetro de la varilla longitudinal confinada. (Sencico, 2020, pág. 188)

Definición de términos básicos

Carga de servicio. Es la carga sin amplificar especificada en la norma NTE.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificación del cual esta forma parte. (Sencico, 2020, pág. 26)

Carga amplificada o factorizada. La carga, multiplicada por los factores de carga apropiados, que se utiliza para diseñar los elementos utilizando el método de diseño por resistencia de esta norma. (Sencico, 2020, pág. 26)

Columna. Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. (Sencico, 2020, pág. 26)

Viga. Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. (Sencico, 2020, pág. 29)

Losa. Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (Sencico, 2020, pág. 27)

Longitud de desarrollo. Longitud embebida del refuerzo, incluyendo torones de preesforzado, en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica. (Sencico, 2020, pág. 27)

Rigidez. Es la capacidad para oponerse a deformaciones, tanto lineales como angulares. Una medida de la rigidez es la deflexión, por lo tanto, en una edificación antigua que va a ser reforzada la rigidez de la estructura tiene que ser cuantificada para controlar los excesos de deformaciones las cuales podrían ser producidas por un sismo considerable. (Aranzabal, 2015, pág. 10)

Resistencia. Es la capacidad que tiene un sistema estructural que le permite resistir cargas sin colapsar en su conjunto. (Aranzabal, 2015, pág. 11)

Ductilidad. Es la capacidad de un elemento para deformarse sin perder de manera importante su capacidad de resistente, es decir, logran deformarse en el rango inelástico. (Aranzabal, 2015, pág. 11)

Módulo de Elasticidad. Relación entre esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material. (Sencico, 2020, pág. 28)

Muro estructural. Elemento estructural generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano provenientes de empujes laterales de suelos o líquidos. (Sencico, 2020, pág. 28)

Muro de corte o placa. Muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales incluidas por cargas laterales. (Sencico, 2020, pág. 28)

Resistencia nominal. Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de esta norma, antes de aplicar el factor de reducción de resistencia. (Sencico, 2020, pág. 29)

Resistencia requerida. Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en la norma. (Sencico, 2020, pág. 29)

Resistencia de diseño. Resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia (ϕ) que corresponda. (Sencico, 2020, pág. 29)

2.3. Limitaciones

2.3.1. Durante el desarrollo del presente trabajo de suficiencia se tuvo las siguientes limitaciones:

- La disponibilidad de tiempo, ya que mi trabajo es bajo presión, lo cual me dificulta la dedicación necesaria para el desarrollar del presente trabajo de suficiencia.
- Por motivos de viajes a las obras ubicados fuera de lima para dar soporte técnico al personal de obra, resulta difícil dedicarla tiempo al presente trabajo de suficiencia.
- La recopilación de información relacionado al proceso con los procesos de planta pre armado y del montaje en obra.

2.3.2. Durante la ejecución de la obra usando el pre armado de portantes:

- Al iniciar el proyecto no contaba con torre grúa para realizar el montaje, la obra tuvo un atraso con su proveedor de la torre grúa, como solución se optó realizar el montaje con la ayuda de un montacarga lo cual no es lo ideal, pero es una solución, esto genero un atraso en el montaje ya que se triplico el tiempo en dicho proceso.
- La zona de descarga para la obra era un espacio muy reducido por lo que no se podía enviar camiones con mayor capacidad de carga, además cada proveedor tenía un horario establecido, esto hacía que nuestra área de logística

tenía que buscar los camiones de menor alcance, y enviar más personal para agilizar la descarga para cumplir con los tiempos de la obra.

- Para realizar la continuidad de las columnas y placas de la zona del muro anclado los empalmes no cumplían con la longitud de empalme requerido para dar continuidad, por lo que se tuvo que picar el muro anclado hasta alcanzar la longitud requerida según diámetro, este hecho tuvo como consecuencia un atraso de 1.5 días aproximadamente.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

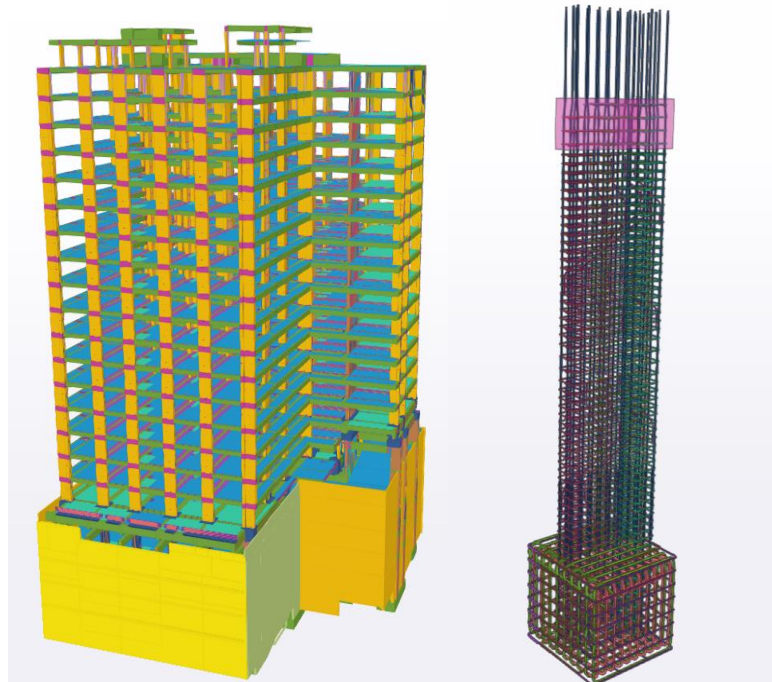
3.1. Experiencias

Experiencia Nro. 01:

Julio del 2019 Obra Edificio PACIFIK OCEAN TOWER, ubicado en el distrito de San Miguel - Lima, en la obra estuve a cargo de la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes, la obra se culminó con éxito.

Figura 8

Proyecto Pacifi Ocean Tower



Fuente: TSC innovation

Experiencia Nro. 02:

Noviembre del 2019 Obra Edificio EDIFICIO INSIGNIA USIL, ubicado en el distrito de La Molina – Lima, en la obra estuve a cargo de la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes, la obra se culminó con éxito.

Figura 9

Proyecto Edificio Insignia Usil



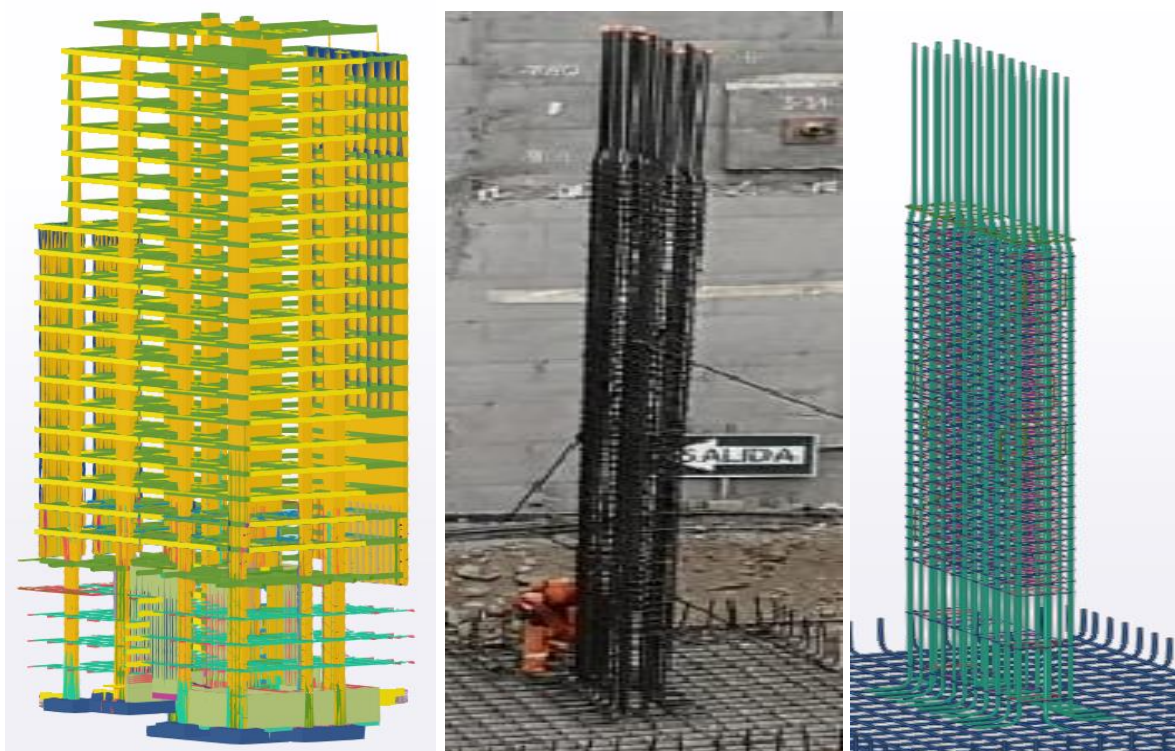
Fuente: TSC innovation

Experiencia Nro. 03:

Setiembre del 2020 Obra Edificio THE PARK, ubicado en el distrito de Lince – Lima, fui la encargada de la supervisión de detallamiento de las estructuras portantes pre armadas, la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes estuvo a cargo del ingeniero Rich Mesa, la obra se culminó con éxito.

Figura 10

Proyecto Edificio The Park



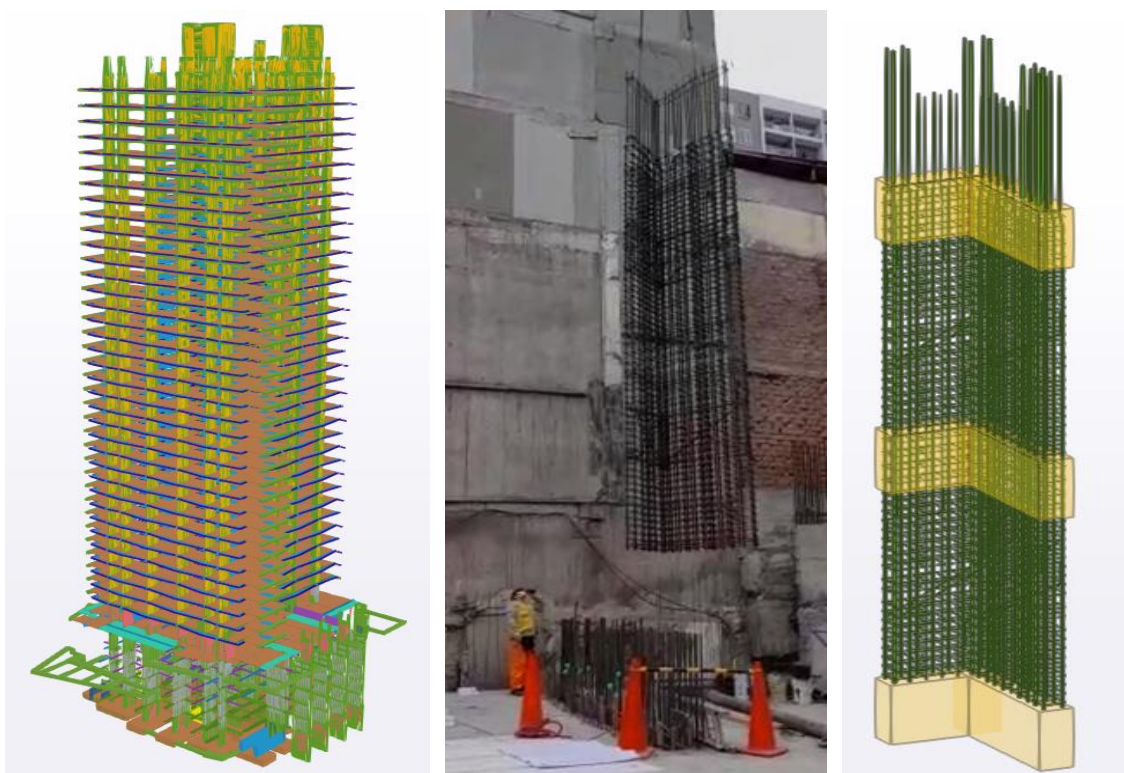
Fuente: TSC innovation

Experiencia Nro. 04:

Marzo del 2020 Obra Edificio TEMPO, ubicado en el distrito de la Victoria, fui la encargada de la supervisión de detallamiento de las estructuras portantes pre armadas, la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes estuvo a cargo del ingeniero Diana Diaz, la obra se culminó con éxito.

Figura 11

Proyecto Edificio Tempo



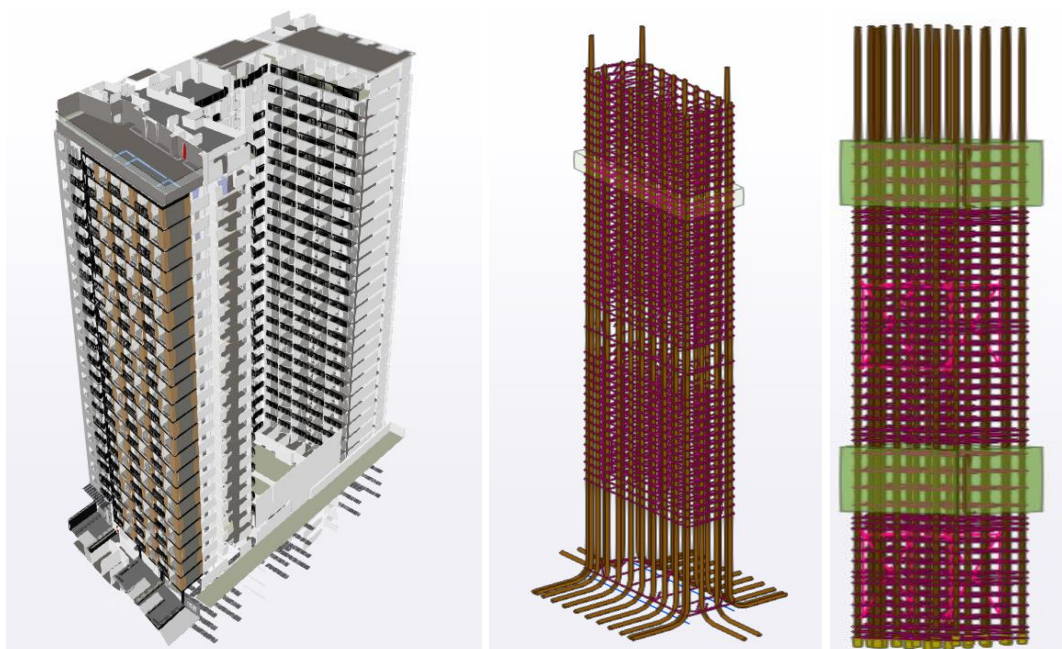
Fuente: TSC innovation

Experiencia Nro. 05:

Febrero del 2021 Obra Edificio PDK-STUDIO 4, ubicado en el distrito de Barranco – Lima, fui la encargada de la supervisión de detallamiento de las estructuras portantes pre armadas, la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes estuvo a cargo del ingeniero Rich Mesa, la obra se culminó con éxito.

Figura 12

Proyecto Edificio Studio 4

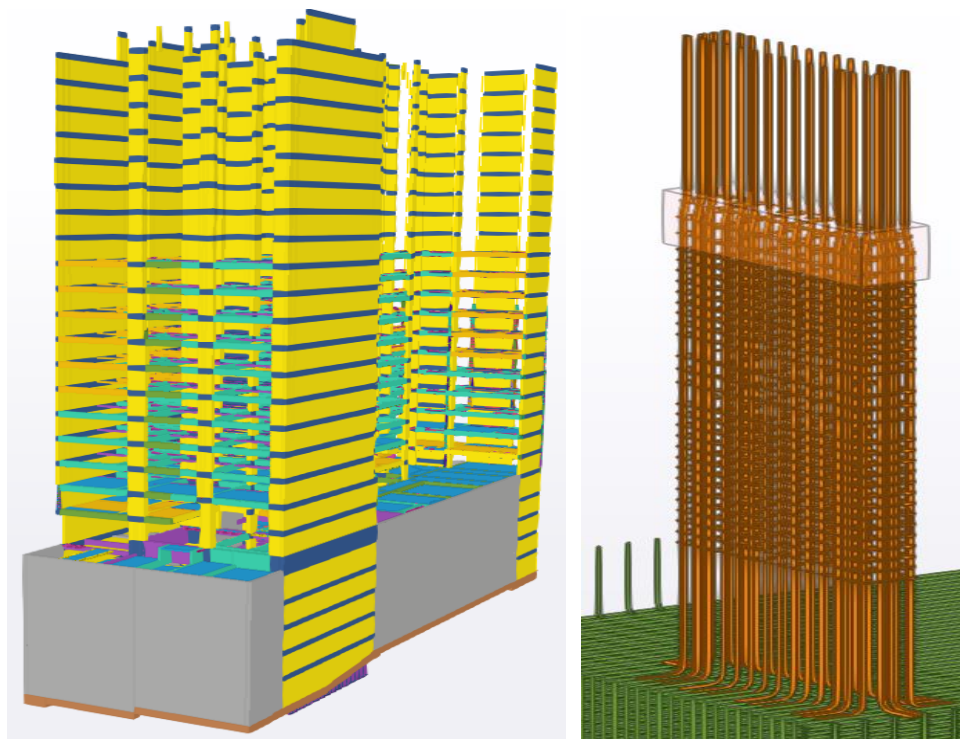


Fuente: TSC innovation

- Julio del 2021 Obra Edificio SWITCH, ubicado en el distrito de Surquillo – Lima, fui la encargada de la supervisión de detallamiento de las estructuras portantes pre armadas, la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes estuvo a cargo del ingeniero Juan Carlos Gonzales, la obra se culminó con éxito.

