

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE LA INGENIERÍA DE DETALLE EN EL
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA
EMPRESA DE HABILITACIÓN DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023**

PRESENTADO POR:

Br. YELTSIN ALDAIR RIVERA MUÑOZ

Br. ANTHONY CHUQUIHUAYTA APAZA

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

ASESOR:

Mgt. Ing. LUIS GERARDO BECERRA INFANTAS

CUSCO - PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mgt. Ing. Luis Gerardo Becerra Infantas, quien aplica el software de detección de similitud al trabajo de investigación/tesis titulada: "Evaluación y propuesta de la Ingeniería de detalle en el estudio de prefactibilidad para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco 2023"

Presentado por: Yeltsin Aldair Rivera Muñoz DNI N° 48045416
presentado por: Anthony Chuquihuarza Apaza DNI N° 70464568
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 0.9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 09 de Octubre de 2026

Becerra Infantas
Firma

Post firma LUIS GERARDO BECERRA INFANTAS

Nro. de DNI 42827342

ORCID del Asesor 0000-0002-5367-643X

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:635601460

YELTSIN ALDAIR RIVERA MUÑOZ ANTHONY CH...

TESIS - Eval. y propuesta de ing. detalle prefactibilidad empresa habilitacion de acero.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:635601460

Fecha de entrega

7 oct 2026, 11:33 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

7 oct 2026, 11:45 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS - Eval. y propuesta de ing. detalle prefactibilidad empresa habilitacion de acero.pdf

Tamaño del archivo

26.0 MB

380 páginas

63.220 palabras

347.687 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Mauro y Margarita, por su amor, apoyo y esfuerzo constante durante toda mi formación profesional.

A ellos, por enseñarme a seguir adelante, superar las dificultades y nunca rendirme ante los obstáculos. Este logro también es suyo, por estar siempre a mi lado y confiar en mí.

Bach. Rivera Muñoz, Yeltsin Aldair

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, que me ha dado la fortaleza y el apoyo para poder terminar esta etapa; a mi madre, por estar ahí cuando más lo necesitaba y en especial a mi padre, por su gran ayuda y constante motivación en todo momento.

Bach. Chuquihuayta Apaza, Anthony

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional durante nuestra formación profesional. A nuestra familia, por acompañarnos en cada etapa de este camino, brindándonos su comprensión, confianza y motivación para seguir adelante y alcanzar esta importante meta. Expresamos también nuestro especial agradecimiento a nuestro asesor de tesis, Mgt. Ing. Luis Gerardo Becerra Infantas, por su orientación, experiencia y conocimientos, así como por sus valiosas recomendaciones y el acompañamiento brindado durante el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, agradecemos al Ing. Jorge Iván Cruz Tello, por sus enseñanzas, consejos y apoyo, que contribuyeron significativamente en los inicios del desarrollo de este trabajo de investigación.

Finalmente, agradecemos a todos los ingenieros, amigos y personas de la facultad de ingeniería civil que, de alguna manera, nos brindaron su apoyo, motivación y confianza durante nuestra formación universitaria y en la culminación de esta etapa, dejando enseñanzas y gratos recuerdos que llevaremos siempre con nosotros.

Bach. Rivera Muñoz, Yeltsin Aldair

Bach. Chuquihuayta Apaza, Anthony

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la viabilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para su puesta en funcionamiento. Se desarrolló bajo una metodología de enfoque cuantitativo, diseño no experimental, tipo aplicada y un nivel descriptivo-proyectivo. El estudio de prefactibilidad con respecto a la evaluación económica mostró resultados optimistas para su planteamiento. En relación con la propuesta de ingeniería de detalle, se obtuvo como resultado una reducción del desperdicio generado en el proceso de corte de acero, alcanzando un valor promedio de 1.71%. En conclusión, la investigación permitió evaluar la viabilidad de implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco, determinándose que el proyecto presenta condiciones favorables desde el punto de vista de mercado, técnico y económico-financiero. Asimismo, el desarrollo de una propuesta de ingeniería de detalle permitió establecer una base técnica para la optimización del proceso productivo.

Palabras clave: Ingeniería, Detalle, Prefactibilidad, Habilitación, Acero.

ABSTRACT

The overall objective of this research was to evaluate the feasibility of establishing a steel The overall objective of this research was to evaluate the feasibility of establishing a steel fabrication company in the city of Cusco and to develop a detailed engineering proposal for its implementation. The study was conducted using a quantitative methodology, a non-experimental design, an applied approach, and a descriptive-projective level.

The pre-feasibility study regarding the economic evaluation showed optimistic results for the proposed project. With regard to the detailed engineering proposal, the results indicated a reduction in waste generated during the steel-cutting process, reaching an average value of 1.71%. In conclusion, the research made it possible to evaluate the feasibility of establishing a steel fabrication company in the city of Cusco, determining that the project presents favorable conditions from a market, technical, and economic-financial standpoint. Furthermore, the development of a detailed engineering proposal established a technical foundation for optimizing the production process.

Keywords: Engineering, Detail, Pre-feasibility, Enabling, Steel.

INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xxiii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema de investigación	1
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema General	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Objetivos de la Investigación.....	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Delimitación de estudio	6
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.2. Bases Teóricas.....	11
2.2.1. El acero en obra	11
2.2.1.1. Ventajas y desventajas del acero.....	11
2.2.1.2. Importancia del acero.....	12
2.2.1.3. Desperdicio del acero en obra.....	13
2.2.1.4. Habilitación del acero.....	15
2.2.1.5. Habilitación del acero convencional.....	15

2.2.2. Ingeniería de detalle	17
2.2.2.1. Etapas de la ingeniería de detalle.	17
2.2.2.2. Dimensiones de la ingeniería de detalle.	19
2.2.3. Modelado de edificaciones – BIM.....	20
2.2.3.1. Importancia del BIM	21
2.2.3.2. Herramientas de la metodología BIM	21
2.2.3.3. Despiece del acero.....	26
2.2.3.4. Optimización del corte del acero.....	27
2.2.3.5. Detallado de planos de corte	28
2.2.4. Estudio de prefactibilidad.....	30
2.2.4.1. Dimensiones del estudio de prefactibilidad.	30
2.2.4.2. Componentes del estudio de pre factibilidad.	33
CAPÍTULO III	35
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	35
3.1. Enfoque de investigación	35
3.2. Diseño de la investigación	35
3.3. Tipo de investigación	35
3.4. Alcance o nivel de investigación	35
3.5. Formulación de hipótesis	36
3.6. Variables e indicadores	36
3.7. Operacionalización de variables	36
3.8. Población y muestra	40
3.8.1. Población	40
3.8.2. Muestra	40
CAPÍTULO IV	41
DESCRIPCION Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION	41
4.1. Estudio de prefactibilidad	41
4.1.1. Estudio de mercado	41
4.1.1.1. Definición del producto.....	41
4.1.1.2. Definición del cliente	43
4.1.1.3. Análisis de la demanda.....	44

4.1.1.4.	Análisis de la oferta.....	60
4.1.1.5.	Demanda potencial insatisfecha.....	65
4.1.1.6.	Determinación de la participación en el mercado	65
4.1.2.	Estudio técnico	67
4.1.2.1.	Objetivos	67
4.1.2.2.	Localización del proyecto	67
4.1.2.3.	Tamaño del proyecto.....	72
4.1.2.4.	Ingeniería del proyecto.....	74
4.1.3.	Estudio económico financiero	105
4.1.3.1.	Objetivos	105
4.1.3.2.	Inversiones para el proyecto.....	105
4.1.3.3.	Depreciación y amortización.....	112
4.1.3.4.	Ventas proyectadas.....	114
4.1.3.5.	Costeo para el proyecto	114
4.1.3.6.	Financiamiento del proyecto	117
4.1.3.7.	Punto de equilibrio	124
4.1.3.8.	Estados financieros.....	130
4.1.3.9.	Flujo de caja económico.....	132
4.1.3.10.	Flujo de caja financiero	134
4.1.3.11.	Evaluación económica y financiera del proyecto.....	136
4.2.	Propuesta de ingeniería de detalle.....	144
4.2.1.	Recolección y verificación de datos	144
4.2.2.	Proceso de modelado	147
4.2.2.1.	Modelado de concreto.	147
4.2.3.	Interoperabilidad.....	155
4.2.4.	Importación de modelo.....	157
4.2.4.1.	Vinculación De Softwares Mediante API	157
4.2.4.2.	Traspaso de información	158
4.2.5.	Exportación de modelo	161
4.2.5.1.	Exportación de modelo a Tekla Structures	161
4.2.5.2.	Importación de parámetros.....	164