Figura 13

Proyecto Edificio Edificio Switch



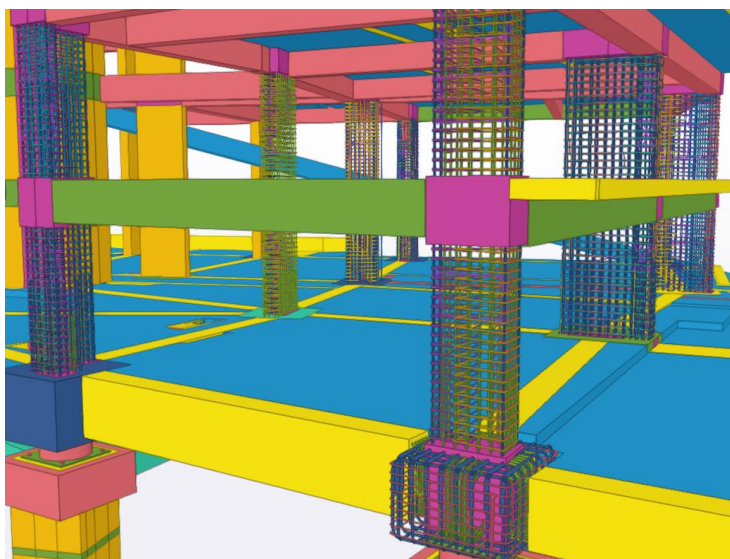
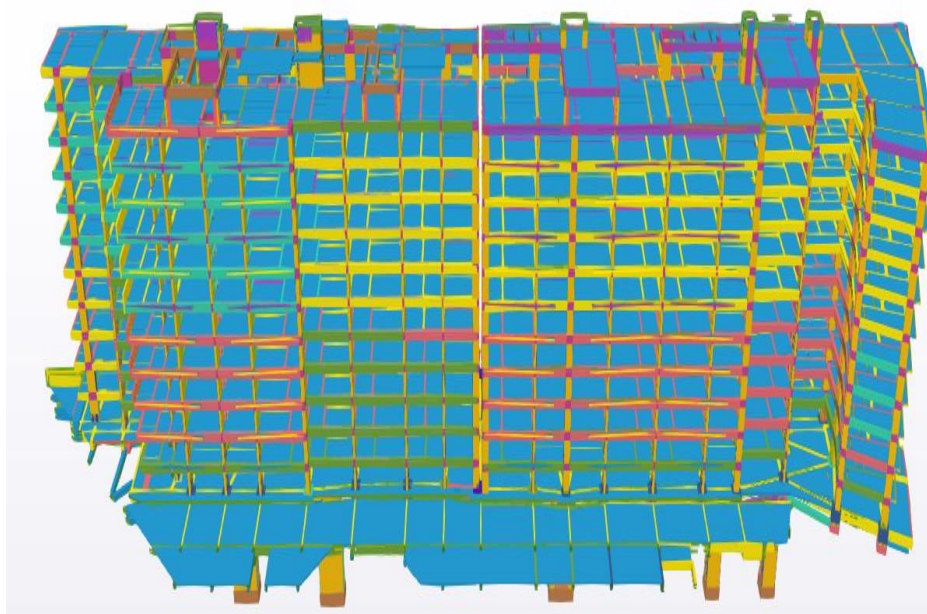
Fuente: TSC innovation

Experiencia Nro. 06:

Diciembre del 2021 Obra Edificio CASAPARQ, ubicado en el distrito de Surco – Lima, fui la encargada de la supervisión de detallamiento de las estructuras portantes pre armadas, la coordinación de suministro de acero dimensionado y pre armado de portantes estuvo a cargo del ingeniero Juan Carlos Gonzales, la obra se culminó con éxito.

Figura 14

Proyecto Edificio Casaparaq



Fuente: TSC innovation

3.2. Proceso de ingreso a la empresa

Mi ingreso a la empresa TSC INNOVATION, se dio cuando la COORPORACION ACEROS AREQUIPA creo la empresa TSC INNOVATION en el año 2018, antes de dicho suceso yo pertenecía al área de ingeniería de detalle de aceros Arequipa y mi cargo era de coordinadora de suministro de acero dimensionado. por lo que al crear la nueva empresa paso todo personal de mi área a la nueva empresa.

3.3. Equipo técnico del Proyecto

Tabla 7

Equipo técnico del proyecto

CARGO	REPRESENTANTE
Coordinador de obra	Ingeniero Earnest Rich Meza Leon
Supervisor de ingeniería	Marleni Salazar rojas
Modelador	Ingeniero Angel Garcia heredia
Dibujante	Alex Huaytalla Tineo
Supervisor de Prearmado	Ingeniera Sybila Lloclla Perez
Supervisor de Instalado y Montaje	Ingeniero Fernando Estrada Ambia

Fuente propia 2022

3.4. Funciones

- Realizar un estudio de la información del proyecto para identificar las columnas y placas pre armables y transportables.
- Analizar el tipo de conexión de pre armados adecuado para el proyecto dependiendo de los diámetros que presenta cada columna o placa.
- Supervisar el detallamiento y modelamiento de las estructuras prearmadas que cumplan con los planos y especificaciones técnicas del Proyecto como: ser secciones, diámetros de los refuerzos longitudinales, empalmes, distribución de estribos, dirección de dobléz, etc.
- Supervisar la generación de los planos de fabricación y montaje del pre armado con la herramienta MACRO T-COL, para la entrega oportuna al área de pre armado.
- Apoyar en la coordinación al supervisor encargado de suministro a obra con el seguimiento de la entrega y el montaje correcto en obra.

3.5. Etapas de la experiencia

A. Identificación del problema

A.1. Problema General

¿Cómo mejorar la productividad y calidad aplicando el prearmado en la partida de acero columnas y placas para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021?.

A.2 Problemas específicos

- ¿Cómo optimizar el tiempo en la productividad de habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional mediante la aplicación del pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021?

- ¿Como optimizar la calidad de habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas mediante la aplicación del pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021?
- ¿Cómo realizar el análisis comparativo de los costos de la partida de acero de columnas y placas de la forma tradicional y el pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021?

B. Desarrollo de los objetivos

B.1. Objetivo General

Mejorar la productividad y calidad aplicando el prearmado en la partida de acero columnas y placas para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021.

B.2. Objetivos específicos

- Optimizar el tiempo en la productividad de habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional mediante la aplicación del pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021
- Optimizar la calidad de habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas mediante la aplicación del pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021.
- Realizar el análisis comparativo de los costos de la partida de acero de columnas y placas de la forma tradicional y el pre armado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021.

C. Planificación e Implementación de los Objetivos

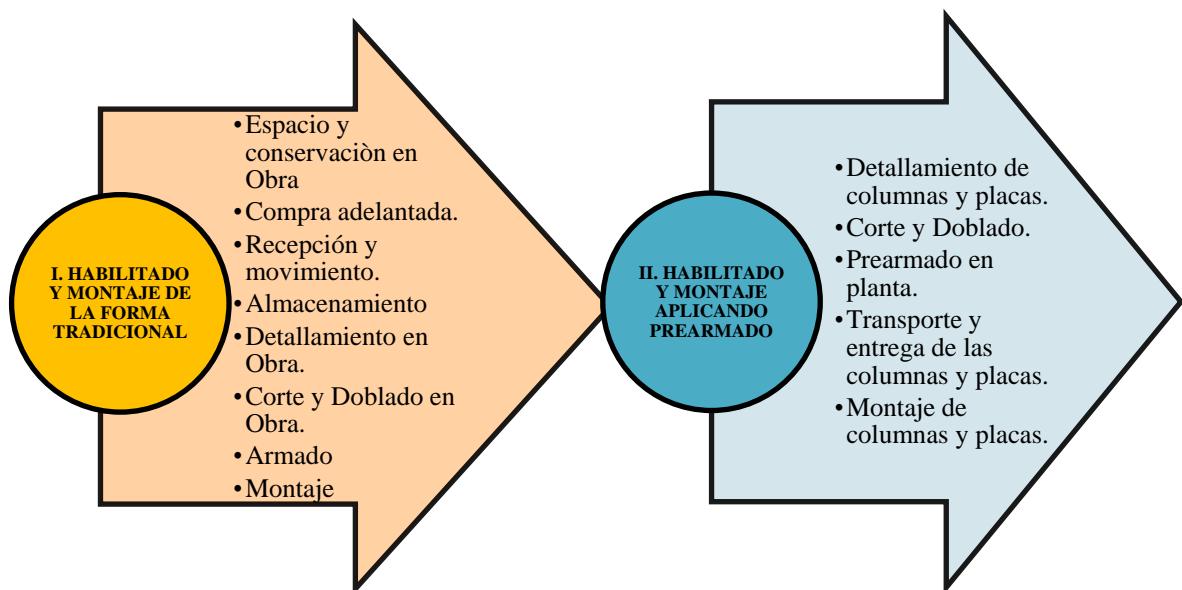
C.1. Del Objetivo específico 01

a. Planificación

- I. Habilidadado en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional.
- II. Habilidadado y montaje en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado.

Figura 15

Flujograma de Planificación



Fuente: propia 2022

b. Implementación

I. Habilitado en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional

Para el habilitado será necesario tener las siguientes consideraciones

- **Espacio y conservación en obra.**

Se deberá contar con un espacio adecuado para el descargue y almacenamiento el cuál demandará un tiempo adicional.

Figura 16

Almacenamiento tradicional



Fuente: TSC innovation

- **Compra adelantada**

Se realiza en base a los metrados a partir de los planos de proyecto, así iniciar la compra antes del inicio de obra.

Figura 17

Metrados desde el Plano.



Fuente: TSC innovation

- **Recepción y movimiento**

Se debe designar más de 4 personas para la labor de conteo y descarga, la seguridad en la operación no siempre se tiene en cuenta.

Figura 18

Recepción Tradicional



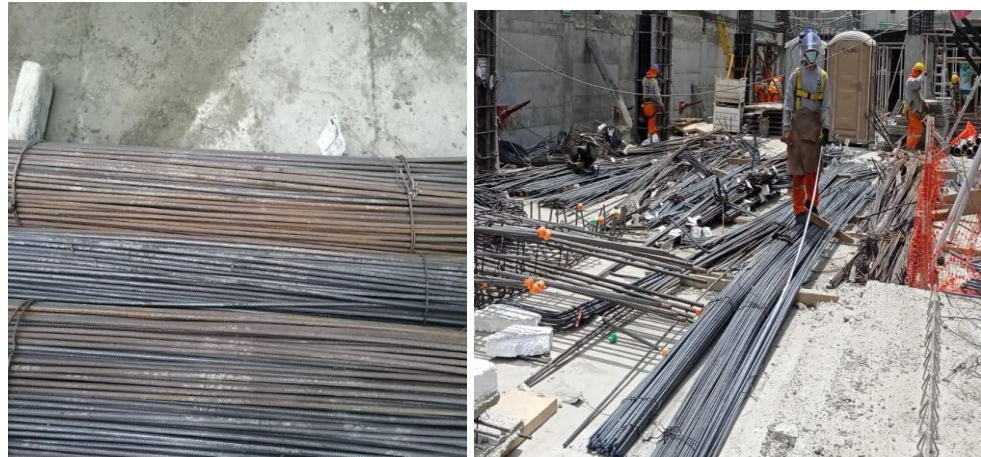
Fuente: TSC innovation

- **Almacenamiento**

Como se sabe no siempre se tiene un buen almacenamiento del material ya que en muchos casos están expuestos a la intemperie causantes de la oxidación y luego de un tiempo a la corrosión, así mismo el desorden ocasionan que se siga perdiendo más tiempo.

Figura 19

Almacenamiento Tradicional



Fuente: TSC innovation

- **Detallamiento en obra**

A partir de los planos el maestro herrero desarrollara su despiece manualmente el cual también implica una vez más que no se pueda optimizar el tiempo.

Figura 20

Despiece en Obra



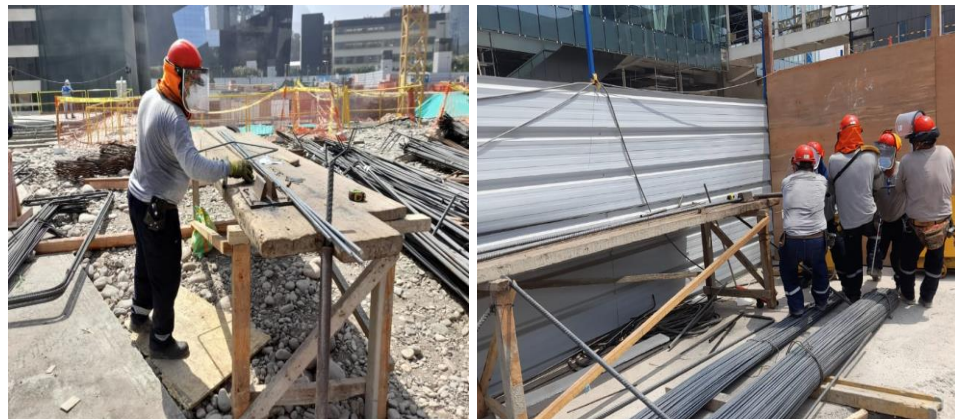
Fuente: TSC innovation

- **Corte y doblado en obra**

Para este trabajo se necesita fabricar mesas con tablonces de madera el cual toma tiempo y Material realizarlo, sumado a esto la productividad en la habilitación es baja por el uso de herramientas artesanales.

Figura 21

Corte y doblado tradicional



Fuente: TSC innovation

- **Armado**

Para este trabajo se necesita armar las columnas en caballetes en donde se procede a amarrar o atortolar los estribos a los aceros longitudinales con alambre Nro 16. Los estribos de fierro son dobladas en forma rectangular o cuadrada de acuerdo con el requerimiento de la construcción, estos sirven para abrazar a las barras longitudinales de las columnas y placas para mantener las en su lugar.

El armado puede hacerse de dos formas: en el banco, lo cual requiere de una posterior colocación, o en el sitio, lo cual implica un armado y colocación al mismo tiempo. El armado en banco es mucho más cómodo y productivo, sin embargo, solo puede ser hecho en algunos casos como columnetas, columnas, mallas de refuerzo por anclajes en el caso de muros anclados, entre otros. En ambos tipos de armado se requiere nuevamente la información de los elementos a armar, de la búsqueda y traslado de las piezas previamente habilitadas, de las mediciones, marcado y armado de los elementos a amarrar con alambre y finalmente almacenado en el caso de que el armado sea en banco.

- **Montaje**

El montaje se realiza manualmente para el cual se necesita aproximadamente 6 personas para levantar y colocar las columnas y placas en el interior de la zanja que lo sostendrá.

Figura 22

Montaje manual



Fuente: TSC innovation

Tabla 8

Resumen del tiempo en el procedimiento de los trabajos de habilitado de la forma tradicional

ítems	Procedimientos de trabajo	Tiempo (días)
1	Espacio y conservación en obra	0
2	Compra adelantada	0
3	Recepción y movimiento	10
4	Almacenamiento	5
5	Corte y doblado	45
6	Armado	55
7	Montaje	45
TOTAL		160 días

Como se muestra en la tabla N.º 8 el procedimiento en la habilitación de las columnas y placas del acero de refuerzo en la forma tradicional se demora 160 días.

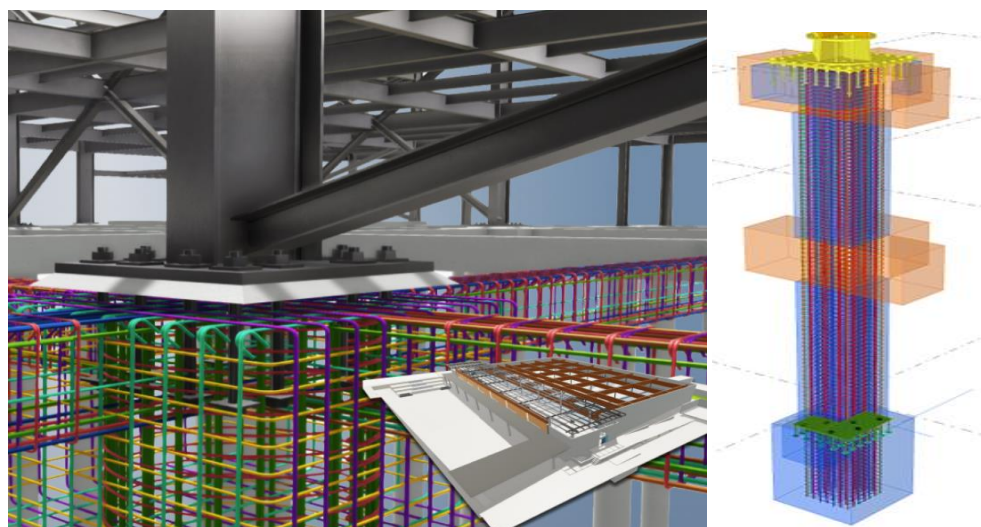
II. Habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado.