4.2.5.3.	Comprobación mediante IFC	165
4.2.5.4.	Proceso de modelado de acero	166
4.2.5.5.	Configuraciones del entorno tekla.....	166
4.2.6.	Proceso de modelado de acero	174
4.2.6.1.	Consideración para el modelado de acero.....	179
4.2.6.2.	Codificación horizontal	183
4.2.6.3.	Codificación vertical	186
4.2.6.4.	Corte de acero	188
4.2.7.	Generación de planos	188
4.2.7.1.	Generación de planos de ensamble o planos de detalle	188
4.2.7.2.	Generación de planos de corte	191
4.2.8.	Optimización de acero	194
4.2.8.1.	Metrado de acero.....	194
4.2.8.2.	Proceso de metrado de concreto.....	199
4.2.8.3.	Optimización por fases constructivas.....	200
4.2.8.4.	Elección del software de optimización a emplear	202
4.2.8.5.	Proceso de Optimización.....	210
4.2.8.6.	Procesamiento de resultados en grasshopper	212
4.2.9.	Descripción de proyectos.....	213
4.2.9.1.	Proceso de modelado de concreto y acero	219
4.2.9.2.	Configuración de esquila de colores para cada tipo de acero.....	219
4.2.9.3.	Configuración de filtro de visualización	223
4.2.9.4.	Modelamiento de acero	223
4.2.10.	Análisis de datos.....	240
4.2.10.1.	Reducción de acero por metrado	240
4.2.10.2.	Reducción de acero por optimización	240
4.2.10.3.	Proyecto N°1: Proyecto JEM	241
4.2.10.4.	Proyecto N°2: Proyecto Chinchero	254
4.2.10.5.	Proyecto N°3: I.E Niños de América	261
4.2.10.6.	Análisis de resultados.....	268
CAPÍTULO V		272

RESULTADOS Y DISCUSION	272
5.1. Resultados	272
5.1.1. Resultados del estudio de mercado	272
5.1.2 Resultados del estudio técnico	273
5.1.3 Resultados de la evaluación económica y financiera.....	273
5.1.3 Resultados de la propuesta de ingeniería de detalle.....	275
5.2. Discusión de resultados.....	275
5.2.1. Discusión de los resultados del estudio de mercado	275
5.2.2. Discusión de los resultados del estudio técnico	276
5.2.3. Discusión de los resultados de la evaluación económica y financiera.....	276
5.2.4. Discusión de los resultados de la propuesta de ingeniería de detalle.....	277
5.2.5. Discusión general de la investigación.....	278
CAPÍTULO VI	279
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	279
6.1. Conclusiones	279
6.2. Recomendaciones.....	280
CAPÍTULO VII.....	282
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	282
ANEXOS	287
Anexo 1: Matriz de consistencia	288
Anexo 2: Modelo de encuesta aplicada a empresas.	291
Anexo 3: Producto bruto interno por sectores	293
Anexo 4: Catálogos de maquinaria/equipo.....	294
Anexo 5: Cotización de precios.....	314
Anexo 6: Lista total de empresas con vigencia en ejecución de obras en la región Cusco	316
Anexo 7: Encuestas	335
Anexo 8: Secuencia de nodos – importación de modelos geométricos.....	337
Anexo 9: Secuencia de nodos – exportación de modelo a Tekla Structures.	338
Anexo 10: Modelos de acero	340
Anexo 11: Ficha Técnica MSI GE76 utilizada para el modelamiento y procedimientos de optimización.	343

Anexo 12: Script – Planos de Corte.	346
Anexo 13: Planos de despiece de acero.....	352
Anexo 14: Ficha de validación de instrumento	357

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Desperdicio de acero.....</i>	14
Tabla 2	<i>Operacionalización de variables.....</i>	38
Tabla 3	<i>Perfil de los clientes de acero habilitado puesto en obra</i>	43
Tabla 4	<i>Demanda histórica de barras de acero en el país.....</i>	45
Tabla 5	<i>Consumo de barras de acero en la región de Cusco</i>	46
Tabla 6	<i>Datos de empresas a encuestar</i>	46
Tabla 7	<i>Relación de toneladas de acero consumido en la región de Cusco en relación con la variación del % de PBI del sector construcción</i>	57
Tabla 8	<i>Variación porcentual pronosticada del PBI por sectores</i>	58
Tabla 9	<i>Calculo de toneladas de acero consumido en la región del Cusco en relación al PBI del sector construcción proyectado</i>	59
Tabla 10	<i>Demanda anual de acero habilitado</i>	60
Tabla 11	<i>Importaciones de barras o varillas de construcción por empresas</i>	63
Tabla 12	<i>Oferta anual de varillas de acero de construcción</i>	65
Tabla 13	<i>Demanda potencial insatisfecha</i>	65
Tabla 14	<i>Cuadro para determinar participación en el mercado</i>	66
Tabla 15	<i>Determinación de participación en el mercado anual y mensual.....</i>	66
Tabla 16	<i>Accesibilidad</i>	69
Tabla 17	<i>Capacidad instalada.....</i>	73
Tabla 18	<i>Descripción de cortes barra</i>	75
Tabla 19	<i>Control de calidad.....</i>	89
Tabla 20	<i>Balance de materia prima</i>	93
Tabla 21	<i>Proyección de la cantidad de materia prima requerida</i>	93
Tabla 22	<i>Proyección de la cantidad de acero bruto requerido.....</i>	93
Tabla 23	<i>Requerimiento proyectado de materia prima en el horizonte de 5 años del proyecto</i>	94
Tabla 24	<i>Requerimiento proyectado de materia prima en el horizonte de 5 años del proyecto</i>	94
Tabla 25	<i>Capacidad instalada.....</i>	95

Tabla 26 <i>Equipo y maquinaria necesario para cubrir la demanda dirigida de acero habilitado (doblado y cortado)</i>	96
Tabla 27 <i>Distribución de planta</i>	103
Tabla 28 <i>Inversión en edificaciones, oficinas e instalaciones</i>	105
Tabla 29 <i>Inversión en edificación e instalaciones</i>	106
Tabla 30 <i>Inversión detallada en equipo y maquinaria de producción de acero habilitado</i> ..	106
Tabla 31 <i>Inversión detallada en mobiliario y equipo de oficina</i>	107
Tabla 32 <i>Inversión detallada en activos intangibles</i>	108
Tabla 33 <i>Inversión de Materia prima sin aplicación de ingeniería de detalle</i>	109
Tabla 34 <i>Inversión de Materia prima aplicando ingeniería de detalle</i>	109
Tabla 35 <i>Inversión de otros materiales requeridos</i>	110
Tabla 36 <i>Cuadro de salarios (Cuentas por pagar)</i>	110
Tabla 37 <i>Cuadro detalle de capital de trabajo sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	111
Tabla 38 <i>Cuadro detalle de capital de trabajo aplicando ingeniería de detalle</i>	112
Tabla 39 <i>Cuadro de depreciación y amortización de activos</i>	113
Tabla 40 <i>Valor residual neto</i>	114
Tabla 41 <i>Proyección de ventas</i>	114
Tabla 42 <i>Costos de producción: materia prima requerida sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	115
Tabla 43 <i>Costos de producción: materia prima requerida con la aplicación de ingeniería de detalle</i>	115
Tabla 44 <i>Costos de producción: mano de obra directa.</i>	115
Tabla 45 <i>Costos de producción: mano de obra indirecta</i>	116
Tabla 46 <i>Costos de producción: Otros costos indirectos</i>	116
Tabla 47 <i>Gastos de administración y ventas</i>	117
Tabla 48 <i>Inversión total del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	117
Tabla 49 <i>Inversión total del proyecto aplicando ingeniería de detalle</i>	118
Tabla 50 <i>Estructura del capital (planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i> .	118
Tabla 51 <i>Estructura del capital (planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	119
Tabla 52 <i>Condiciones de crédito</i>	119
Tabla 53 <i>Cuadro resumen del servicio de la deuda</i>	120

Tabla 54 <i>Datos del modelo CAPM (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	120
Tabla 55 <i>Datos del modelo CAPM (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	121
Tabla 56 <i>Cálculo del WACC (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	123
Tabla 57 <i>Cálculo del WACC (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	123
Tabla 58 <i>Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	125
Tabla 59 <i>Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	127
Tabla 60 <i>Margen de contribución (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	128
Tabla 61 <i>Margen de contribución (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	129
Tabla 62 <i>Estado de Resultados proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	130
Tabla 63 <i>Estado de Resultados proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	131
Tabla 64 <i>Flujo de caja económico proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	132
Tabla 65 <i>Flujo de caja económico proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	133
Tabla 66 <i>Flujo de caja financiero proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)</i>	134
Tabla 67 <i>Flujo de caja financiero proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	135
Tabla 68 <i>Escenario de evaluación del precio de venta</i>	139
Tabla 69 <i>Variaciones en el precio de venta del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	140
Tabla 70 <i>Variaciones en el precio de venta del proyecto aplicando ingeniería de detalle</i>	140
Tabla 71 <i>Escenario de evaluación de la demanda</i>	140
Tabla 72 <i>Variaciones de la demanda del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	141

Tabla 73	<i>Variaciones de la demanda del proyecto aplicando ingeniería de detalle</i>	141
Tabla 74	<i>Escenario de evaluación del costo de materia prima</i>	142
Tabla 75	<i>Variaciones en el costo de la materia prima del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	142
Tabla 76	<i>Variaciones en el costo de la materia prima del proyecto aplicando ingeniería de detalle</i>	143
Tabla 77	<i>Escenario de evaluación de la inversión de activos fijos</i>	143
Tabla 78	<i>Variaciones en la inversión en activos fijos del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle</i>	143
Tabla 79	<i>Variaciones en la inversión en activos fijos del proyecto aplicando ingeniería de detalle</i>	144
Tabla 80	<i>Configuración de catálogos</i>	168
Tabla 81	<i>Dimensiones del doblado de ganchos suplementarios</i>	170
Tabla 82	<i>Diámetros interiores mínimos de doblado</i>	171
Tabla 83	<i>Diámetros de doblado de acero corrugado</i>	172
Tabla 84	<i>Sistema de codificación</i>	185
Tabla 85	<i>Datos de entrada para la optimización – Simulación 01</i>	202
Tabla 86	<i>Resultados de merma o chatarra del software Cutlogic 1d</i>	202
Tabla 87	<i>Resultados software Cuting Optimizator</i>	203
Tabla 88	<i>Datos de entrada para la optimización – Simulación 02</i>	204
Tabla 89	<i>Resultados de mermas o chatarra del software Cutlogic 1d</i>	205
Tabla 90	<i>Resultados software Cuting Optimizator</i>	206
Tabla 91	<i>Resultados de la prueba comparativa de capacidad de optimización</i>	207
Tabla 92	<i>Costo de licencias</i>	210
Tabla 93	<i>Análisis comparativo de softwares</i>	210
Tabla 94	<i>Resumen del proceso de optimización para barras de 3/8"</i>	246
Tabla 95	<i>Cuadro comparativo de metrados</i>	248
Tabla 96	<i>Resumen metrados por optimización</i>	248
Tabla 97	<i>Resumen metrados por PRONIED y modelamiento</i>	250
Tabla 98	<i>Total metrado real</i>	252
Tabla 99	<i>Resumen total metrado</i>	252

Tabla 100 <i>Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto N°1</i>	253
Tabla 101 <i>Resumen metrados por optimización Chinchero</i>	256
Tabla 102 <i>Resumen metrados por PRONIED y modelamiento</i>	257
Tabla 103 <i>Total metrado real</i>	258
Tabla 104 <i>Total metrado</i>	258
Tabla 105 <i>Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto N°2</i>	260
Tabla 106 <i>Resumen metrados por optimización Niños de América</i>	263
Tabla 107 <i>Resumen metrados por PRONIED y modelamiento</i>	265
Tabla 108 <i>Total metrado real</i>	266
Tabla 109 <i>Total metrado</i>	266
Tabla 110 <i>Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto N°3</i>	267
Tabla 111 <i>Cuadro resumen 1</i>	268
Tabla 112 <i>Cuadro resumen 2</i>	269
Tabla 113 <i>Resultados del estudio de mercado</i>	272
Tabla 114 <i>Cuadro comparativo de indicadores económicos</i>	274

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Evolución de precios de los insumos de construcción en la Región Cusco</i>	12
Figura 2	<i>Consumo aparente de acero para la construcción 2000-2023 (en miles de Tn)</i>	13
Figura 3	<i>Habilitación del acero convencional</i>	16
Figura 4	<i>Despiece del acero</i>	27
Figura 5	<i>Detallado de planos de corte</i>	29
Figura 6	<i>Secuencias básicas del análisis de mercado</i>	33
Figura 7	<i>Acero de construcción habilitado</i>	41
Figura 8	<i>Funcionamiento del acero</i>	42
Figura 9	<i>Piezas de acero habilitado</i>	43
Figura 10	<i>Pregunta 01: ¿Cuál es la perspectiva de crecimiento que usted tiene del sector construcción en la ciudad del Cusco?</i>	47
Figura 11	<i>Pregunta 02: ¿A su consideración, que partidas cree usted que generan más desperdicio y restricciones en la ejecución de la etapa estructural de sus proyectos?</i>	48
Figura 12	<i>Pregunta 03: ¿Cuál es el procedimiento de habilitación de acero usado en la ejecución de sus proyectos?</i>	48
Figura 13	<i>Pregunta 04: A su consideración, ¿Cuáles son las principales dificultades o limitaciones en la habilitación de acero en obra?</i>	49
Figura 14	<i>Pregunta 05: ¿Qué empresa de la Ciudad del Cusco le provee acero para sus proyectos?</i>	50
Figura 15	<i>Pregunta 06: ¿Conoce usted sobre el servicio de venta de acero habilitado (acero cortado y doblado de acuerdo a las necesidades de su proyecto)?</i>	51
Figura 16	<i>Pregunta 07: ¿Consideraría usted como una buena alternativa la contratación de acero habilitado para la ejecución de sus proyectos?</i>	51
Figura 17	<i>Pregunta 08: ¿Con relación al acero habilitado, qué servicio adicional considera Ud. que le agregaría valor, para lograr el éxito de sus proyectos?</i>	52
Figura 18	<i>Pregunta 09: ¿Mediante qué medios preferiría Ud. mantener contacto con las empresas que ofrecen acero habilitado puesto en obra?</i>	53
Figura 19	<i>Pregunta 10: ¿Actualmente viene aplicando la metodología BIM dentro de los procesos de desarrollo y ejecución de sus proyectos? ¿con que frecuencia?</i>	53

Figura 20 <i>Pregunta 11: ¿Con que fin viene utilizando la información proporcionada por el uso de modelos BIM?</i>	54
Figura 21 <i>Pregunta 12: ¿En la institución y/o empresa donde labora, a qué nivel se viene implementando la metodología BIM?</i>	54
Figura 22 <i>Pregunta 13: ¿Con relación a la ingeniería de detalle BIM ¿Cuál diría usted que es su nivel de conocimiento?</i>	55
Figura 23 <i>Pregunta 14: En la institución y/o empresa donde labora, existe alguna iniciativa de implementación o aplicación de ingeniería de detalle BIM en la gestión de acero para la reducción de desperdicios?</i>	56
Figura 24 <i>Proyección de toneladas de acero consumido en la región del Cusco en relación al PBI del sector construcción</i>	59
Figura 25 <i>Esquema de actores del mercado de acero peruano</i>	61
Figura 26 <i>Importadores de barra o varillas de acero por fabricantes e importadores netos</i> ..	62
Figura 27 <i>Importadores de barras de construcción por importadores netos</i>	62
Figura 28 <i>Macrolocalización</i>	67
Figura 29 <i>Localización del distrito de Saylla - Huasao</i>	70
Figura 30 <i>Localización del área planteada para la planta de habilitación de acero</i>	70
Figura 31 <i>Nave industrial prevista para el planteamiento de la planta de habilitación de acero (Vista frontal)</i>	71
Figura 32 <i>Nave industrial prevista para el planteamiento de la planta de habilitación de acero (Vista lateral)</i>	71
Figura 33 <i>Proceso de producción</i>	74
Figura 34 <i>Diagrama del proceso de gestión de acero en taller</i>	76
Figura 35 <i>Gestión de entrada y almacenamiento</i>	78
Figura 36 <i>Proceso de planificación de producción de acero</i>	79
Figura 37 <i>Sistema de etiquetado y clasificación</i>	80
Figura 38 <i>Proceso de despacho de productos de acero terminados</i>	81
Figura 39 <i>Diagrama de bloques</i>	86
Figura 40 <i>Diagrama de flujo de producción</i>	87
Figura 41 <i>Diagrama gráfico, procedimiento de producción de acero habilitado</i>	88
Figura 42 <i>Banco móvil de corte a medida MEP SUPERFLEX 32-40</i>	97

Figura 43	<i>Centro de doblado SCHNELL ROBOMASTER 45</i>	98
Figura 44	<i>Estribadora MEP FOCUS 12</i>	99
Figura 45	<i>Cizalla eléctrica TECMOR C40</i>	99
Figura 46	<i>Dobladora eléctrica TECMOR 40S</i>	100
Figura 47	<i>Puente grúa birriel de 6,3 tn</i>	101
Figura 48	<i>Banco de acero con rodillos</i>	102
Figura 49	<i>Bascula de pesaje industrial</i>	102
Figura 50	<i>Distribución de planta</i>	104
Figura 51	<i>Punto de equilibrio del proyecto</i>	126
Figura 52	<i>Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)</i>	128
Figura 53	<i>Variación del valor m para el traslape de barra de acero en vigas</i>	145
Figura 54	<i>Secuencia de procesos de optimización</i>	147
Figura 55	<i>Excentricidades</i>	148
Figura 56	<i>Uniones aparentes</i>	149
Figura 57	<i>Representación exacta</i>	150
Figura 58	<i>Uso de elementos nativos</i>	151
Figura 59	<i>División de elementos</i>	152
Figura 60	<i>División de elementos por fases</i>	153
Figura 61	<i>Esquema de colores</i>	153
Figura 62	<i>Intersección de elementos</i>	154
Figura 63	<i>Solapamiento de elementos</i>	155
Figura 64	<i>Modelo extraído de Revit 2023 y Tekla 2022</i>	156
Figura 65	<i>Importación de elementos geométricos</i>	159
Figura 66	<i>Importación de modelos geométricos</i>	160
Figura 67	<i>Importación de grillas y niveles</i>	161
Figura 68	<i>Referencia interna según modelamiento</i>	162
Figura 69	<i>Corrección de geometría</i>	162
Figura 70	<i>Exportación de la geometría</i>	163
Figura 71	<i>Importación de parámetros</i>	164
Figura 72	<i>Asignación de parámetros</i>	165