- **Detallamiento de las columnas y placas.**

Se realizo con el software Tekla estructural para sacar el despiece con las medidas uniformes y optimizando la calidad de las piezas lo cual garantiza la correcta conexión entre pre armados.

Figura 23

Despiece usando tekla



Fuente: TSC innovation

- **Corte y doblado**

El corte y doblado es industrializado con máquinas que están calibradas de acuerdo con la norma para cumplir con los cortes y radios doblados y de esa manera garantizar la óptima calidad del pre armado.

Figura 24

Corte doblado industrializado



Fuente: TSC innovation

- **Prearmado en planta**

El armado de las columnas y placas se realizaron en la planta industrial con personal calificado quienes garantiza la óptima calidad de los prearmados.

Figura 25

Prearmado en planta



Fuente: TSC innovation

- **Transporte y entrega de las columnas y placas prearmadas**

El montaje de las columnas y placas prearmadas con la ayuda de la torre grúa, este proceso toma aproximadamente entre 10 a 30 minutos.

Figura 26

Transporte de prearmado



Fuente: TSC innovation

- **Montaje de las columnas y placas prearmadas.**

Para entregar a obra las columnas y placas prearmadas se realiza una coordinación logística entre los responsables de suministro y el responsable de obra, lo cual permitirá lograr la carga y descarga de forma eficiente.

Figura 27

Montaje de columnas y placas prearmadas



Fuente: TSC innovation

Tabla 9*Resumen del Tiempo utilizado en los trabajos del prearmado*

Ítems	Procedimientos de trabajo	Tiempo (días)
1	Corte y doblado	0
2	Prearmado en planta	0
3	Recepción y movimiento	10
4	Montaje de Columnas y placas	30
TOTAL		40 días

Fuente propia 2022

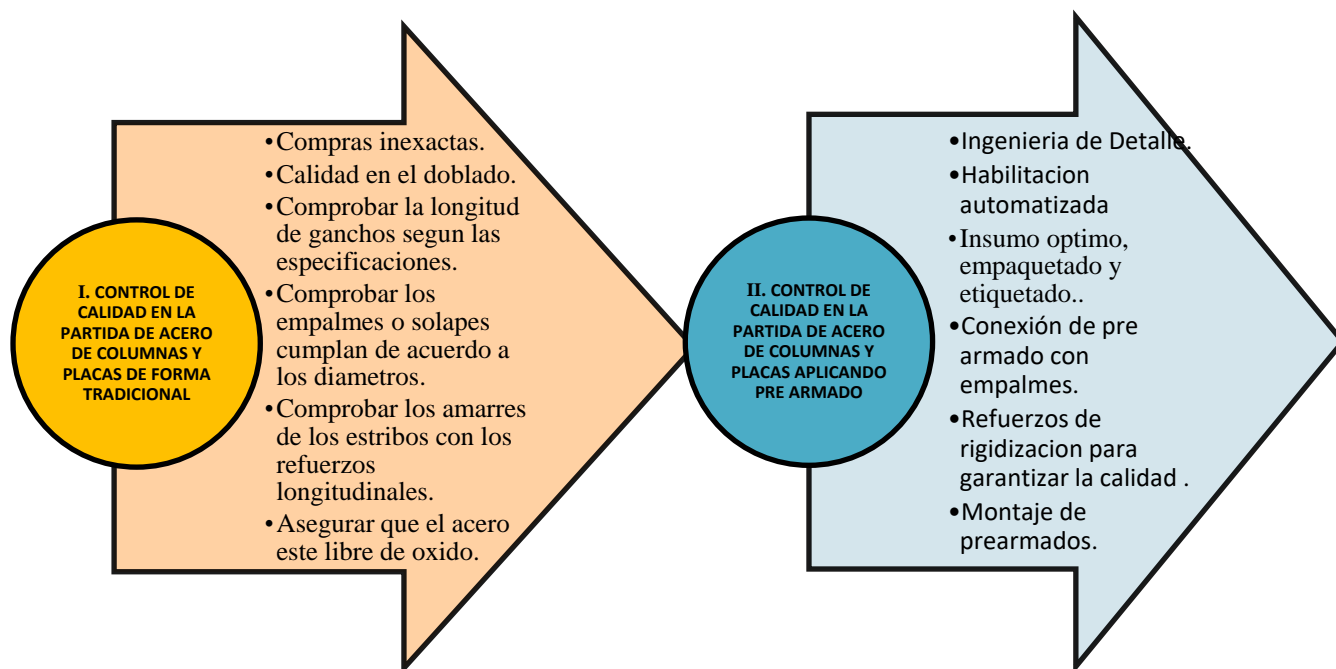
Como se muestra en la tabla N.º 9 que usando el sistema del prearmado de columnas y placas se demora 40 días.

C.2. Del Objetivo específico 02**a. Planificación.**

- I. Control de calidad en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional.
- II. Control de calidad en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado.

Figura 28

Flujograma de la planificación



Fuente: Propia

b. Implementación

I. Control de calidad en la partida de acero de columnas y placas de forma tradicional

La calidad del material debe estar sujetos a un control de las características y propiedades que debe cumplir el acero mediante un responsable establecidos en la norma ASTM A615, además de realizar la prueba de doblado establecido en la misma.

Para el control de calidad de la manera tradicional se tiene en cuenta que:

- Las compras que se realizan muchas veces no son muy reales debido a:
Que existen diferencias en el metrado que se realiza en base a los planos del proyecto versus lo que realmente se necesita.

Figura 29

Compras inexactas



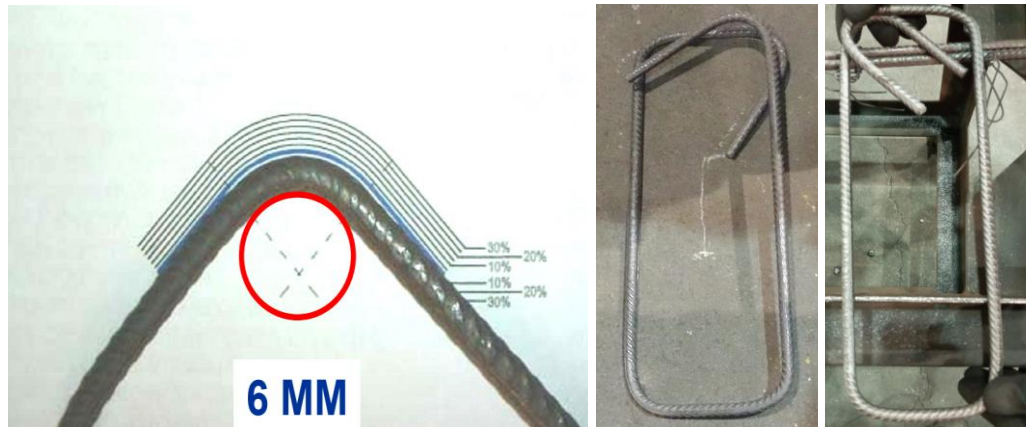
Fuente: TSC innovation

- **Calidad en el doblado en obra.**

No siempre cumple con los diámetros de doblado mínimo del acero según lo indica la norma, por las prácticas erradas que tiene el personal de ferrería como enderezar el acero el cual pone en riesgo la seguridad de la estructura de la columna y placa.

Figura 30

Radio de doblado

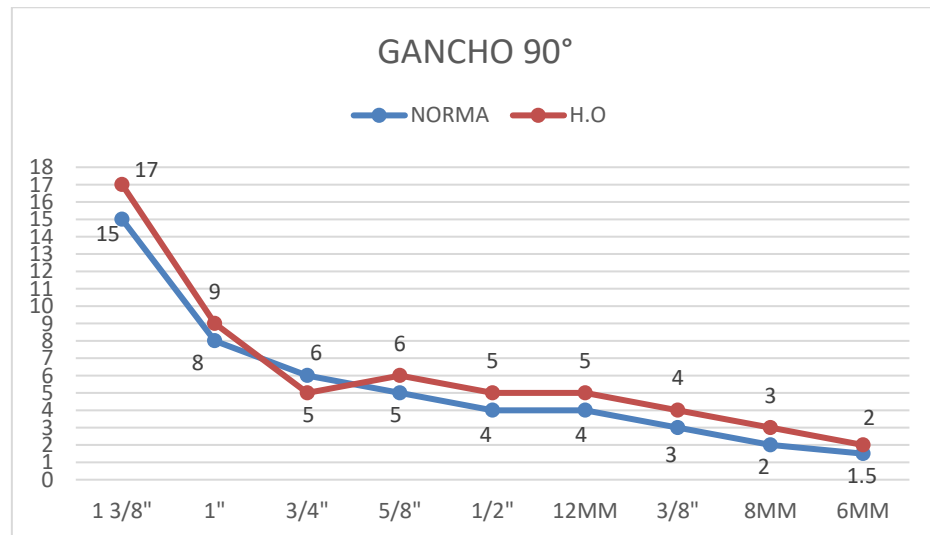


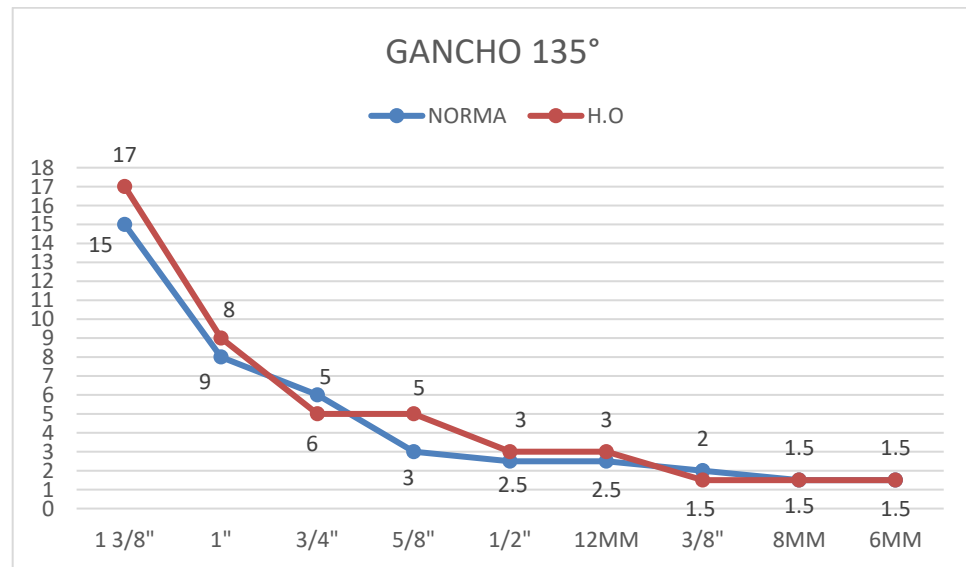
Fuente: TSC innovation

- Comprobar que el acero sea la requerida para la formación de elementos, estribos, ganchos y empalmes con los radios y dobleces apropiados.

Figura 31

Doblado de gancho según norma versus H.O (Habilitado en Obra)

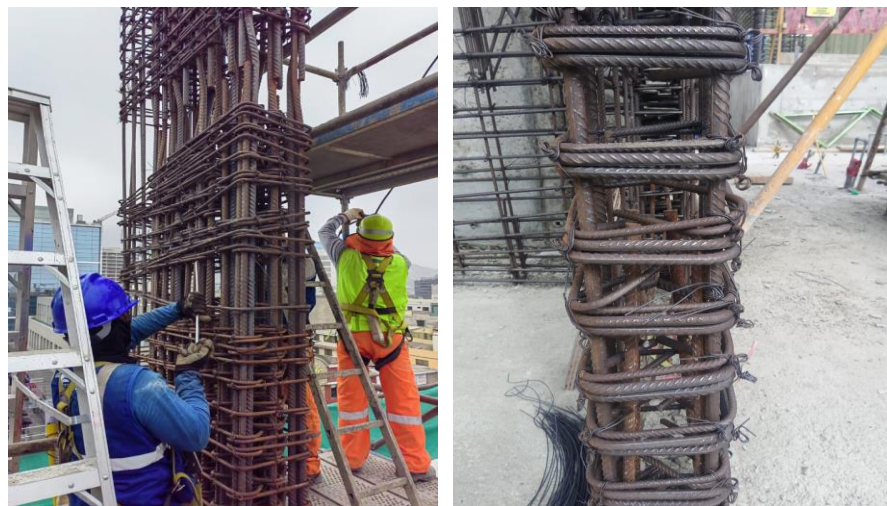




- Comprobar que el armado de las piezas longitudinales tenga los solapes este de acuerdo con las tolerancias de las especificaciones y las normas.

Figura 32

Comprobar el armado de las piezas longitudinales



Fuente: TSC innovation

- Comprobar que los estribos y el refuerzo principal de los elementos estructurales estén amarrados adecuadamente para prevenir desplazamientos y deformaciones durante el vaciado del concreto.

Figura 33

Comprobar el armado de estribos



Fuente: TSC innovation

- Asegurarse que el acero de refuerzo esté limpio y libre de óxido suelto, escamas o cualquier material que pueda disminuir la adherencia del concreto.

Figura 34

Refuerzos con oxido



Fuente: TSC innovation

II. Control de calidad en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado.

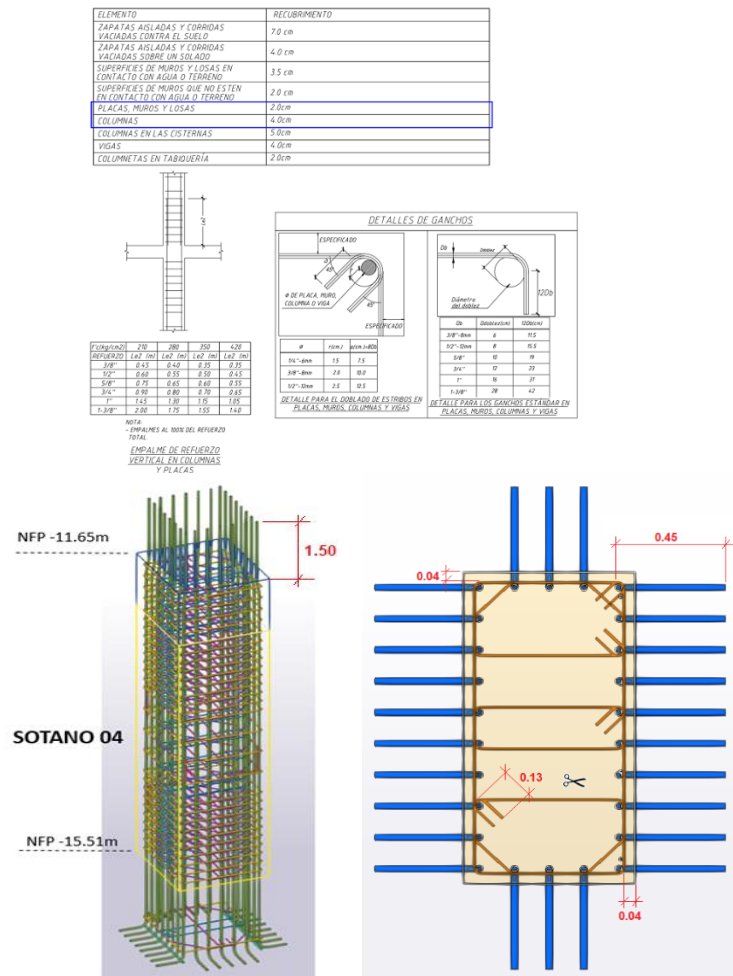
• Ingeniería de Detalle.

Se realiza para tener un proceso constructivo con una constante asesoría, se realiza el detallamiento, fabricación y entrega de las barras de acero cortadas y dobladas según el requerimiento y necesidades específicas de la obra.

Se revisará todos los planos de estructuras, sobre todo las especificaciones técnicas para cumplir con los recubrimientos, los empalmes y los ganchos estándar de acuerdo con la norma o según el estructural indique en el plano de especificaciones técnicas.