Figura 73	<i>Comprobación mediante IFC.....</i>	165
Figura 74	<i>Proceso de modelado de acero</i>	166
Figura 75	<i>Unidades de modelado.....</i>	167
Figura 76	<i>Configuración de visualización tekla structure</i>	167
Figura 77	<i>Configuración de filtros tekla structure.....</i>	168
Figura 78	<i>Catálogo de materiales</i>	169
Figura 79	<i>Catálogo de barras</i>	170
Figura 80	<i>Diámetros interiores mínimos de doblado.....</i>	171
Figura 81	<i>Parámetros por tipo de barra</i>	171
Figura 82	<i>Catálogo de formas y armaduras</i>	174
Figura 83	<i>Representación de unidad de colada</i>	176
Figura 84	<i>Unidades de colada en elementos verticales</i>	178
Figura 85	<i>Elección de procesos a automatizar</i>	180
Figura 86	<i>Codificación de barras de acero.....</i>	181
Figura 87	<i>Esquema de colores según elemento estructural</i>	182
Figura 88	<i>Sistema de codificación.....</i>	184
Figura 89	<i>Unidad colada en elementos verticales</i>	187
Figura 90	<i>Corte de acero.....</i>	188
Figura 91	<i>Esquema de colores</i>	189
Figura 92	<i>Organización de planos</i>	190
Figura 93	<i>Codificación de rótulos.....</i>	190
Figura 94	<i>Etiquetado de una barra de acero corrugado</i>	191
Figura 95	<i>Generación de planos de corte</i>	192
Figura 96	<i>Exportación de lista de cortes en formato CAD</i>	193
Figura 97	<i>Nodos de ingreso.....</i>	193
Figura 98	<i>Planos de corte de acero corrugado.....</i>	194
Figura 99	<i>Diagrama de proceso para metrado</i>	196
Figura 100	<i>Recolección de datos mediante Teklapad</i>	198
Figura 101	<i>Aplicación de filtros metrados de acero</i>	198
Figura 102	<i>Exportación de información.....</i>	199
Figura 103	<i>Proceso de metrado de concreto.....</i>	200

Figura 104	<i>Diagrama de optimización por fases constructivas</i>	201
Figura 105	<i>Interfaz Cutlogic 1dd</i>	208
Figura 106	<i>Interfaz Cuting Optimizator</i>	208
Figura 107	<i>Costo de licencia Cutlogic 1d</i>	209
Figura 108	<i>Costo de licencia Cuting Optimizator</i>	209
Figura 109	<i>Procesamiento de resultados en grasshopper</i>	212
Figura 110	<i>Proyecto N° 1</i>	214
Figura 111	<i>Proyecto N° 2</i>	216
Figura 112	<i>Proyecto N° 3</i>	218
Figura 113	<i>Modelado de acero de refuerzo en vigas de cimentación</i>	224
Figura 114	<i>Detalle unidad colada viga de cimentación</i>	225
Figura 115	<i>Modelado de acero en platea de cimentación</i>	226
Figura 116	<i>Modelado de acero en columnas (Detalle de arranque columnas)</i>	227
Figura 117	<i>Modelado de acero en placas (Detalle de finalización de barras verticales)</i>	228
Figura 118	<i>Modelado de acero en columnas (Detalle de unidad de colada en columnas)</i> ...	229
Figura 119	<i>Modelado de acero en columnas (Detalle de columna/viga de volado)</i>	230
Figura 120	<i>Modelado de acero en columnas (Sección transversal)</i>	231
Figura 121	<i>Modelado de acero en cimiento corrido (Detalle de anclaje de platea de cimentación)</i>	232
Figura 122	<i>Modelado de acero en viga (Detalle de vigas en losa)</i>	233
Figura 123	<i>Modelado de acero en losa aligerada</i>	234
Figura 124	<i>Detalle de acero en columnetas y viguetas</i>	235
Figura 125	<i>Modelado de acero en cobertura (Detalle en vigas)</i>	236
Figura 126	<i>Modelado de acero en cobertura (General)</i>	237
Figura 127	<i>Modelado de acero en escaleras (General)</i>	238
Figura 128	<i>Modelado de acero en zapatas (General)</i>	239
Figura 129	<i>Reducción de acero por optimización</i>	241
Figura 130	<i>Metrado de acero con filtro de diámetro para la fase 1</i>	241
Figura 131	<i>Metrado de acero con filtro de diámetro para la fase 1</i>	242
Figura 132	<i>Exportación de metrados de acero fase 1 a Excel</i>	242
Figura 133	<i>Inventario número 1 de acero</i>	243

Figura 134 <i>Inventario número 2 de acero</i>	243
Figura 135 <i>Inventario número 3 de acero</i>	244
Figura 136 <i>Inventario número 4 de acero</i>	244
Figura 137 <i>Inventario número 5 de acero</i>	245
Figura 138 <i>Metrado ideal</i>	247
Figura 139 <i>Cuantificación de acero según tipo de metrado</i>	253
Figura 140 <i>Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases</i>	254
Figura 141 <i>Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases.</i>	255
Figura 142 <i>Exportación de metrados de acero en todas las fases a Excel</i>	255
Figura 143 <i>Cuantificación de acero según tipo de metrado</i>	259
Figura 144 <i>Proyecto N°3: I.E Niños de América</i>	261
Figura 145 <i>Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases</i>	262
Figura 146 <i>Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases.</i>	262
Figura 147 <i>Exportación de metrados de acero en todas las fases a Excel</i>	263
Figura 148 <i>Cuantificación de acero según tipo de metrado</i>	267

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del sector construcción en la ciudad del Cusco genera la necesidad de optimizar los procesos relacionados con el suministro y gestión del acero, siendo la habilitación industrializada una alternativa para mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y mejorar la planificación de los proyectos.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la viabilidad de implementación de una empresa de habilitación de acero mediante un estudio de prefactibilidad y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para su puesta en funcionamiento, considerando aspectos de mercado, técnicos y económicos, así como procesos de modelamiento, despiece y optimización del acero.

La investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel descriptivo, permitiendo determinar las condiciones necesarias para la implementación del proyecto y evidenciar el aporte de la ingeniería de detalle en la optimización del proceso productivo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema de investigación

En nuestro país, el sector construcción representa una de las mayores y principales actividades económicas que sostienen e impulsan el crecimiento económico y desarrollo de infraestructura, es de resaltar que el sector construcción es uno de los sectores más importantes de la economía, pues sus actividades involucran a otras industrias (cemento, agregados, acero, transporte, entre otras), es así, que muchas veces se asocia el crecimiento de este sector con el desarrollo económico de un país, siendo Cusco una de las regiones que viene registrando un crecimiento en el sector construcción desde el año 2021 (Camara Peruana de la Construcción, 2025). lo cual avizora un panorama optimista de crecimiento para los años venideros.

En la región Cusco se viene registrando un gran crecimiento en proyectos de infraestructura pública y privada, lo cual genera una creciente demanda de materiales, equipo y principalmente servicios especializados que permitan optimizar los procesos constructivos y garantizar altos estándares de calidad y productividad.

Es de conocimiento que en el ámbito de la construcción los desperdicios han significado un alto porcentaje de pérdidas durante los procesos constructivos, siendo el acero uno de los materiales de mayor incidencia presupuestal en los proyectos. Según investigaciones se concluyen que: El costo de acero corrugado en las obras representa el 11% del costo directo de la obra, así como el costo de la mano de obra en acero representa un 3% del costo directo de la obra (Corporacion aceros Arequipa S.A., 2009)

Dentro de las causas más influyentes en la generación de desperdicios se señalan que durante el proceso de corte de las barras se producen residuos que no pueden ser utilizados en otro elemento ya que no existe una modulación general de acero de todo el proyecto, este es el principal problema en cuanto a desperdicios de acero. También se precisa que las barras de acero están a disposición de todos los ayudantes, esto puede ocasionar que se utilicen más de las necesarias o que se corten piezas innecesariamente (Quispe, 2015).

En el sector construcción, el corte de barras de acero es una tarea bastante común. Sin embargo, durante estas operaciones se carece de instrumentos eficaces para controlar los residuos o medir la eficiencia que permitan gestionar las distintas longitudes de acero corrugado, y así determinar anticipadamente los residuos reales por corte y la eficiencia del proceso.

Por consiguiente, dentro de los servicios especializados, la habilitación de acero representa un proceso de bastante importancia en la ejecución de estructuras de concreto armado, realizar esta tarea de forma óptima y controlada, utilizando equipos modernos y mano de obra calificada, resulta esencial para la reducción de desperdicios y un incremento en la eficiencia de producción.

El acero pre dimensionado consiste en la preparación de barras o varillas de acero de construcción según las necesidades de cada obra, transformándolo en un producto hecho a la medida que no necesita transformación adicional y llega a la obra listo para ser instalado, minimizando los tiempos en su habilitado y permitiendo su uso eficiente y ordenado, cabe mencionar también que la implementación de acero dimensionado introduce aspectos de ingeniería de detalle en el desarrollo de un proyecto de construcción (Corporacion aceros Arequipa S.A., 2009).

No obstante, en la región Cusco, la mayor parte de las actividades de habilitación de acero son realizadas directamente en obra mediante procedimientos convencionales manuales, lo cual generan perdidas de materiales, incrementos de costos de operación y limitado control de calidad lo cual conlleva a retrasos en la normal ejecución de los proyectos. Asimismo, la no existencia de empresas especializadas en habilitación de acero dentro de la región puede representar una restricción para atender de manera eficiente los requerimientos del mercado local.

Frente a esta situación, surge la necesidad de evaluar la implementación de una empresa especializada en la habilitación de acero que brinde el servicio con procesos automatizados, tecnología adecuada y capacidad operativa suficiente para atender la demanda existente y futura en el sector, sin embargo, antes de realizar una inversión de este tipo, resulta básico, determinar si dicho proyecto o empresa será viable desde perspectivas comerciales, técnico, económico y financiero.

Por lo que es necesario realizar un estudio de prefactibilidad que nos permita analizar la demanda del servicio, las características del mercado, los requerimientos técnicos de operación, infraestructura, equipamiento y recursos, así como los costos de inversión, ingresos y niveles de rentabilidad económica esperados del proyecto.

Por otro lado, la implementación de una empresa de habilitación de acero, requiere necesariamente contar con una propuesta técnica que defina de manera precisa y optima los

procedimientos de corte y su optimización. En este contexto, la ingeniería de detalle constituye una herramienta fundamental para establecer los criterios de diseño, modelado, verificación y optimización.

El uso de tecnologías Building Information Modeling (BIM) en el sector de la construcción ha supuesto una revolución en la forma de gestionar los materiales estructurales, especialmente en lo que respecta al acero. Las plataformas digitales especializadas en modelado paramétrico y gestión de la información de la construcción facilitan la creación de flujos de trabajo colaborativos que integran las distintas etapas de la vida útil del acero estructural, desde la conceptualización del diseño al montaje en la obra. Esta metodología facilita la implementación de procesos de optimización que abarcan múltiples dimensiones: la planificación detallada de cortes y habilitado, la reducción sistemática de mermas y desperdicios, la coordinación interdisciplinaria en tiempo real, y la automatización de procesos de fabricación y montaje. La adopción de estándares BIM aplicados al acero estructural genera impactos medibles en términos de eficiencia operacional, precisión dimensional y control de costos. La estandarización de workflows basados en metodología BIM representa una oportunidad estratégica para las organizaciones del sector construcción, permitiendo establecer protocolos replicables que optimicen tanto la asignación de recursos económicos como la gestión logística de materiales. La evidencia empírica demuestra que la implementación sistemática de estos procesos genera retornos de inversión significativos a través de la reducción de desperdicios, la mejora en los tiempos de ejecución y la reducción de errores constructivos.

Por tanto, el desarrollo e implementación de un marco metodológico estandarizado para la optimización del acero estructural mediante herramientas BIM constituye una iniciativa técnicamente viable y estratégicamente relevante para mejorar la competitividad empresarial en el sector de la construcción, cabe mencionar también que de acuerdo al plan BIM Perú, se viene implementando la aplicación de metodologías BIM en gobiernos nacionales y regionales y con el inicio de su implementación se plantea su obligatoriedad de aplicación para el año 2030 (Ministerio de economía y finanzas, 2025).

Como se menciona anteriormente, existe una variedad de softwares BIM que disponemos para el modelamiento y gestión de acero en la construcción, surge la necesidad de evaluar sus capacidades y limitaciones competitivas frente a los trabajos recurrentes o comunes que se encuentran en este rubro, al igual que el empleo de softwares complementarios que

permitan incrementar la productividad de algunas tareas propias del modelado o gestión del acero. Por lo cual la incorporación de un software de programación visual como Grasshopper , nos permite automatizar en gran medida, varias de las tareas relacionadas al modelado y posterior gestión del acero, logrando minimizar los costos de modelado y gestión, lo que nos permite mejorar los márgenes de utilidad y hacen factible el estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a brindar los servicios de corte y habilitación de acero en la ciudad del cusco, abriendo así una prometedora oportunidad en la aplicación de ingeniería de detalle como solución integral al desperdicio y gestión del acero en obra.

Cabe señalar también que el procedimiento industrial de habilitación de acero no es idóneo para la totalidad de los proyectos, al tratarse de un servicio que requiere una inversión de capital considerable y que no tiene competidor alguno más allá del método convencionalmente utilizado; por consiguiente, no existen empresas en la ciudad de Cusco que ofrezcan servicios de habilitación y corte de acero diseñados para reducir los residuos y optimizar el uso del acero en la construcción.

En consecuencia, resulta necesario evaluar la viabilidad de implementar una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco mediante un estudio de prefactibilidad y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle que permita definir las condiciones técnicas requeridas para su puesta en funcionamiento. La integración de ambos componentes proporcionará los elementos necesarios para sustentar la toma de decisiones respecto a la inversión y ejecución del proyecto.

Por lo expuesto, surge la necesidad de responder la siguiente interrogante de investigación:

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Es viable la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y qué propuesta de ingeniería de detalle se requiere para su puesta en funcionamiento?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la demanda potencial del servicio de habilitación de acero en la ciudad del Cusco que sustente la implementación de una empresa especializada?
- ¿Cuáles son los requerimientos técnicos, operativos y de infraestructura necesarios para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco?

- ¿Es económicamente y financieramente viable la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco?
- ¿Qué propuesta de ingeniería de detalle debe desarrollarse para sustentar técnica y operativamente la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco?

1.3. Justificación de la investigación

La presente investigación es justificada técnicamente, ya que permitió la evaluación de la viabilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero mediante un estudio de prefactibilidad y una propuesta de ingeniería de detalle, la cual proporciona criterios técnicos para la optimización de procesos de habilitación y modelado necesarios para el funcionamiento de la empresa.

Económicamente la presente investigación permitió determinar la viabilidad financiera de la implementación de una empresa de habilitación de acero mediante un análisis financiero, de costos de inversión, costos operativos, ingresos e indicadores de rentabilidad, dicha evaluación nos da información objetiva de los beneficios esperados del proyecto para posteriormente analizar su sostenibilidad

La investigación se justifica socialmente porque contribuye al fortalecimiento del sector construcción en la región del Cusco ya que la propuesta de una empresa especializada en la habilitación de acero capaz de atender la demanda local con procesos más eficientes, tecnificados y enfocados en la reducción de desperdicios. La implementación de este tipo de empresas puede generar la oportunidad de empleo, promover la especialización de mano de obra local y contribuir a la mejor de la productividad de proyectos de construcción del sector público y privado.

Metodológicamente, aplicando un enfoque de investigación aplicada, de nivel descriptivo-proyectivo y diseño no experimental, integrando herramientas de formulación y evaluación de proyectos con procedimiento propios de la ingeniería de detalle, el presente trabajo de investigación plantea una metodología que combina el estudio de mercado, técnico y económico con el desarrollo de una propuesta técnica de ingeniería de detalle sustentada en procesos de modelado, automatización y optimización de procedimientos de corte y habilitación de acero, representando un claro referente para futuras investigaciones relacionadas a la

propuesta e implementación de empresas especializadas que aporten mejoras a la industria del sector construcción.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. *Objetivo General*

Evaluar la viabilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para su puesta en funcionamiento.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar la demanda potencial del servicio de habilitación de acero en la ciudad del Cusco mediante un estudio de mercado que sustente la implementación de una empresa especializada.
- Identificar los requerimientos técnicos, operativos y de infraestructura necesarios para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco.
- Determinar la viabilidad económica y financiera de la implementación de una empresa de habilitación de acero mediante la evaluación de inversiones, costos, ingresos e indicadores de rentabilidad.
- Desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco, mediante la recolección y verificación de datos, el modelado digital, la interoperabilidad de información, el modelado de acero, la generación de planos y la optimización de los procesos de habilitación.

1.5. Delimitación de estudio

Enmarcamos la presente investigación en el ámbito de la formulación y evaluación de proyectos de inversión y la ingeniería aplicada al sector construcción, el estudio comprende el estudio de prefactibilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero para la evaluación de su viabilidad. Asimismo, incluye el desarrollo de una propuesta de ingeniería de detalle orientada a definir procesos de modelado, automatización y optimización de procesos de corte de acero necesarios para la puesta en funcionamiento de la empresa.

La presente investigación se delimita geográficamente a la ciudad del Cusco, región Cusco, y se enfoca en el mercado local y la demanda potencial del servicio especializado de

habilitación de acero y los requerimientos técnicos necesarios para la implementación de la empresa propuesta.

Se toma como referencia la información técnica, económica y de mercado correspondiente a un horizonte de 05 años, en los periodos correspondientes al año 2023 al 2027, años considerados para el análisis de la viabilidad del proyecto y el desarrollo de la propuesta de ingeniería de detalle.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este apartado se explican los fundamentos que constituyen la línea de base de este estudio.