Figura 35

Modelado según las especificaciones técnicas



Fuente: TSC innovation

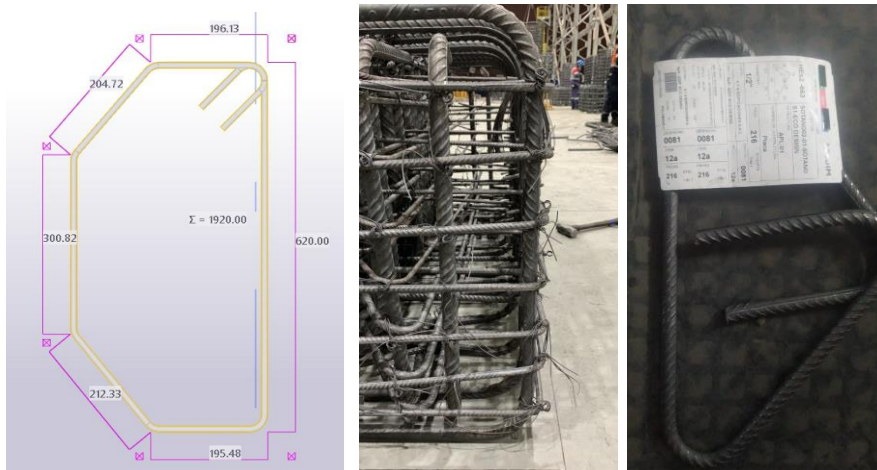
- **Habilitación automatizada (alta calidad y precisión).**

Se asegura la calidad del doblado para los distintos diámetros de barra, con maquinarias de alta productividad y precisión de última generación

cumpliendo con las normas establecidas y aplicando las tolerancias basadas en normas que rigen.

Figura 36

Alta calidad y precisión.



Fuente: TSC innovation

• **Insumo óptimo, Empaquetado y etiquetado**

Los insumos utilizados pasan por un exhaustivo control de calidad para ser usadas en los pedidos que puedan existir, para un mejor control del producto prearmado se entrega al taller de prearmado el despiece debidamente etiquetado por cada tipo de elemento.

Figura 37

Alta calidad y precisión.



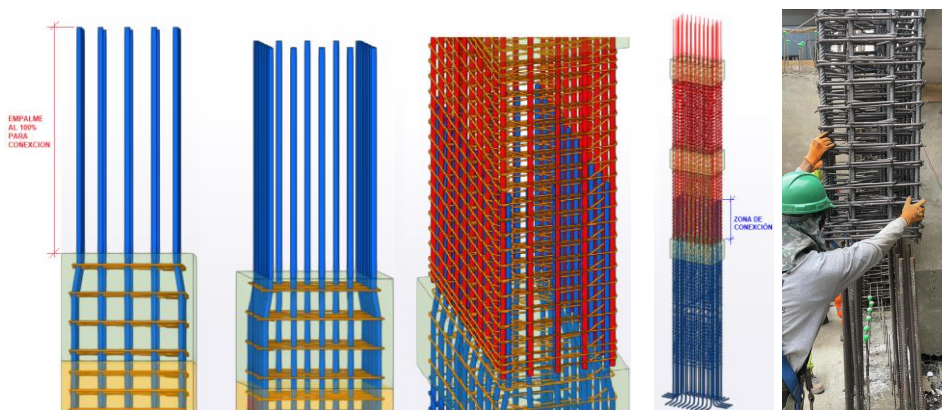
Fuente: TSC innovation

- **Conexión de pre armado con empalmes grifados.**

Para cumplir con la calidad de la conexión entre prearmados se grifará los refuerzos verticales según norma en una proporción de 1:6, este proceso es para garantizar la verticalidad y mantener los ejes de la columna según los planos del proyecto.

Figura 38

Conexión de prearmados



Fuente: TSC innovation

- **Refuerzos de rigidización para garantizar la calidad de la estructura prearmada.**

En las columnas y placas prearmadas se colocarán unos refuerzos adicionales que para rigidizar los prearmados para que al momento de ser cargado, transportado y realizado el montaje no sufra ningún desperfecto, con los refuerzos en mención se va a garantizar la calidad del producto y cumplir con el objetivo.

Figura 39

Rigidizadores de prearmado para trasporte



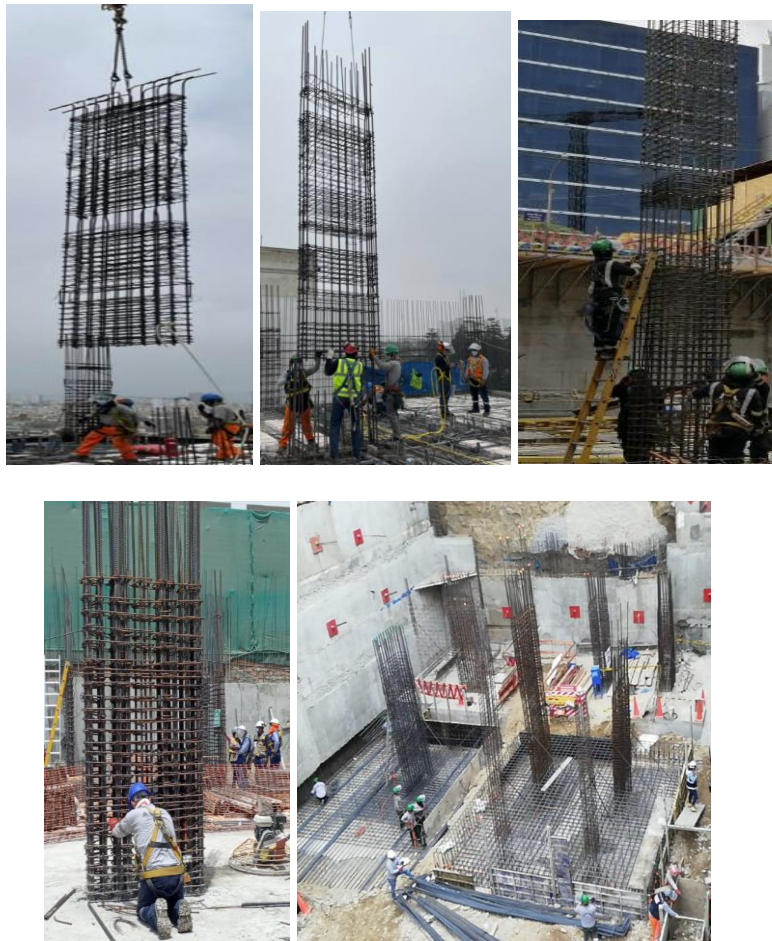
Fuente: TSC innovation

● **Montaje de prearmados.**

Para el montaje y conexión de las columnas y placas prearmadas se empleará la torre grúa de la obra más 3 personas para asegurar la conexión, el tiempo empleado será entre 10 a 20 minutos por cada prearmado, el prearmado no genera ninguna merma, no necesita espacio y la calidad del producto cumple al 100% con los planos de estructuras del proyecto.

Figura 40

Montaje de columnas y placas prearmadas



Fuente: TSC innovation

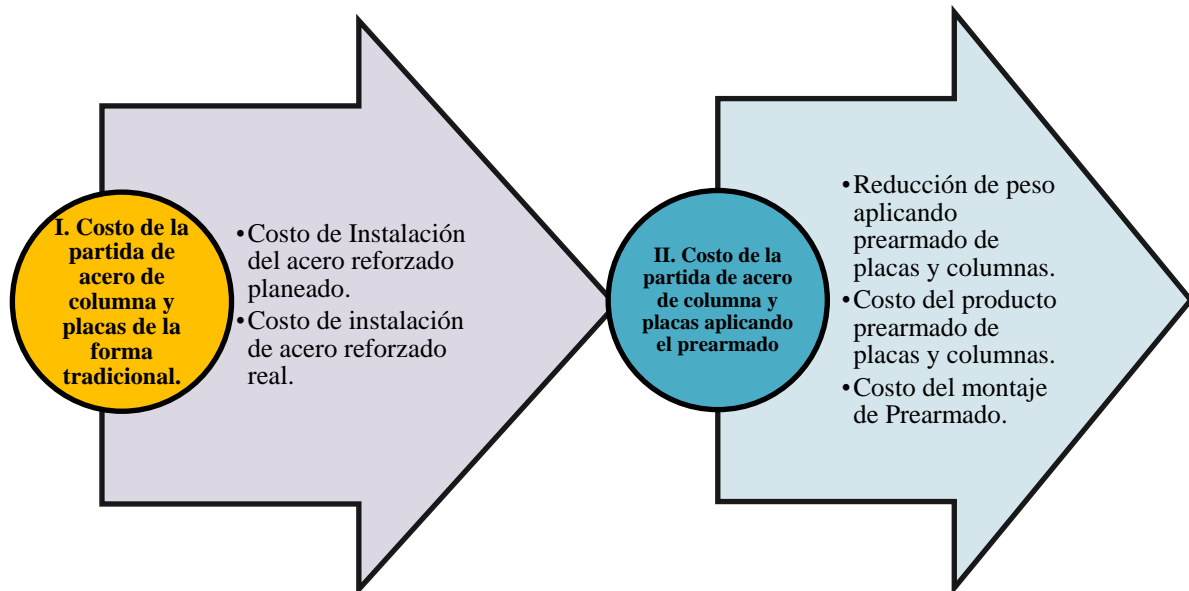
C.3. Del Objetivo específico 03

a. Planificación.

- I.** Costo de la partida de acero de columna y placas de la forma tradicional.
- II.** Costo de la partida de acero de columna y placas aplicando el prearmado.

Figura 41

Flujograma de la planificación



Fuente: Propia

b. Implementacion.

I. Costo de la partida de acero de columna y placas de la forma tradicional.

- Costo de Instalación del acero reforzado planeado.

Los costos planeados se mostrarán en la tabla 10 donde se observa el detalle de los costos de:

Mano de obra: Peón y operario.

Materiales, alambre, acero.

Equipos: andamios y herramientas.

Tabla 10

Costo de instalacion de acero reforzado planeado

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Mano de Obra						
101040003	Peón	hh	0.33	0.0102	18.44	0.188088
101040004	Operario Civil	hh	0.95	0.0292	24.9	0.72708
Materiales						
2110200010001	Alambre Negro Recocido N°16	kg		0.03	3.15	0.0945
211020001	Acero Corrugado Grado 60	kg		1.05	2.59	2.7195
Equipos						
3013400010015	Andamios	hm	0.1	0.0031	2.5	0.00775
30601001	Herramientas Manuales	%MO		1.000	0.92	0.01
TOTAL						3.75

Fuente: TSC innovation

(CONSTRUCTIVO, 2022, pág. 54)

El costo planeado de la partida de instalación de acero reforzado para columnas y placas es de 3.75 s/kilogramo y el detalle se muestra en la tabla 10.

- Costo de instalación de acero reforzado real.

Los costos reales ejecutados en la Instalación de acero reforzado se presentan en la tabla 11. Del mismo modo, se ha incluido los detalles de:

Mano de obra: Peón y operario.

Materiales, alambre, acero.

Equipos: andamios y herramientas.

Tabla 11

Costo de instalacion de acero reforzado planeado

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Mano de Obra						
101040003	Peon	hh	0.5	0.016	18.44	0.29504
101040004	Operario Civil	hh	1	0.032	24.9	0.7968
Materiales						
2110200010001	Alambre Negro Recocido N°16	kg		0.03	3.15	0.0945
211020001	Acero Corrugado Grado 60	kg		1.05	2.59	2.7195
Equipos						
3013400010015	Andamios	hm	0.1	0.0031	2.5	0.00775
30601001	Herramientas Manuales	%MO		1.000	0.92	0.01
TOTAL						3.92

Fuente: TSC innovation

El costo Ejecutado de la partida de instalación de acero reforzado para columnas y placas es de 3.92 s/kilogramo y el detalle se muestra en la tabla 11.

En la obra edificio Lima Uno se realizó un metrado referencial de la manera tradicional, de dicho proceso de metrado se obtuvo 297.25 tn (297 248.032 kg) de acero destinado para columnas y placas. Al realizar el cálculo del costo seria $3.92 \times 297\ 248.032\ \text{kg}$ lo que resultaría un total de S/ 1,165,212.28

II. Costo de la partida de acero de columna y placas aplicando el prearmado.

- Reducción de peso aplicando prearmado de placas y columnas.

El peso de las columnas y placas aplicando prearmado resulta menor aproximadamente en un 5% menos comparado con el tradicional, dicha

reducción se debe que al aplicar prearmado los cambios diámetro de los refuerzos se realiza en los niveles según el cuadro de columnas lo solicita, este proceso resulta dicha reducción en peso, por lo que sumara directamente al costo de la partida.

Tabla 12
Resumen del despiece aplicando prearmado

Nivel	Peso (Tn)
SOTANO 02	20.694
SOTANO 01-P01	19.659
PISO 01-02	18.676
PISO 02-03	17.743
PISO 03-04	16.855
PISO 04-05	16.013
PISO 05-06	15.212
PISO 06-07	14.451
PISO 07-08	13.729
PISO 08-09	13.042
PISO 09-10	12.390
PISO 10-11	11.771
PISO 11-12	11.182
PISO 12-13	10.623
PISO 13-14	10.092
PISO 14-15	9.587
PISO 15-16	9.108
PISO 16-17	8.653
PISO 17-18	8.220
PISO 18-19	13.234
PISO 19-20	9.866
Total general	280.801

Fuente: TSC innovation

Como se muestra en la tabla 12 de resumen de metrado con el despiece prearmado el peso resultante es 280 801.06 kg, si comparamos el peso tradicional con el peso prearmado el resultado se puede ver que el peso

prearmado es 16 446.97kg, en porcentaje seria aproximadamente 5% menos que el despiece tradicional.

- Costo del producto prearmado de placas y columnas.

El costo del producto prearmado es aproximadamente \$1050 la tonelada, en la tabla 13 se muestra el costo, tener en cuenta que dicho costo puede variar dependiendo de la cotización vigente en nuestro medio. Para el calculo usaremos los precios referenciales a la fecha:

Precio Acero (USD)	:	1030
Precio Conector 1 3/8"	:	10.50
Precio Conector 1"	:	6.50

Tabla 13

Costo del producto Acedim – Prearmado

NIVEL	Peso (Tn)	Conectores (UND)		Precio (USD)
		1 3/8"	1"	
SOTANO 02	20.694			21,315
SOTANO 01-P01	19.659	0	0	20,249
PISO 01-02	18.676	0	0	19,237
PISO 02-03	17.743	0	0	18,275
PISO 03-04	16.855	0	0	17,361
PISO 04-05	16.013	0	0	16,493
PISO 05-06	15.212	0	0	15,668
PISO 06-07	14.451	0	0	14,885
PISO 07-08	13.729	0	0	14,141
PISO 08-09	13.042	0	0	13,434
PISO 09-10	12.39	0	0	12,762
PISO 10-11	11.771	0	0	12,124
PISO 11-12	11.182	0	0	11,518
PISO 12-13	10.623	0	0	10,942
PISO 13-14	10.092	0	0	10,395
PISO 14-15	9.587	0	0	9,875
PISO 15-16	9.108	0	0	9,381
PISO 16-17	8.653	0	0	8,912
PISO 17-18	8.22	0	0	8,467
PISO 18-19	13.234	0	0	13,631
PISO 19-20	9.866	0	0	10,162
				\$ 289,225.09
	Total			S/ 1,107,732.08

Fuente: TSC innovation

- Costo del montaje de Prearmado.

Para Los costos de montaje del producto prearmado se representan en la tabla tabla 14. Del mismo modo, se ha incluido los detalles de:

Mano de obra : operario.

Materiales : alambre.

Equipos : herramientas.

Tabla 14

Costo de Montaje

CODIGO	DESCRIPCIO N	UNIDA D	CUADRILL A	CANTIDA D	PRECI O	PARCIA L
Mano de Obra						
101040003	Peon	hh				
101040004	Operario Civil	hh	1	0.007	24.9	0.1743
Materiales						
211020001000 1	Alambre Negro Recocido N°16	kg		0.005	3.15	0.01575
Equipos						
301340001001 5	Andamios					
30601001	Herramientas Manuales	%MO		1.000	0.92	0.01
Total						0.20

Fuente: TSC innovation

El costo unitario del montaje aplicando el producto prearmado para columnas y placas es de 0.20 s/kilogramo y el detalle se muestra en la tabla 14.

En la obra edificio Lima Uno el peso total suministrado fue de 280 801.06 kg de prearmado de columnas y placas, el costo del producto prearmado s/. 1,107,732.08 a esto vamos a sumarle el costo del montaje que vendría a ser 280 801.06 kg x s/. 0.20 el cual da un resulta total del costo del montaje de s/. 56, 174.24.

Por último, el costo total Prearmado más montaje del producto es de s/. 1,107,732.08 más s/. 56, 174.24. siendo el resultado de S/ 1,163,906.32.

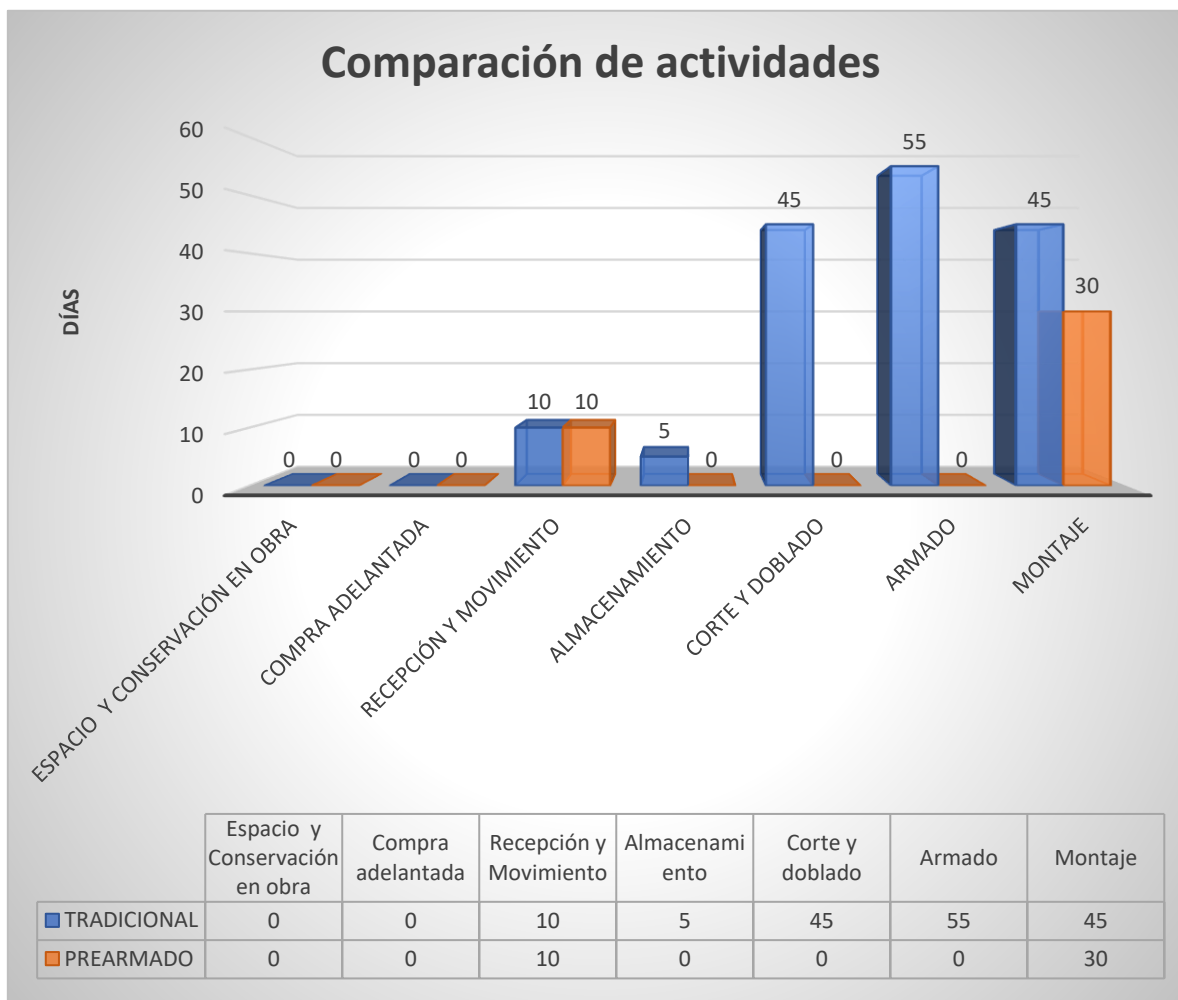
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultado del objetivo 01

El resultado del comparativo de tiempo entre la forma tradicional en la partida de acero para columnas y placas aplicando el producto prearmado en la partida en mención se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 42

Comparativo de actividades



Fuente: propia

Tabla 15
Optimización del tiempo en los procedimientos de trabajo

Ítems	Procedimientos de trabajo	Tiempo en días		Tiempo Reducido	
		Tradicional	Prearmado	Días	%
1	Espacio y conservación en obra	0	0	0	0%
2	Compra adelantada	0	0	0	0%
3	Recepción y movimiento	10	10	0	0%
4	Almacenamiento	5	0	5	100%
5	Corte y doblado	45	0	45	100%
6	Armado	55	0	55	100%
7	Montaje	45	30	15	33%
TOTAL		160	40	120	75%

Fuente: TSC innovation

En cuanto optimizar el tiempo se puede observar que aplicando prearmado de columnas y placas en la partida nos permitió reducir el tiempo aproximadamente de un 75% menos comparado al habilitado y montaje tradicional.

Cabe señalar que las actividades que han tenido mayor incidencia en la reducción de tiempo, ha sido en el habilitado de la partida que es el corte, doblado y armado, que aplicando el producto prearmado genera cero días. Es decir, aplicando el producto prearmado se elimina las tres actividades en cuanto a tiempo en obra.


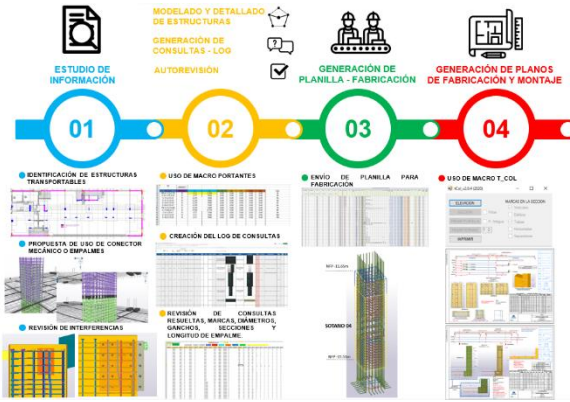


La actividad de montaje también se ve reducido en tiempo en un 33%, lo que significa una reducción de 15 días, al pasar de 45 a 30 días aplicando el producto prearmado.

4.2. Resultado del objetivo 02.

Para optimizar la calidad de la partida de acero en columnas y placas de manera tradicional aplicando el prearmado en la construcción del edificio Lima uno se muestra la siguiente tabla comparativa.

Tabla 16

Tabla comparativa de control de calidad

TRADICIONAL	PREARMADO
<p>Compras inexactas</p> 	<p>Ingeniería de detalle</p> 
<p>Calidad en doblado</p> 	<p>Habilitación automatizada</p> 

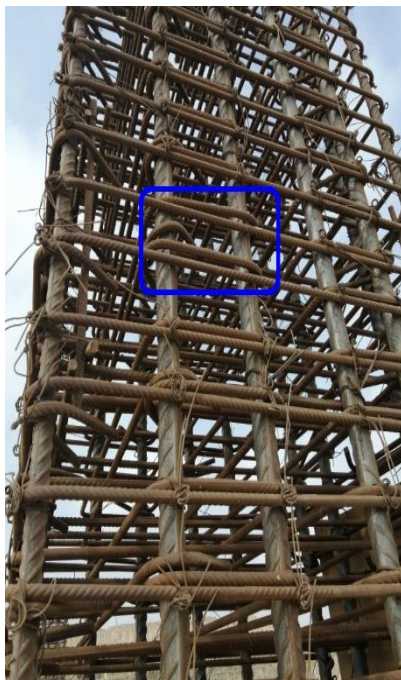
Comprobar la longitud de ganchos según especificaciones



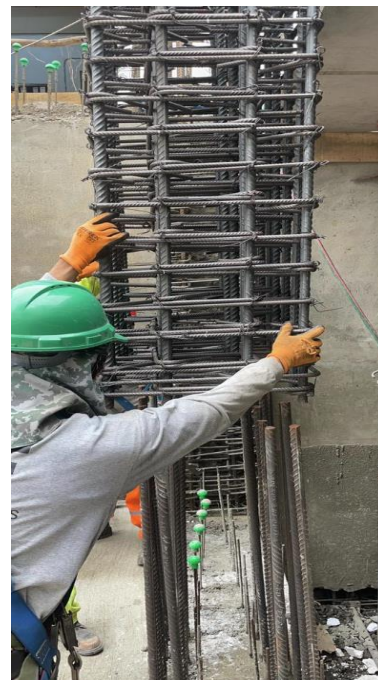
Insumo óptimo, empaquetado y etiquetado



Comprobar los amarres de los estribos con los refuerzos longitudinales



Conexión de prearmado con empalmes



<p>Asegurar que el acero esté libre de óxido</p>	<p>Refuerzos de rigidización para garantizar la calidad</p>
	
<p>Montaje tradicional</p>	<p>Montaje de prearmados</p>
	

De acuerdo con la comparación realizada podemos afirmar que existe un 100% de mejoramiento en cuanto a la calidad de los aceros para columnas y placas aplicando el prearmado.

4.2.1. Comparativo corte y doblado

El resultado del comparativo de la calidad entre la forma tradicional en la partida de acero para columnas y placas aplicando el producto prearmado en la partida en mención se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 17

Tabla de dobles estandar

DIAMETRO	GANCHO 90°		GANCHO 135°	
	NORMA (Cm)	Habilitado en Obra (Cm)	NORMA (Cm)	Habilitado en Obra (Cm)
1 3/8"	15	17	15	17
1"	8	9	8	9
3/4"	6	5	6	5
5/8"	5	6	3	5
1/2"	4	5	2.5	3
12MM	4	5	2.5	3
3/8"	3	4	2	1.5
8MM	2	3	1.5	1.5
6MM	1.5	2	1.5	1.5

Fuente: TSC innovation

En cuanto optimizar la calidad en el corte y doblado de cada una de las piezas se puede observar que aplicando prearmado de columnas y placas cumple con los estándares de calidad y con la normativa de la construcción a comparación de realizarlo de la manera tradicional.

4.2.2. Comparativo empalmes o solapes entre el habilitado tradicional y el productor prearmado.

En cuanto los empalmes o solapes realizándolo el habilitado de la forma tradicional muchas veces no cumplen con lo establecido en la norma, por ello aplicando el prearmado ofrece ciertas ventajas por ser más seguras ofreciendo más seguridad a la estructura. Así como también existe un porcentaje de merma por diámetro según la norma técnica de metrados.

Tabla 18

Porcentaje de merma según norma

Diametro	Merma
1"	10%
3/4"	8%
5/8"	7%
1/2"	5%
3/8"	3%

Fuente: TSC innovation

(Bruno, 2020, pág. 35)

En la tabla 18 se demuestra el peso de la merma que hubiera resultado, sin embargo, al usar el producto prearmado se ahorró aproximadamente 19 toneladas en merma.

Tabla 19

Comparativo de merma

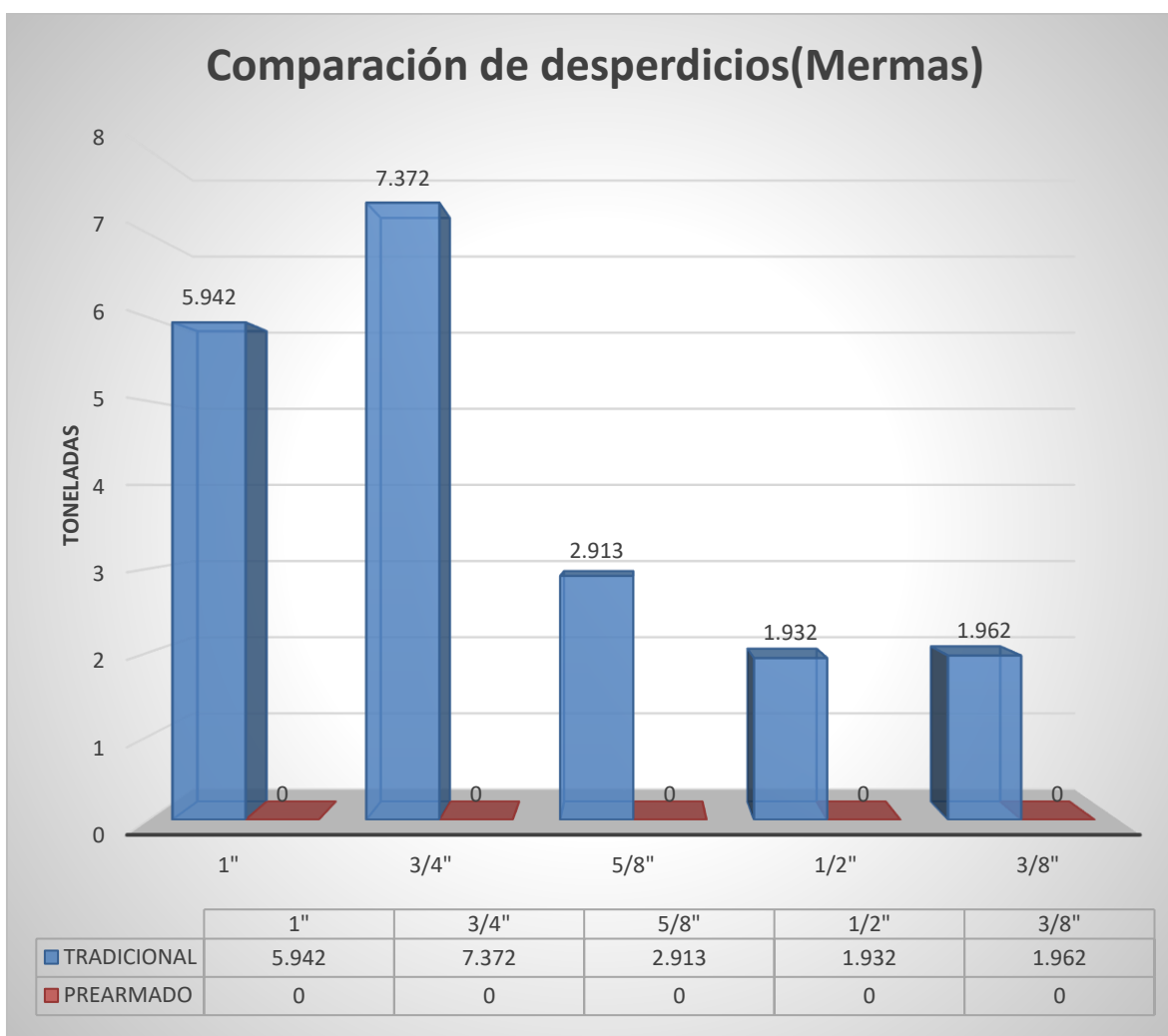
Diametro	Tradicional			Prearmado	
	Despiece Peso (Tn)	% Merma	Peso Merma (Tn)	Despiece Peso (Tn)	Peso Merma (Tn)
1"	59.45	10%	5.945	56.16	0

3/4"	92.147	8%	7.372	87.048	0
5/8"	41.615	7%	2.913	39.312	0
1/2"	38.642	5%	1.932	36.504	0
3/8"	65.395	3%	1.962	61.776	0
TOTAL	297.248		20.124	280.801	0

Fuente: TSC innovation

Figura 43

Comparación de desperdicios(mermas)



Fuente: Propia

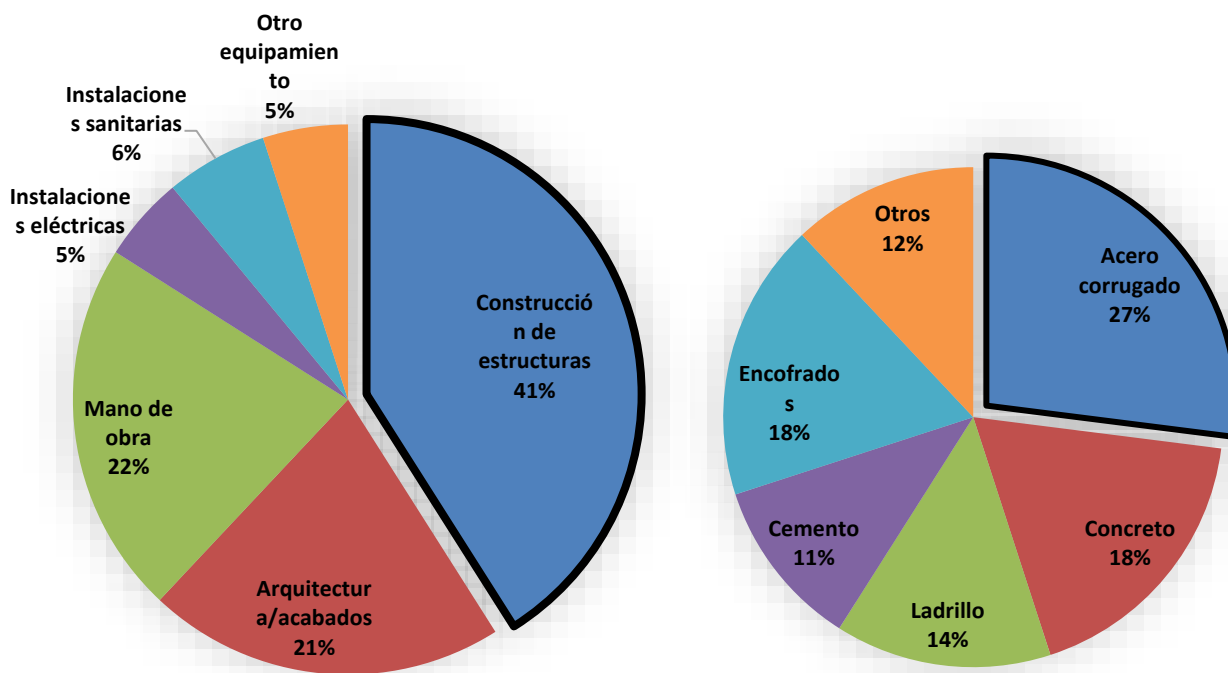
Se evidencia que cuando los fierros son trabajados en obra existe un desperdicio de mermas en la forma tradicional

4.3. Resultado del objetivo 03.

Aquí se demostrará el comparativo de los costos de la partida de acero de columnas y placas de la forma tradicional y el prearmado para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021.