2.1. Antecedentes de la investigación

Ttica (2021) desarrollo la tesis titulada “Análisis comparativo del acero post ejecución frente al modelado BIM de acero con Revit y Cutlogic considerando variaciones implícitas en el habilitado”, la tesis se presentó en la Universidad Andina del Cusco el año 2021, el objetivo de estudio fue determinar la diferencia porcentual de los kilogramos totales del acero post ejecución frente al modelado BIM de acero con Revit y Cutlogic considerando variaciones implícitas en el habilitado. Las conclusiones a las que se llegan son:

- Se ha logrado determinar que la diferencia porcentual de kilogramos totales de acero, para el proyecto 1 tiene un exceso de uso del recurso acero del 9,18%, significando un costo de S/15 865,16 soles; el proyecto 2 tiene un exceso de uso del recurso acero del 8,38%, significando un costo de S/15 801,58 soles y el proyecto 3, tiene un exceso de uso del recurso acero del 10,45%, significando un costo de S/14 494,50 soles. El promedio ponderado de exceso de consumo de acero de los proyectos de edificaciones en los tres proyectos estudiados es del 9,21%, representando en promedio un costo de S/15 449,18 soles por cada edificación construida por las empresas, por lo tanto, se afirma la hipótesis general planteada.
- La diferencia con el estudio que se realizará se encuentra en las herramientas utilizadas para la recolección y el análisis de información, ya que para la optimización se hace uso de un software con limitaciones para el procesamiento de información, cuyos resultados tendrían dificultades al momento de su aplicación en un proceso constructivo real, el estudio también carece de información para la aplicación óptima del método de despiece automatizado para la implementación en un proceso industrial como idea empresarial.

Soriano (2016) desarrollo la investigación titulada “Evaluación del sistema de despiece de acero ASTM-A615 en edificaciones en la ciudad de Huancayo” presentada a la Universidad Peruana Los Andes en Junín el año 2016. Según el autor, reducir al mínimo los residuos mediante una técnica de despiece más sofisticada e industrial que posibilite un ensamblaje más

eficiente de las piezas estructurales es la cuestión principal que debe abordarse tanto en la fase de diseño como en la de construcción (p. 21). Se llegaron a las siguientes conclusiones:

- El autor concluye que el sistema de despiece de aceros ASTM-A615, no es eficiente debido a que genera pérdidas de materiales, esto se vio reflejado en el porcentaje de desperdicio que se generó en el sistema de optimización de corte de acero evaluado en los 04 proyectos, que fue del 4,29%, 5,72%, 3,83% y 2,65%, como promedio simple de los diferentes diámetros utilizados respectivamente para el caso de cada uno de los proyectos (p. 211).
- La diferencia con el estudio que se realizará se encuentra en las herramientas utilizadas para la recolección, ya que en la tesis antecedente se utiliza un método convencional manual para la realización del despiece de acero y no se dan alcances para la aplicación real en la implementación de un proceso industrial como empresa de este tipo de servicios.

Chino y Zarate (2024) desarrollaron la tesis titulada “Análisis comparativo del método de despiece de acero pre ejecución frente al acero dimensionado y uso convencional del acero corrugado en la construcción de edificaciones en la ciudad del Cusco 2023” presentada a la Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco, en donde los autores pretenden poner de manifiesto que algunas constructoras reducen el desperdicio de mano de obra y la cantidad de acero de armadura utilizada mediante el uso del método de despiece de acero en fase previa a la construcción.

- Los autores concluyen que haciendo uso del método de despiece pre ejecución en la cantidad de material en el proyecto 01 se redujo de 14,58% a 8,94% y en el proyecto 02 se redujo de 17,09% a 6,71%. Además, una comparación entre el método de corte de acero previo a la ejecución y el acero dimensionado reveló que el primero utilizó 4 482,23 kg más de material y el segundo utilizó 2 830,34 kg menos que el enfoque convencional en el proyecto 1. Por el contrario, el método de corte de acero previo a la ejecución del proyecto 02 fue 10 820,62 kg inferior y 6 988,13 kg superior al método convencional en comparación con el acero dimensionado.
- La diferencia con el estudio a realizar, se encuentra en la utilización de distintos softwares, tanto para el modelado y la optimización, ya que se plantea una automatización de los distintos procedimientos para su uso real en proyectos, así también

se plantea una optimización y despiece por bloques, el cual nos garantizaría una mayor optimización y una mejoría en la logística de entregas y pedidos del acero habilitado.

De la Vega (2022) desarrolla la tesis titulada: “Optimización del empalme y despiece para la reducción del desperdicio de acero mediante Tekla Structures en una edificación aporticada, 2022” presentada a la universidad Cesar Vallejo, donde el autor pretende determinar el porcentaje de reducción de desperdicios de acero después de optimizar los empalmes y realizando un despiece haciendo uso del software Tekla structures

- El autor concluye y contrasta una reducción de desperdicio de acero hasta el 2,41% haciendo uso del software Tekla structures para la optimización del empalme y despiece de acero.
- Con referente a nuestro trabajo de investigación, la diferencia principal el trabajo mencionado, es la del uso del software Grasshopper y la utilización de scripts de programación para automatizar todos los procesos tanto de modela, optimización y documentación, presentando una propuesta practica y aplicable en entornos reales de trabajo.

Amaya (2025) en su investigación presentada a la Pontificia Universidad Catolica del Ecuador, plantea reducir desperdicios por corte de acero utilizando herramientas como el complemento solver de Excel, programación Phyton y el software Opticorte.

- El autor concluye y contrasta una reducción de desperdicio de acero hasta el 3.48% el cual representa 89.7kg, en la aplicación del método de reducción en una infraestructura de vivienda utilizando el programa Opticorte, determina también que dicho programa es el mejor en comparativa a los otros métodos de optimización que analiza.
- Con referente a nuestro trabajo de investigación, aplicamos la propuesta de optimización basada en modelos estructurales para su uso y aplicación real en proyectos, a diferencia del trabajo de investigación mencionado con su aplicación en base a planillas de acero, otra principal diferencia radica también en el uso de softwares para el procedimiento de optimización y en el enfoque del planteamiento para su uso practico y automatización.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. *El acero en obra*

De acuerdo con Gutiérrez (2023), “Este material presenta muchas ventajas comparándolo con otros como el concreto reforzado, mampostería o madera, principalmente debido a su mejor comportamiento mecánico”.

Los componentes del acero son el hierro y el carbono, a los que se suman el silicio (Si), el fósforo (P), el azufre (S), el manganeso (Mn) y el cromo (Cr). Entre los materiales de construcción, el acero tiene una posición relevante; combina la resistencia mecánica, su capacidad de ser trabajado, disponibilidad y su bajo costo. (Quiroga, 2021)

2.2.1.1. **Ventajas y desventajas del acero.**

Gutiérrez (2023) señala que las propiedades mecánicas del acero representan su mayor ventaja frente a otros materiales estructurales, como las mencionadas a continuación.

- **Alta resistencia:** Gracias a su elevada resistencia en relación con su peso, permite reducir el peso global de la construcción, lo cual resulta especialmente importante en proyectos con problemas de cimentación.
- **Tenacidad:** Tiene gran resistencia y ductilidad, lo que le permiten seguir soportando cargas aun cuando sus deformaciones son importantes, absorbiendo gran cantidad de energía.
- **Uniformidad:** En comparación con las estructuras de concreto, las de acero no cambian significativamente en función del tiempo.
- **Durabilidad:** Estas estructuras suelen tener una larga vida útil si se mantienen de acuerdo con un programa de conservación apropiado.
- **Elasticidad:** Este material se comporta elásticamente hasta valores relativamente altos de esfuerzos, ajustándose a lo establecido en la ley de Hooke de acuerdo con las hipótesis del diseño estructural.
- **Ductilidad:** El acero puede soportar deformaciones significativas bajo grandes esfuerzos sin fallar súbitamente, pero sí evidenciando una falla inminente.

De la misma forma, el acero comparado con otros materiales estructurales presenta algunas desventajas como las mencionadas a continuación:

- **Corrosión:** Este material demanda un mantenimiento continuo debido a su susceptibilidad a la corrosión al entrar en contacto con el agua y el aire.
- **Fractura frágil:** En los puntos de acumulación de tensión, el material puede sufrir una fractura frágil a bajas temperaturas y bajo cargas que provocan fatiga.
- **Fuego:** La resistencia del acero se reduce ante las altas temperaturas de un incendio, por tal razón debe estar protegido con un aislante térmico.
- **Fatiga:** La resistencia del acero también disminuye al someterse a varios ciclos de carga que crean tensión en el material, representando una desventaja del acero.
- **Pandeo:** Los elementos estructurales de acero que poseen una elevada esbeltez y están sometidos a cargas de compresión experimentan un significativo pandeo, lo cual demanda mayores cantidades de acero para reforzar su rigidez, impactando negativamente en su economía. (Gutiérrez, 2023)

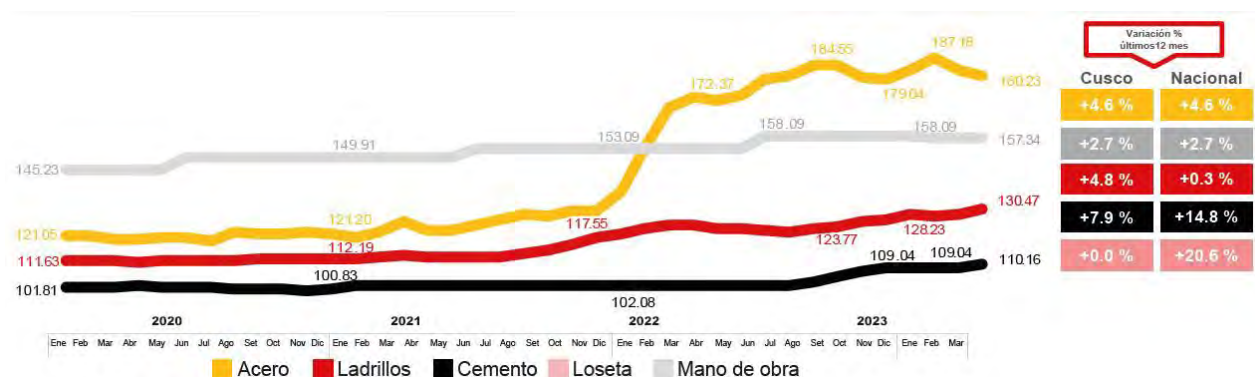
2.2.1.2. Importancia del acero.