Figura 44

Importancia del acero en obra

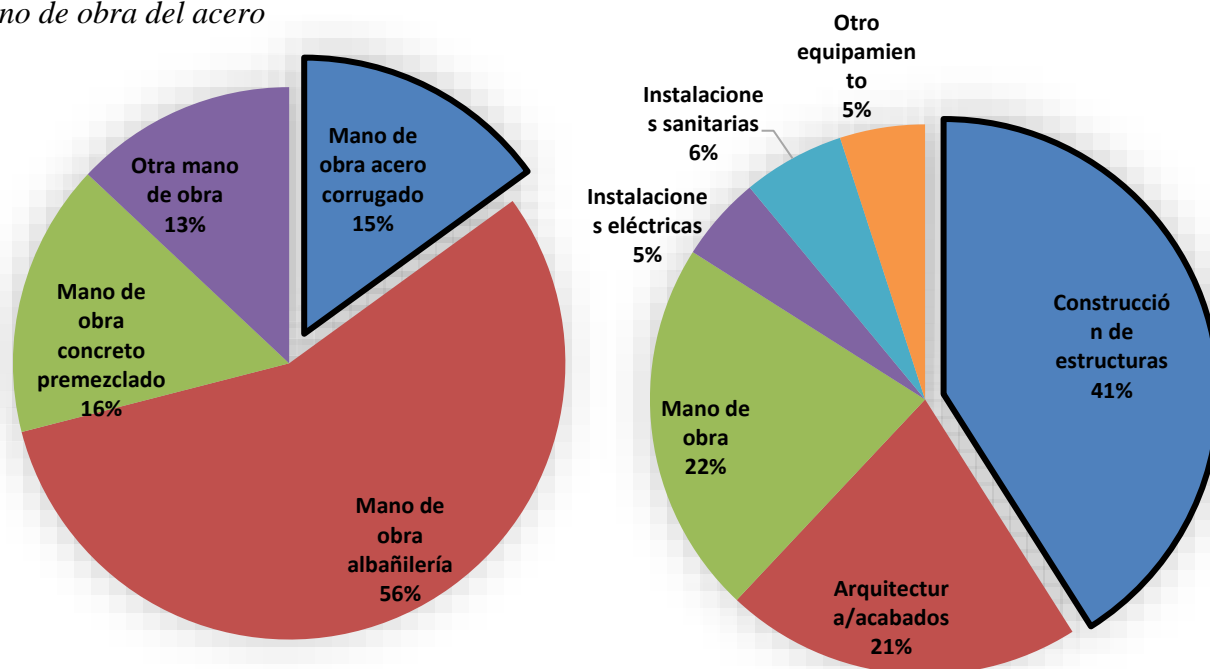


Fuente: Propia

Como se muestra en la figura el acero corrugado juega un papel importante que representa el 27% del costo directo de la obra.

Figura 45

Mano de obra del acero



Fuente: Propia

En la figura se muestra que la mano de obra del acero representa el 15 % del costo directo de la obra

Tabla 20

Comparativo de costo

Item	ACTIVIDADES	PESO DESPIECE (Kg)	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.00.00	Producto Prearmado				S/. 1,189,332.87
1.01.00	Prearmado de Columna y placas	280801.055	S/. 4.24	S/. 1,189,332.87	
2.00.00	Habilitado tradicional				S/. 1,223,320.67
2.01.00	Habilitado en Obra	297248.328	S/. 3.92	S/. 1,165,213.45	

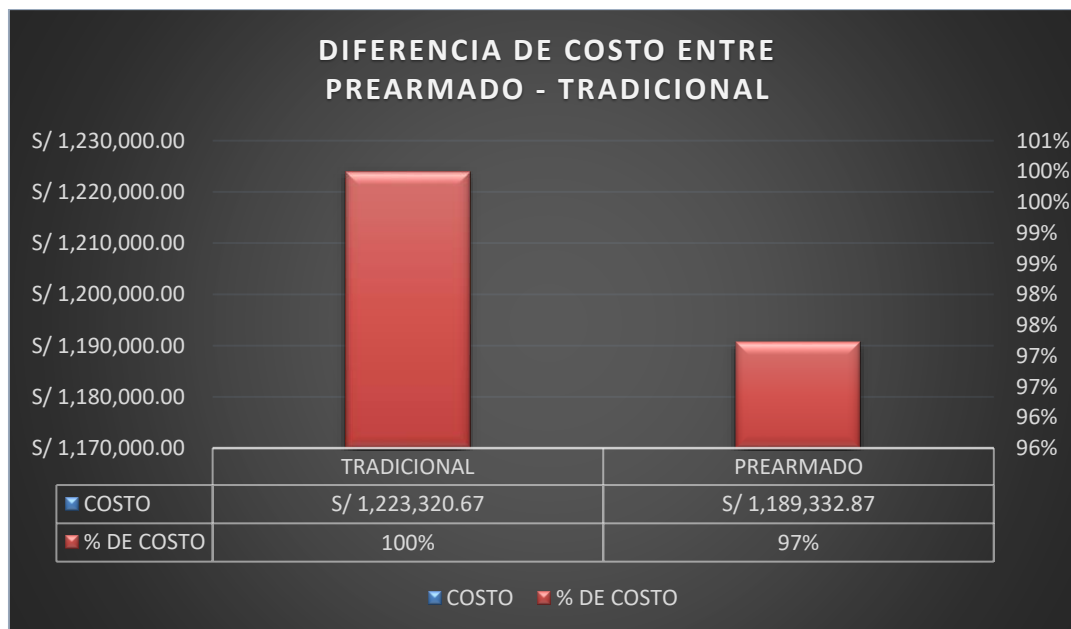
2.02.00	Merma del Habilitado en obra	20123.712	S/. 2.89	S/. 58,107.22
---------	------------------------------	-----------	----------	------------------

Fuente: TSC innovation

Haciendo el comparativo correspondiente, se puede observar que, usando el producto acedim prearmado en la partida columnas y placas se generó un ahorro de s/. 33, 987.80, es decir que se generó un ahorro del 3% en el costo de la partida.

Figura 46

Comparación de costo de la partida



Fuente: Propia

Se evidencia que el prearmado de columnas y placas en cuanto a costo pesa 3% menos que habilitando de forma tradicional.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Implementando la mejora de la productividad y calidad aplicando prearmado en la partida de acero en columnas y placas se logró reducir el tiempo, mejorar la calidad y reducir el peso que finalmente se refleja en el costo de la partida, los resultados alcanzados son muy importantes para la empresa TSC innovation y Aceros Arequipa, ya que con estos resultados mejora la participación del producto ACEDIM PREARMADO en el mercado y la confiabilidad en el producto.

5.1.1. Conclusiones del Objetivo Especifico 01

Implementando habilitado y montaje en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado se logró optimizar el tiempo en la productividad de habilitado y montaje para la construcción del edificio “Lima Uno”, Lima 2021. Se llegó a reducir hasta en un 75% menos comparado con el habilitado y montaje tradicional. Por lo tanto, la reducción total en días en la partida de acero de columnas y placas fue de 120 días menos comparado con el habilitado tradicional.

5.1.2. Conclusiones del Objetivo Especifico 02

Implementando Control de calidad en la partida de acero de columnas y placas aplicando Pre armado, se logró cumplir con los estándares de calidad en corte, doblado, acero limpio libre de oxido, empalmes, solapes, etc.

Se logro que el producto acedim prearmado se entregue de acuerdo con las tolerancias del proyecto y de la normativa que nos permite entregar un producto de calidad.

5.1.3. Conclusiones del Objetivo Especifico 03

Aplicando Pre armado en la partida de acero de columnas y placas, se logró reducir el peso de las columnas y placas en 5% menos comparado con el tradicional, dicha reducción permitió un ahorro en la partida en toneladas de acero de 16.5tn.

5.2. RECOMENDACIONES

En función a mi experiencia profesional en la aplicación de acedim prearmado en la construcción del edificio “Lima Uno”, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda aplicar prearmado de columnas y placas en proyectos modulados con el sistema a porticado, sistema de placas y en albañilería confinada, no es recomendable aplicar preparado en proyectos modulados con el sistema de muros de ductilidad limitada.
- Se recomienda aplicar prearmado de un nivel en los arranques desde la cimentación, a partir del siguiente nivel es recomendable prearmar cada dos niveles, para optimizar el peso y mejorar la productividad demostrado.
- Se recomienda aplicar prearmado con empalmes al 100% de los refuerzos a tope de la losa, esto genera menor tiempo en el uso de la grúa y ahorro de uso de andamios en la conexión de los prearmados.

5.3. LECCIONES APRENDIDAS

Tabla 21

Lecciones aprendidas

ITEM	TRABAJO AFECTADO	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	CAUSA	ACCION CORRECTIVA	RESULTADO OBTENIDO	LECCION APRENDIDA
1	Instalación de la estructura prearmada	Interferencia en el nodo, encuentro viga columna Interferencia con la estructura metálica en el piso 20	Calidad en la Ingeniería	Se reviso todas las interferencias entre la estructura prearmada con el Modelo en la plataforma trimble connect y se planteó la solución en una sesión Ice con la oficina técnica de obra.	La estructura prearmada con mínima observaciones en los encuentros con otros elementos estructurales.	Ing.: considerar desde el modelo las soluciones de las interferencias con las diferentes especialidades. Obra: Considerar tener Stock de barras de 9m de diferentes diámetros para habilitar en caso de fallas en la fabricación
2	Transporte de la estructura prearmada hacia la obra	Falta de aceros de refuerzo para rigidizar la estructura prearmada	En el taller de prearmado se obvio la colocación de los rigidizadores	Se habilito rigidizadores de Ø1/2" que se colocó 2 juegos de 4 rigidizadores, en total 8 rigidizadores	Se obtuvo un prearmado más estable para su montaje	Considerar un check list de calidad antes de cargar el lote de estructuras prearmadas

Fuente: TSC innovation

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aranzabal, W. (2015). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica para el diseño del reforzamiento estructural que mejora el comportamiento sísmorresistente del Hospital Casimiro Ulloa empleando la Norma E.030-2014.*

Bruno, E. (2020). *COSTO DIRECTO APORTE UNITARIO ARMADURA DE REFUERZO.*

CONSTRUCTIVO. (2022). *ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.*

Gomez, J., & Palacios, E. (2011). *PRINCIPALES CAUSAS Y POSIBLES SOLUCIONES DE LAS RECLAMACIONES A NIVEL PATOLÓGICO EN SISTEMAS DE EDIFICACIONES APORTICADAS.* Medellín.

Ottazzi, G. (2011). *DISEÑO EN CONCRETO ARMADO.*

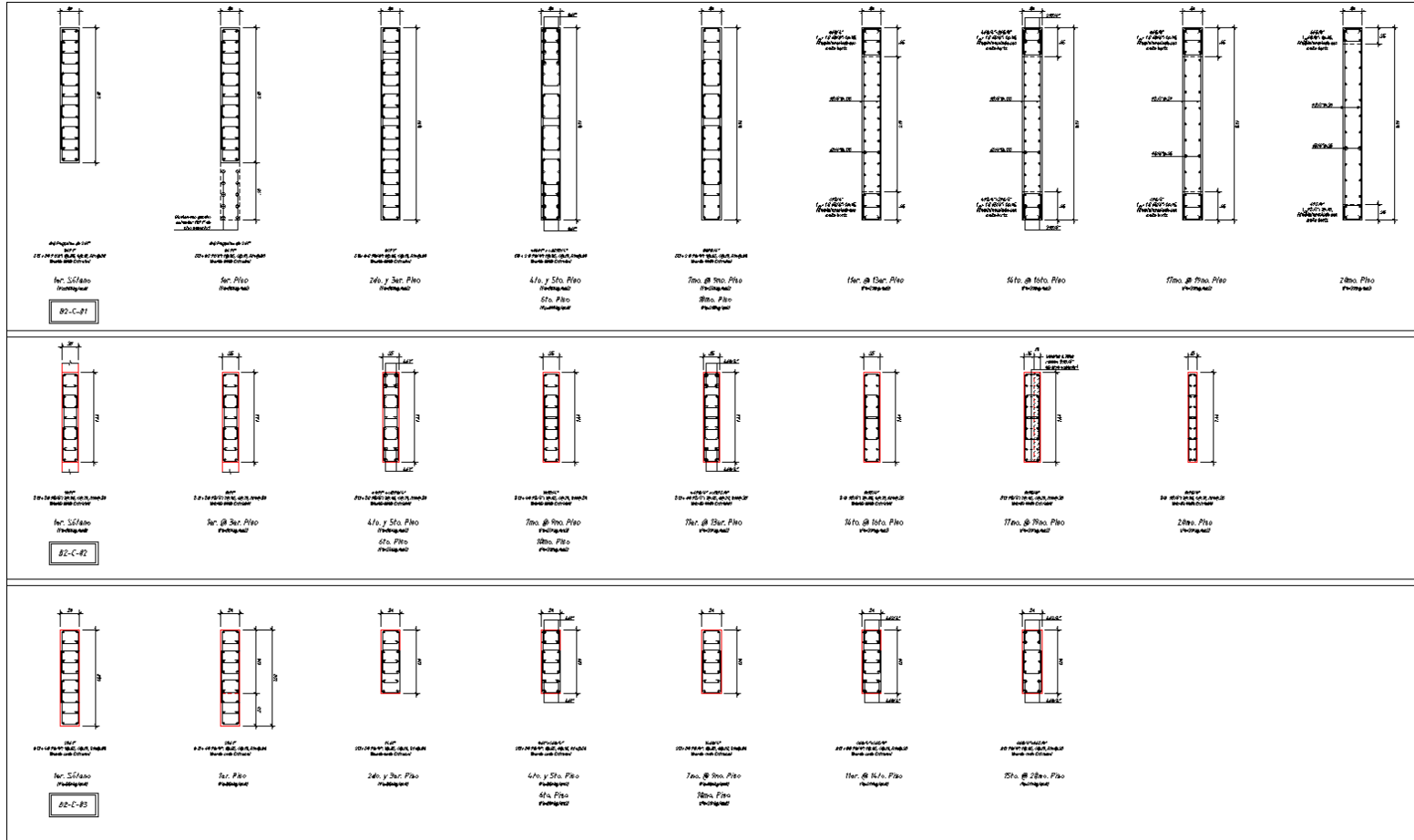
Sencico. (2020). *NORMA E.060 CONCRETO ARMADO.*