El acero en obra es uno de los materiales de mayor incidencia presupuestal y su uso es generalizado en distintos tipos de obras públicas y privadas. Uno de los rubros que más repercusión ha ejercido en la actividad económica local de la región de Cusco es el de la construcción, cuyo principal insumo es el acero de construcción, a partir del cual se elaboran una amplia diversidad de productos y servicios de carácter especializado.

También cabe destacar que el acero para la construcción está entre los materiales cuya cotización ha experimentado un mayor incremento en la región en los últimos años, como se observa en el siguiente gráfico:

Figura 1

Evolución de precios de los insumos de construcción en la Región Cusco

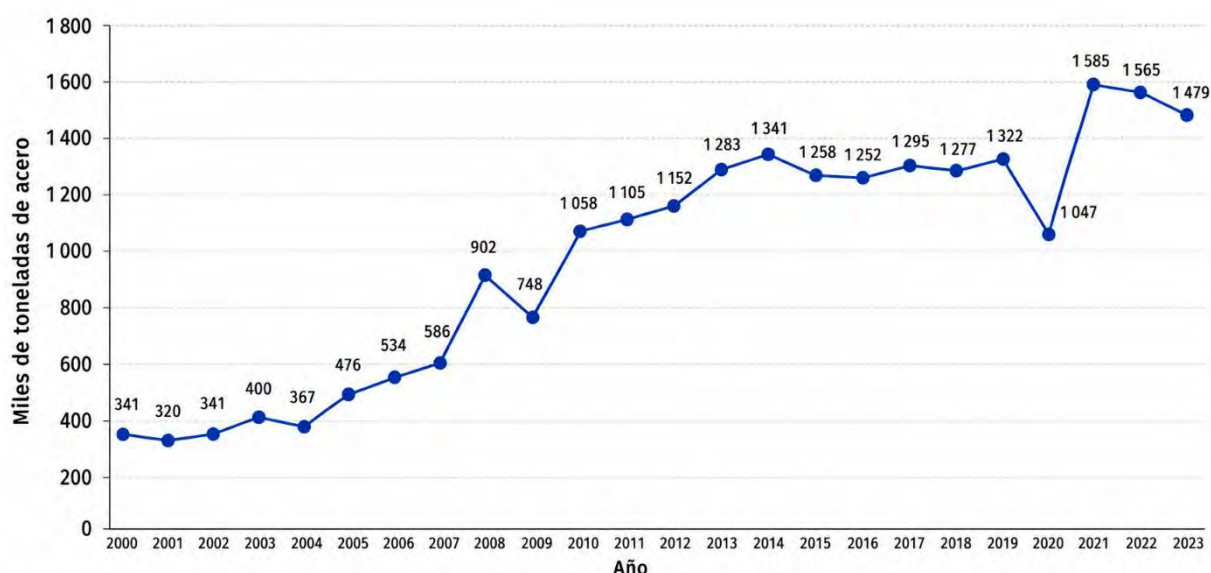


Nota. Información obtenida de CAPECO (2022)

Según el Informe Económico de la Construcción de CAPECO (2022), en relación a las barras de acero utilizadas en la construcción en nuestro país, se observó un incremento significativo en el consumo aparente durante el periodo de 2000 a 2023. Durante este lapso, el consumo aparente se multiplicó por 3,7; pasando de 341 mil toneladas a 1 479 mil toneladas en el 2023, lo que representa un aumento anual promedio del 7,6%. En el año 2021, se alcanzó el nivel más alto de consumo en la última década, con un registro de 1 585 mil toneladas, lo cual viene precedido de una caída del consumo en épocas de COVID en el año 2020.

Figura 2

Consumo aparente de acero para la construcción 2000-2023 (en miles de Tn)



Nota. Información obtenida de CAPECO

2.2.1.3. Desperdicio del acero en obra.

Los desperdicios de materiales de construcción generados durante la ejecución de una obra siempre generan incertidumbre y la duda ante la exactitud de su cuantificación, si bien es cierto que su cuantificación depende de diversas metodologías y aprovechamientos, la decisión final dependerá del parámetro mínimo entre tantos resultados y principalmente de algo que por lo general se ha dicho muy poco es que debe ser parte de la planificación de una construcción como optimización de recursos. (Armendariz & Ortiz, 2022, p. 27)

Este se refiere al volumen de acero que es sobrante después de realizar el corte de una barra de medidas estándar. Este desperdicio se expresa de manera cuantitativa como un porcentaje obtenido como el cociente de la longitud de acero no utilizable y la longitud total de la barra. (Abbott & Rodríguez, 2008, p. 587)

Dagostino y Feigenbaum (1973) citados por Abbott y Rodríguez (2008) refieren:

El acero se puede comprar en las fábricas o en ferreterías grandes y las barras requeridas se cortan y se empacan por el suplidor a requerimiento del comprador. Las barras de refuerzo también se pueden adquirir en ferreterías locales, donde suelen suministrarse en longitud de 20 pies y cortarse in situ. Este proceso suele ser más costoso y genera más residuos. Siempre que sea posible, las barras de refuerzo deben adquirirse directamente de los fabricantes y suministrarse ya cortadas a medida. La tasa de residuos del acero cortado en fábrica es inferior al 1 %, mientras que el corte in situ alcanza el 10 %. (p. 583)

Dentro de los estudios nacionales sobre el desperdicio teórico en el metrado de acero, específicamente según CAPECO y el informe realizado por Ramos Salazar (2015), se observa una variación en función del diámetro de la varilla, conforme se muestra en la tabla.

Tabla 1

Desperdicio de acero

Descripción	% Desperdicio promedio
Mezcla de concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Loseta para pisos	5
Mayólica	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de refuerzo	
Ø 3/8"	3
Ø 1/2"	5
Ø 5/8"	7

Ø 3/4"	8
Ø 1"	10

Nota. Información obtenida de Ramos (2015)

2.2.1.4. Habilitación del acero.

Para fabricar los componentes estructurales, las barras de acero se trocean y se doblan a lo largo del proceso de producción. Este proceso se realiza en un banco de fierro provisional utilizando cizallas y sierras circulares para el corte, además de trampas y grifas para el doblado. (Orihuela et al., 2020, p. 13)

2.2.1.5. Habilitación del acero convencional.

El procedimiento convencional utilizado carece del uso de planos de detalle y planos de corte, lo cual es reemplazado por los juicios y criterios de los trabajadores responsables de esta tarea en el lugar de trabajo. Esta práctica resulta en una considerable cantidad de desperdicio y una menor eficiencia en la ejecución de la obra. Además, al no contar con una guía precisa, se generan errores y demoras en el proceso de corte y posterior habilitación del acero, lo que afecta negativamente la productividad general del proyecto. Es esencial implementar métodos más rigurosos y basados en planos detallados para optimizar el uso del acero y aumentar la eficiencia en la construcción.

Figura 3*Habilitación del acero convencional*

Abastecimiento		Habilitación		Colocación	
Ingeniería	Recepción	Corte	Doblado	Armado	Colocación
 <ul style="list-style-type: none"> - Planos estructurales finales - Ingeniería de detalle - Metrados - Presupuesto 	 <ul style="list-style-type: none"> - Conteo - Descarga - Traslado - Almacenado 1 	 <ul style="list-style-type: none"> - Armado banco - Información - Búsqueda - Traslado - Medición - Cortado - Almacenado 2 	 <ul style="list-style-type: none"> - Información - Búsqueda - Traslado - Medición - Doblado - Inspección - Almacenado 3 	 <ul style="list-style-type: none"> - Información - Búsqueda - Traslado - Medición - Armado - Almacenado 4 	 <ul style="list-style-type: none"> - Traslado - Colocación - Valorización

Nota. Información obtenida de Aceros Arequipa (2024)

2.2.2. Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle consiste en la fase de diseño final de un proyecto de ingeniería previo al inicio propiamente dicho de la construcción. Entre las principales tareas que se llevan a cabo durante esta faceta, se encuentra la verificación de que las soluciones de diseño propuestas durante las fases iniciales del proyecto, que son ingeniería conceptual e ingeniería básica, cumplan técnica y normativamente o, en su caso, realizar las modificaciones pertinentes para garantizar la funcionalidad y seguridad del proyecto, sin dejar de lado los requerimientos del cliente. (Instituto Mexicano del Petróleo, 2019)

En esta fase se desarrollan diseños, análisis y cálculos técnicos de gran grado de complejidad, para lo cual se recurre a las mejores prácticas de ingeniería y a herramientas tecnológicas de última generación (software y hardware), así como a la colaboración de personal experto. El trabajo de diseño abarca equipos estáticos y dinámicos, tuberías, válvulas, estructuras, dispositivos, cimientos, edificios, redes eléctricas, sistemas de control y, a grandes rasgos, toda clase de equipamiento que se pueda utilizar en una planta de procesamiento.