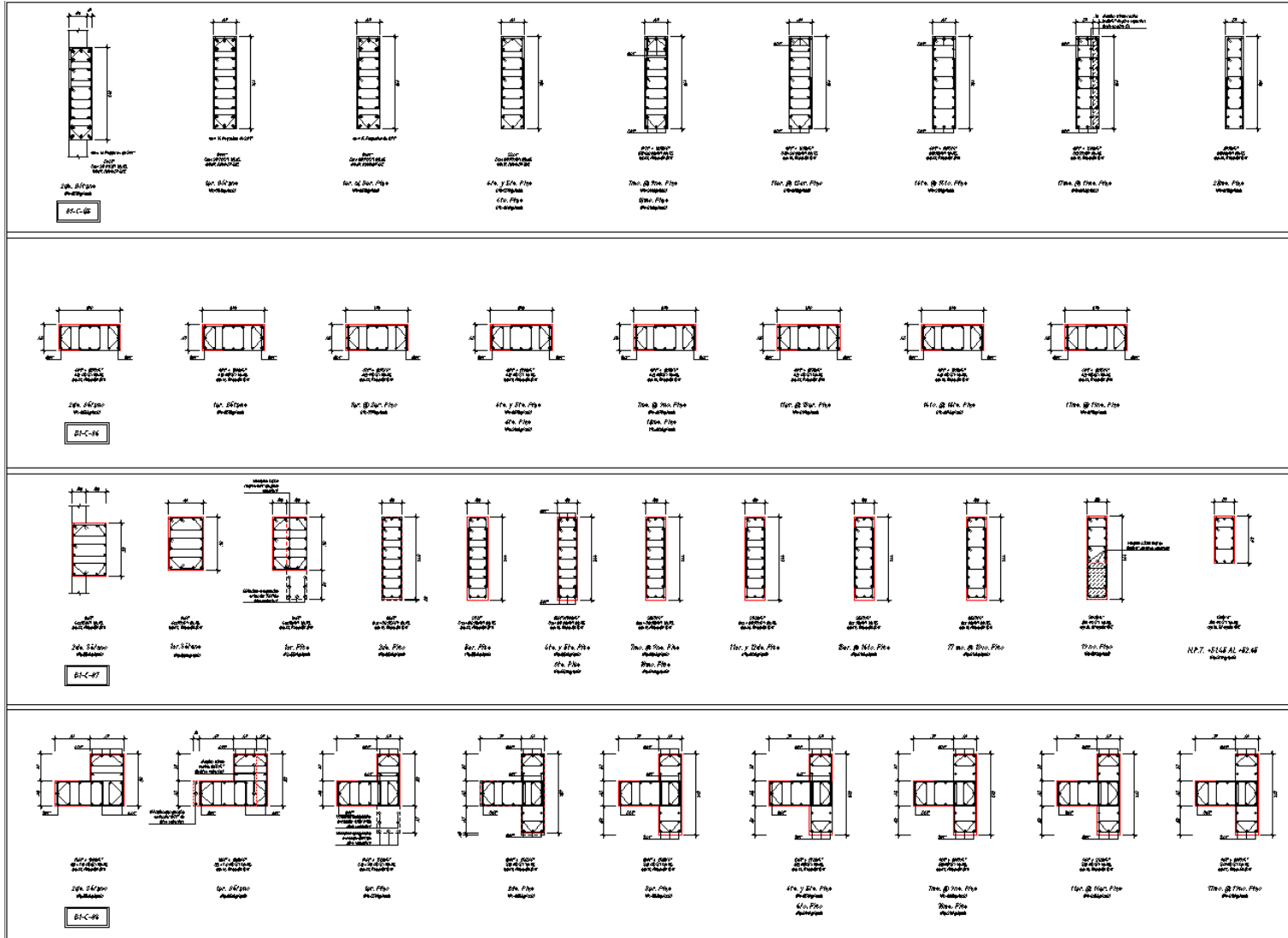
Sencico. (2020). *NORMA E.30 DISEÑO SISMORRESISTENTE.*

TSC INNOVATION. (s.f.). *DISEÑO Y CONSTRUCCION VIRTUAL.* Obtenido de <https://tscinnovation.com/es#menu1>.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuadro de columna





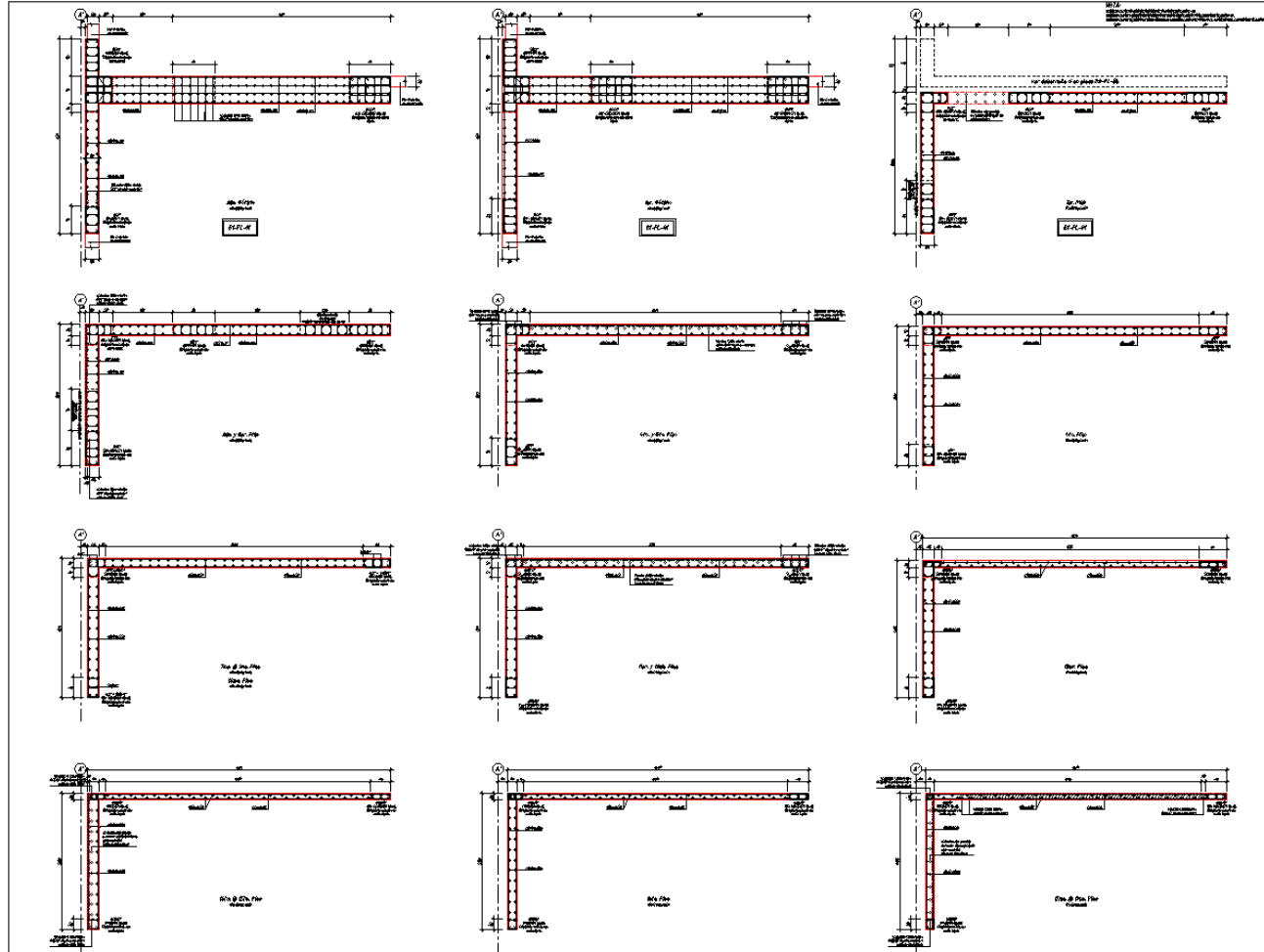


Figura 47

Columna – Placas 12

Anexo 2: Planta de ubicación de columnas y placas prearmables y transportables

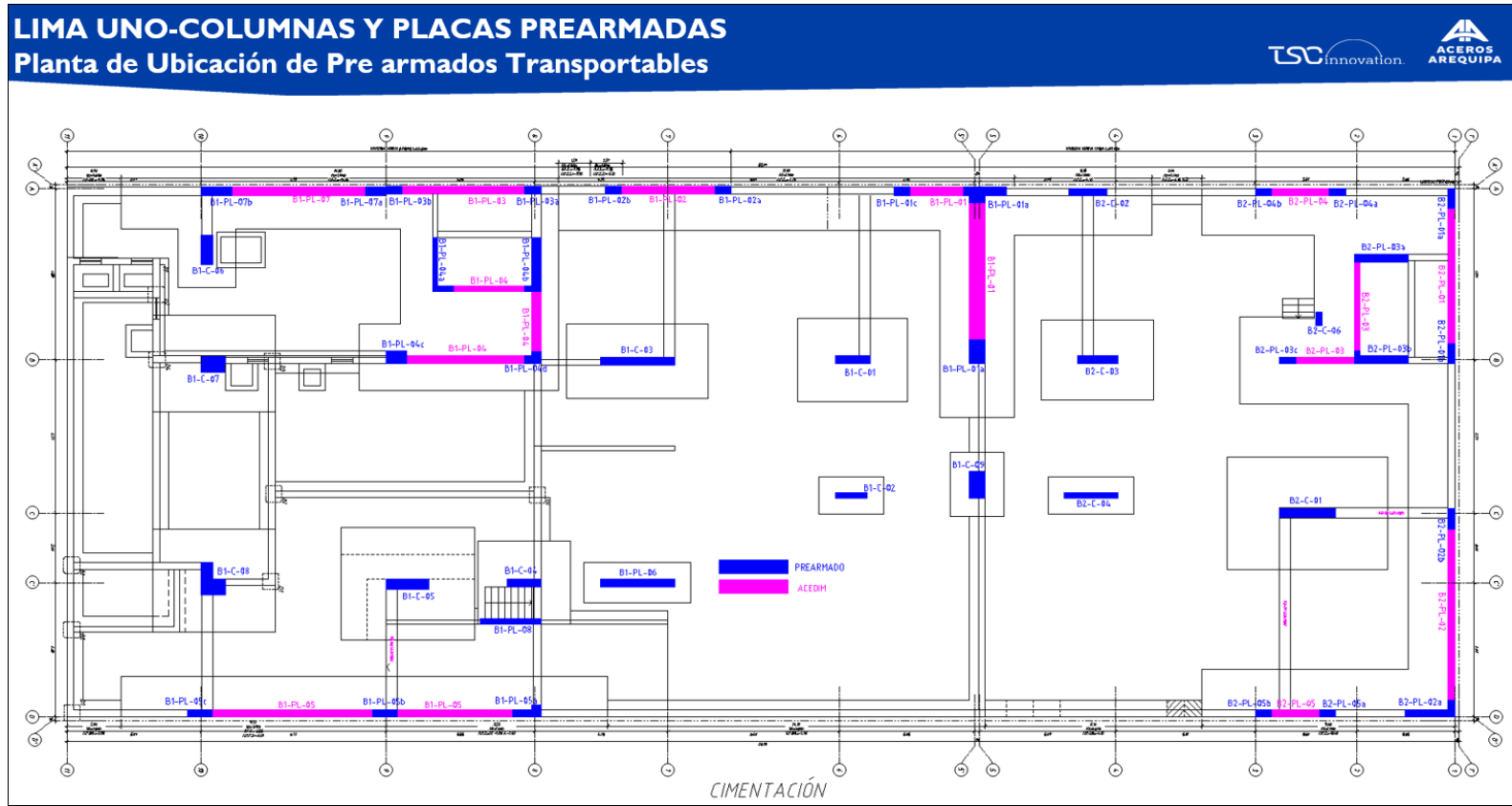


Figura 48

Columna – Placas 12

Anexo 3: Valor de solape según especificaciones del proyecto

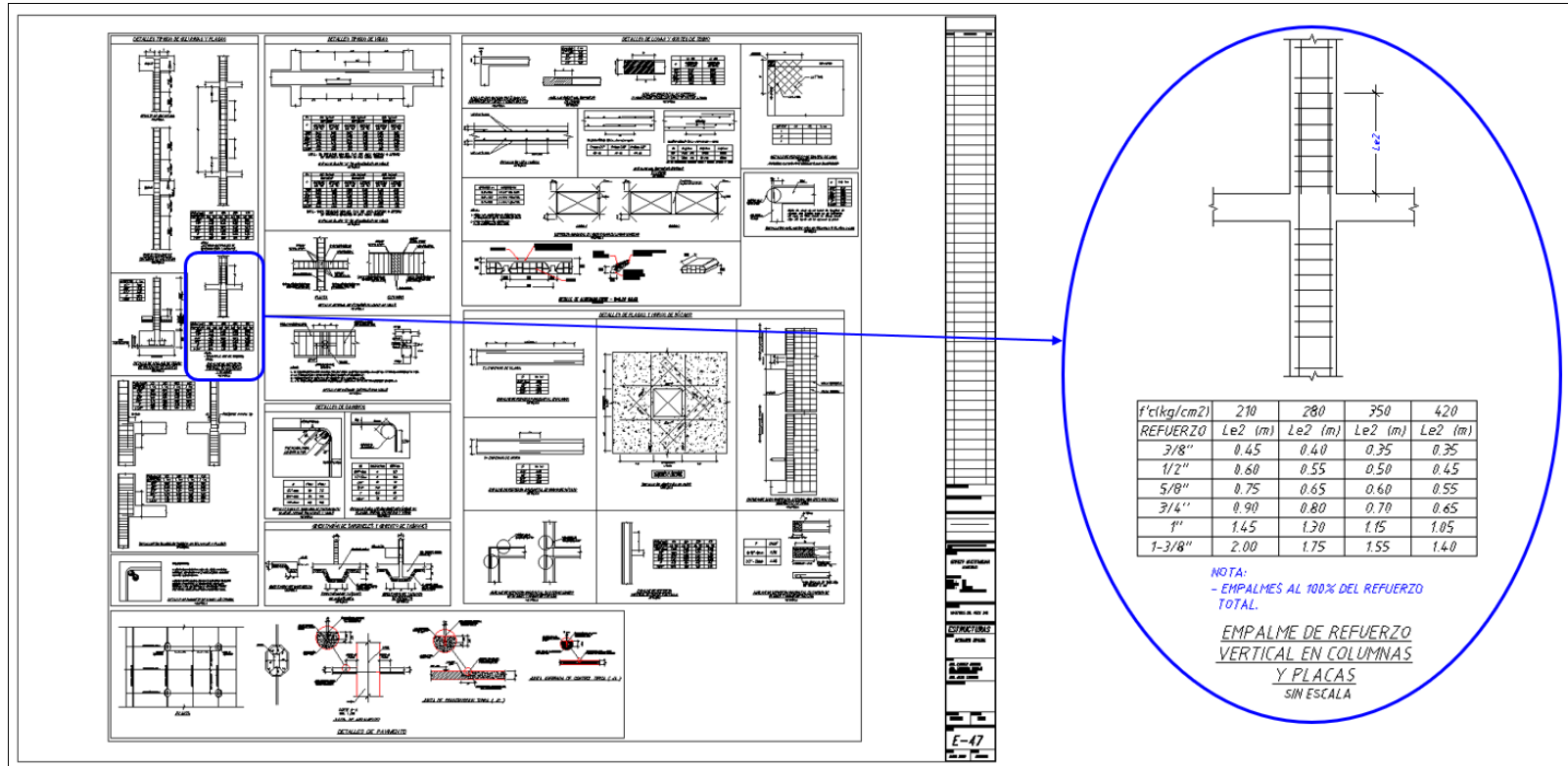


Figura 49

Valor de empalme

Anexo 4: Secuencia de suministro de prearmados

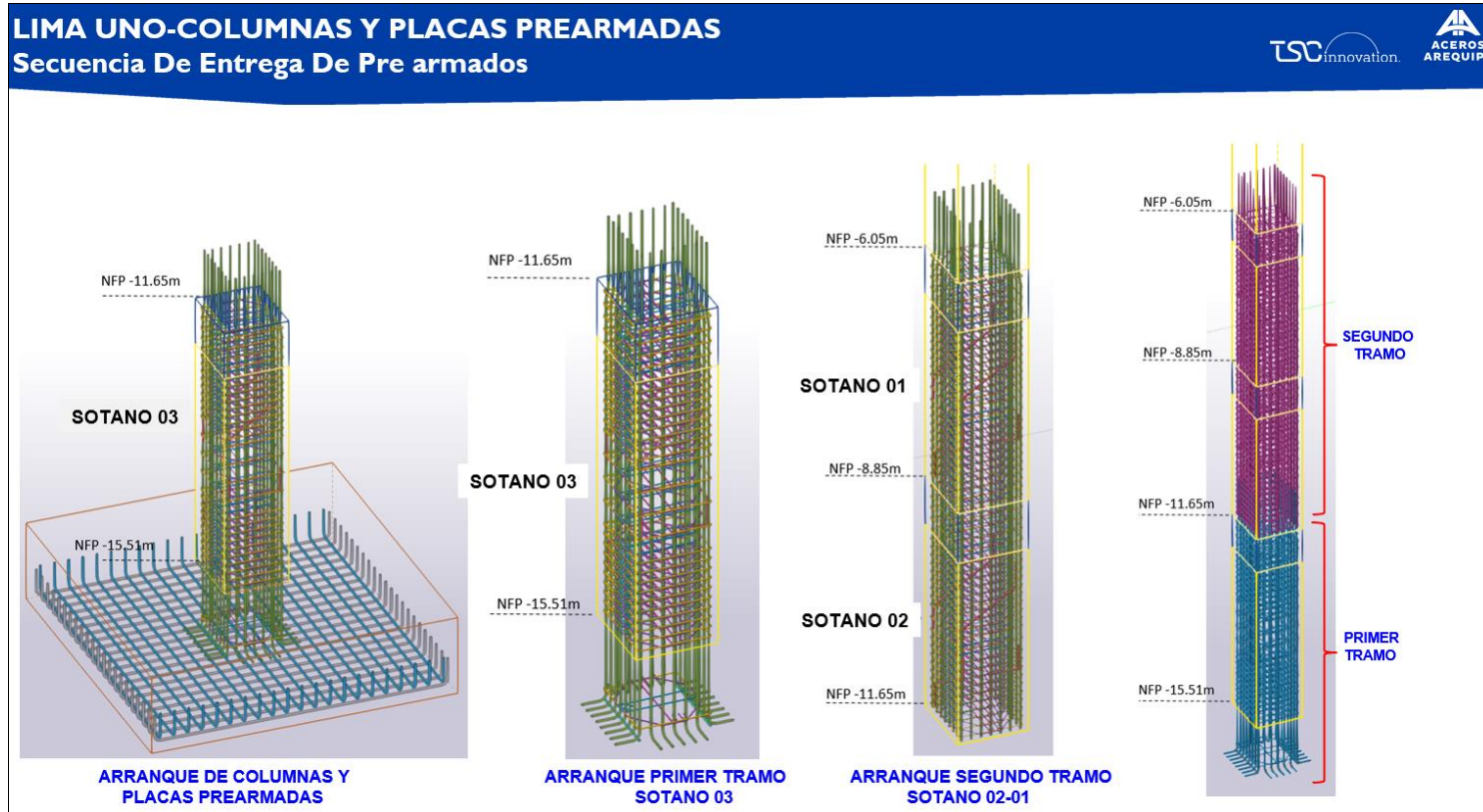


Figura 50

Secuencia de suministro

Anexo 5: Conexión de pre armado

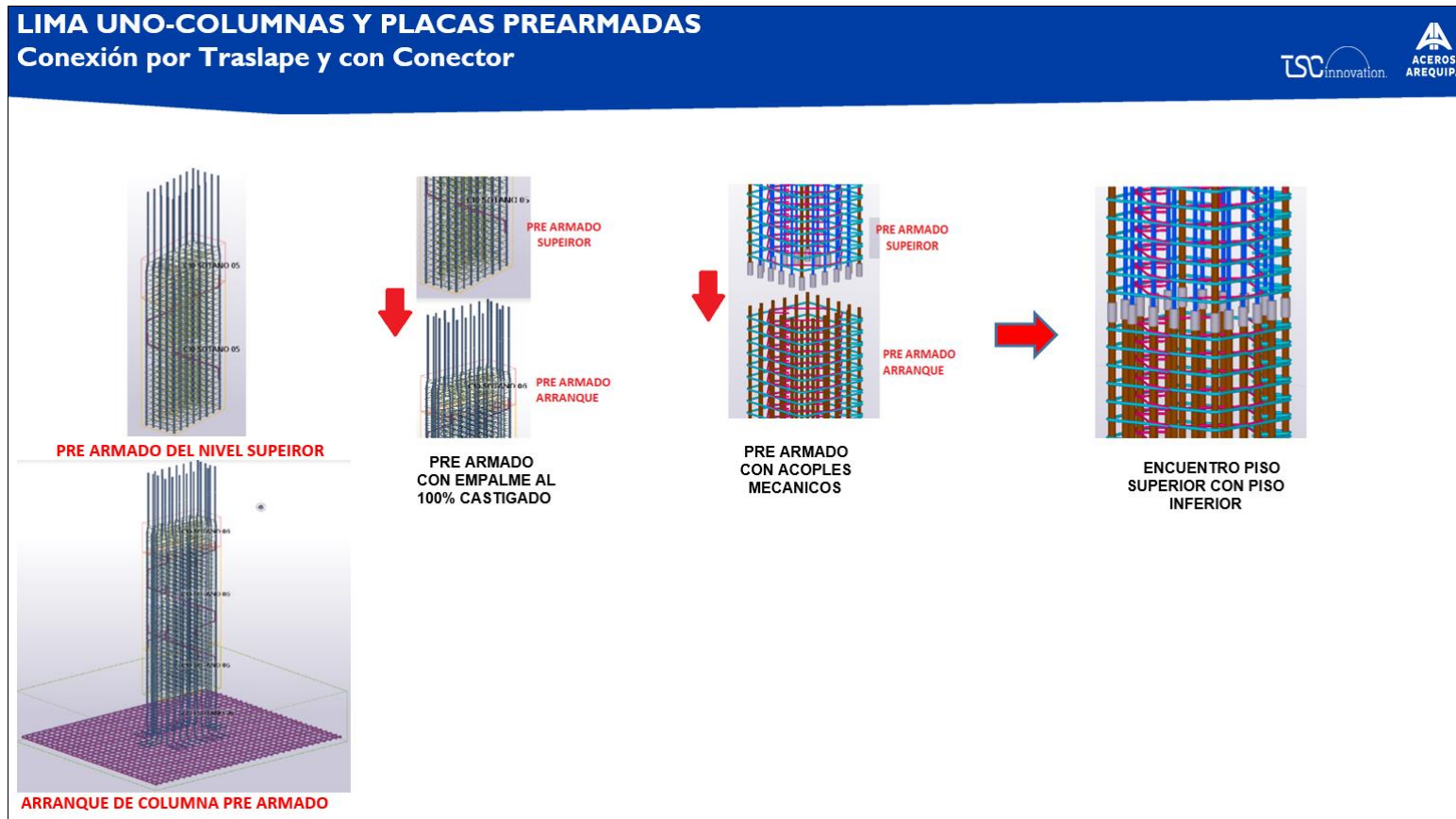


Figura 51

Tipo de conexión

Anexo 6: Alternancia de pre armados por nivel

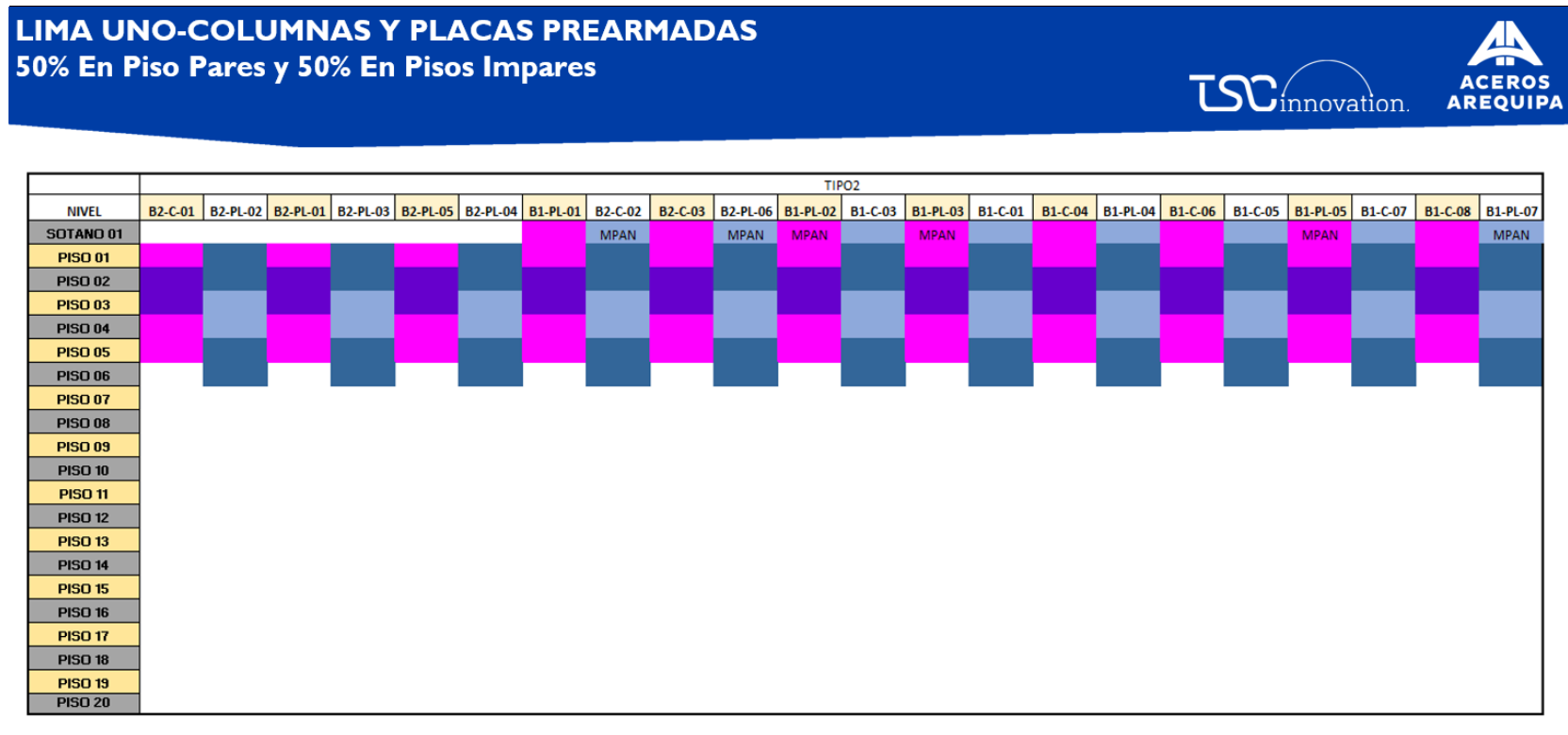


Figura 52

Alternancia por nivel

Anexo 6: Modelo de pre armados según avance de obra

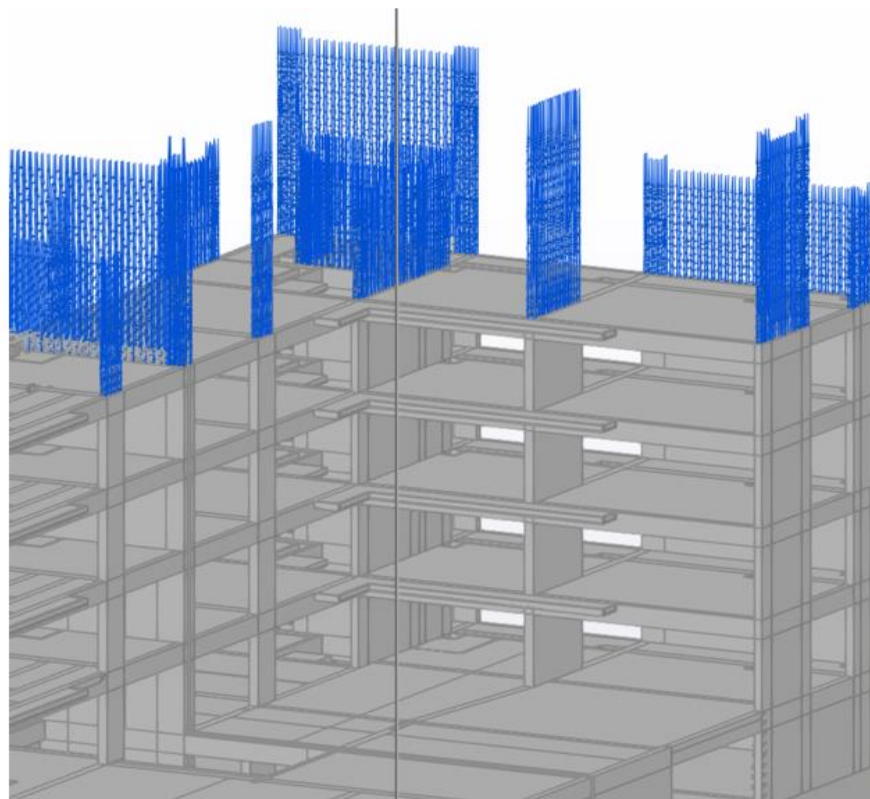


Figura 53

Modelo – Obra

Anexo 7: Montaje de columna pre armada

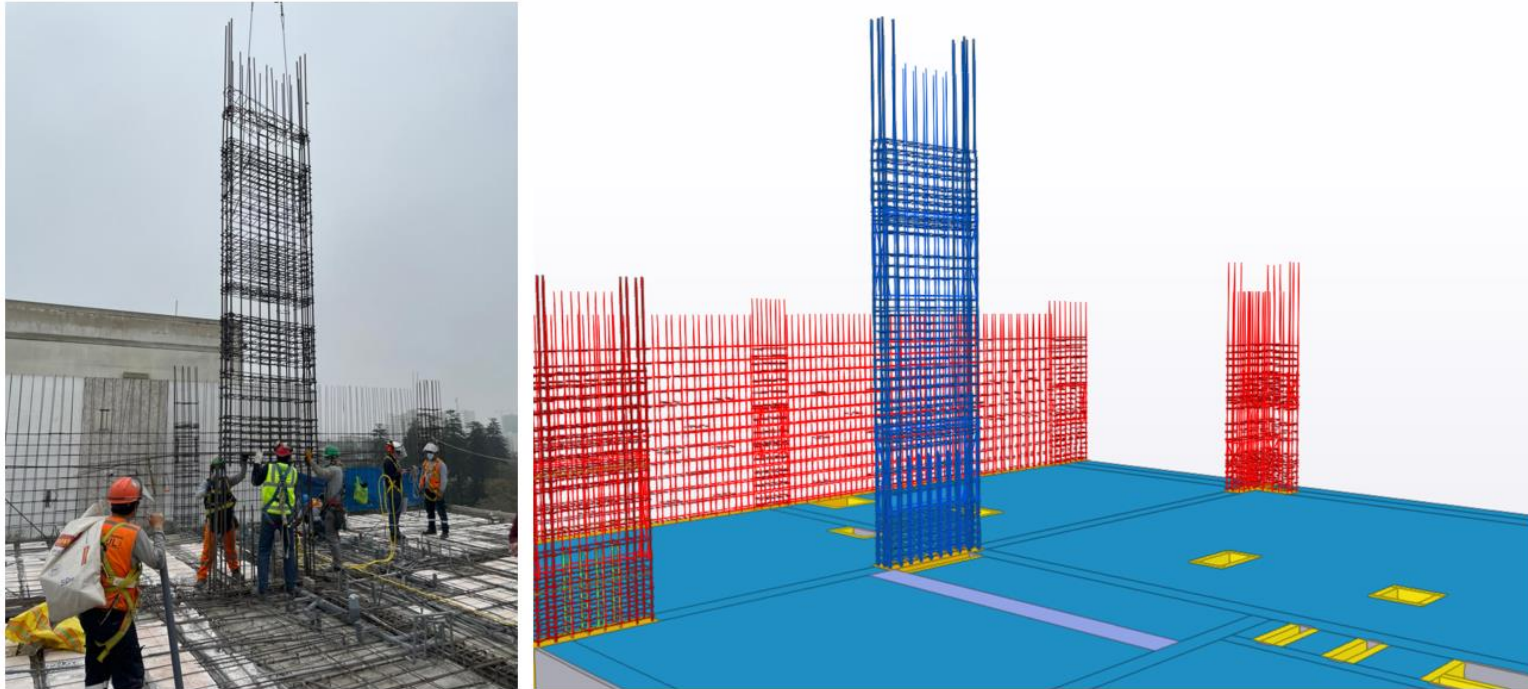


Figura 54

Montaje de prearmado

Anexo 8: Avance de obra aplicando pre armado

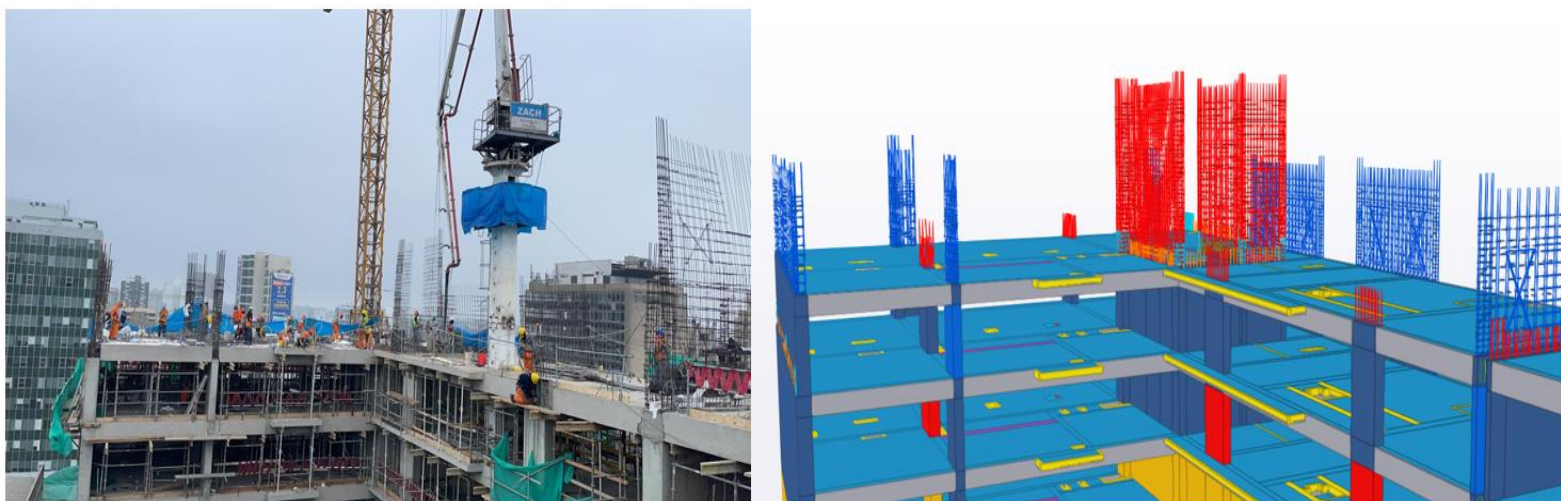


Figura 55

Montaje de prearmado