La ingeniería de detalle propiamente tal, corresponde fundamentalmente a la solución técnica de diseño, cuyos entregables principales son planos, especificaciones, memorias de cálculo, bases de datos, modelos digitales y modelo BIM, entre otros. (Polanco, 2020, p. 1)

Gomez et al. (2023) clasifican las etapas de la ingeniería de detalle de la siguiente manera:

- Etapa 1: Comprobación de especificaciones
- Etapa 2: Definir y calcular las partes
- Etapa 3: Ensamblar y comprobar partes
- Etapa 4: Comprobar dimensiones y resultados con norma
- Etapa 5: Preparación, revisión y confección de documentos

2.2.2.1. Etapas de la ingeniería de detalle.

a) Etapa 1: Comprobación de especificaciones

Esta fase consiste en evaluar la investigación preliminar y el diseño técnico básico previo con el fin de adaptarlos a la situación actual y a las circunstancias en las

que se está aplicando el proyecto. Es fundamental proceder de esta manera por razones que se exponen a continuación:

- Cuando las condiciones ambientales han cambiado desde que se finalizó el diseño básico, los parámetros del diseño preliminar ya no resultan adecuados.
- Antes de iniciar el diseño detallado, es necesario sintetizar las hipótesis y los datos pertinentes, dada la diversidad de ingenieros que han llevado a cabo los estudios preliminares y la ingeniería básica.
- Por consideraciones tecnológicas, financieras y legales que respalden los cambios en la ingeniería básica.
- Esta fase comprende:
- El establecimiento de los subsistemas (configuración, componentes y propiedades esenciales)
- La determinación de los supuestos de cálculo que deben tenerse en cuenta
- El proceso de descomposición de los subsistemas en sus partes constitutivas, su modelado y, posteriormente, la validación y el cálculo de cada una de ellas

b) Etapa 2. Definir y calcular las partes

Durante el proceso de fabricación, las piezas deben separarse de manera que ningún elemento estructural quede sin definir. Cualquier aspecto que se pase por alto durante la fase de diseño podría provocar problemas graves más adelante. Esta etapa incluye:

- Se definen las piezas de cada uno de los componentes, junto con los supuestos de diseño específicos.
- Se modela, calcula y dimensiona cada elemento.
- Teniendo en cuenta que los componentes son piezas de un conjunto que debe ser lo más óptimo posible.
- El análisis y el cálculo de las piezas auxiliares, de control y de montaje, así como de los elementos de unión.
- La información de construcción, los planos y los diagramas de cada pieza.

c) Etapa 3. Ensamblar y comprobar partes

Esta fase incluye los siguientes procedimientos, que dan como resultado una solución de diseño completa inicial:

- Agrupación de elementos para formar componentes y de componentes para formar subsistemas.
- Esbozo del conjunto y sus detalles.
- El cálculo de los elementos pendientes de especificar.

d) Etapa 4. Comprobar dimensiones y resultados con normas

Para garantizar que se cumplen las normas, reglas y reglamentos, los resultados del proyecto deben verificarse y confirmarse una vez que se hayan determinado las dimensiones del conjunto y de sus componentes. Este paso es imprescindible, ya que algunas restricciones no influyen directamente en los cálculos y, aunque estos elementos se tengan en cuenta a lo largo del proceso de diseño, algunas de las consideraciones iniciales pueden variar en los cálculos y planos finales. En cualquier caso, deben examinarse las normas para incorporar todos los criterios necesarios en los planos y demás documentación.

e) Etapa 5. Preparación, revisión y confección de documentos

Dado que la fase de proyecto es la fase definitiva de preparación antes de llevar a efecto una determinada obra o producto, los documentos deben ser completos y suficientes en sí mismos. (Universidad Politécnica de Cartagena, 2013)

2.2.2.2. Dimensiones de la ingeniería de detalle.

A. Especificaciones

Gomez et al. (2023) indican que definir los subsistemas (formas, materiales y características esenciales) es el primer paso del proceso de especificación. Esto también implica desglosar los subsistemas en sus componentes, modelarlos y realizar los cálculos necesarios.

B. Definición y cálculo de partes: Modelado de acero y concreto

Gomez et al. (2023) indican que en esta etapa se realiza la modelización, el cálculo y dimensionado de cada elemento, se considera que los elementos forman parte de un conjunto y que este debe ser óptimo.

C. Ensamblado y comprobación de partes: Despiece de acero

Gomez et al. (2023) afirman que esta etapa conduce a una primera solución de diseño completo del conjunto y comprende los procesos de ensamblado de partes en componentes, el despiece y el cálculo de elementos que no estaban definidos hasta ahora

D. Comprobación de dimensiones y resultados con norma: Optimización

Gomez et al. (2023) indican que una vez calculado el proyecto y definidas las dimensiones de conjunto y sus componentes es preciso contrastar y comprobar estos resultados de modo que cumplan las normas, leyes y reglamentos para proseguir con la optimización del corte de estos elementos ya contrastados.

E. Documentación

Gomez et al. (2023) indican que la documentación debe ser exhaustiva y autónoma en esta última y decisiva fase de preparación previa a la puesta en marcha de un proyecto o producto concreto.

2.2.3. Modelado de edificaciones – BIM

Una de las tecnologías en las que la construcción ha incursionado en las últimas décadas es el modelo de gestión mediante metodología BIM que ya se desarrollaba a nivel mundial desde inicios de los 80. El Building Information Modeling (BIM) es un proceso en donde se generan y se gestionan datos de una obra arquitectónica o civil utilizando softwares dinámicos de modelado en tres dimensiones con propiedades de los componentes que permiten obtener reportes en tiempo real en la medida que se actualicen los datos del modelo, con lo cual se optimizan los recursos de un proyecto constructivo durante todo su ciclo de vida, a partir de la integración de equipos multidisciplinares que aportan al desarrollo del proyecto, y a la toma de decisiones en tiempo real mejorando indicadores de tiempo de ejecución, costos de operación e inconsistencias entre especialidades. (Sánchez et al., 2020)

BIM es un modelo digital de construcción y de operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de mejorar radicalmente los resultados de los clientes y de los proyectos, así como la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para mejorar la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se aplica a nuevos proyectos de construcción fundamentalmente, BIM apoya la renovación, reforma y mantenimiento del entorno construido, lo que representa la mayor parte del sector. (EUBIM , 2018)

2.2.3.1. Importancia del BIM

Mediante el uso de tecnologías de modelización innovadoras, las cuales posibilitan una visión coordinada del proyecto de principio a fin, incluso hasta el nivel de los detalles constructivos, el enfoque BIM tiene como objetivo explícito potenciar la colaboración en los proyectos de construcción. Esto optimiza la ejecución del proyecto al permitir la incorporación inmediata y en directo de las modificaciones que surgen a lo largo del proceso de construcción. La metodología BIM es coherente con la naturaleza de su campo de conocimiento y dentro de los parámetros académicos nacionales e internacionales, en correspondencia con lo requerido en el dibujo de proyectos de Arquitectura e Ingeniería mediante el manejo de herramientas informáticas que permiten simular procesos y visualizar el proyecto antes y durante el proceso de su construcción (Sánchez et al., 2020).

2.2.3.2. Herramientas de la metodología BIM

Las herramientas de modelado a través del tiempo se han ido perfeccionando cada vez más debido a la gran demanda requerida por la industria del cine y los videojuegos, estos a su vez fueron complementando y otorgando mayores capacidades tecnológicas y digitales a los softwares de modelo tridimensional empleados en el rubro, siendo algunas mejores que otras por las funciones, y enfoque para la cual fueron creadas. Estas tecnologías se utilizan, por ejemplo, para visualizar el avance de las obras, evaluar el rendimiento energético y generar modelos en 3D. Algunas de las herramientas de software BIM más utilizadas son:

- Autodesk Revit
- Archicad
- Allplan
- AECOsim

Estas herramientas permiten trabajar con distintos aspectos de la gerencia y gestión de un proyecto, y según sea el caso, se pueden aprovechar las ventajas de diferentes aplicaciones.

a) Herramienta de modelado de concreto

En el mercado hay muchos programas que se han consagrado como los más usados para una determinada tarea, por lo que son muy empleados y recomendados por

los profesionales y empresas vinculadas a esta actividad. Bajo ese entender la elección para esta primera etapa no se basa en la elección de la mejor herramienta de modelamiento o gestión, sino más bien por el de mayor uso en el ámbito nacional y por ende por la facilidad a la hora de emplear personal capacitado en su manejo.

- **Revit**

El software Revit de la empresa Autodesk en los últimos años se ha convertido en un estándar de trabajo en lo referido a la metodología BIM, por tales motivos es el software elegido para esta primera etapa.

Algunas de las características y beneficios de Autodesk Revit son:

- Herramientas BIM para capturar y comunicar conceptos y diseños precisos
- Herramientas específicas para el diseño arquitectónico, MEP, ingeniería estructural y construcción
- Apoyo de un equipo multidisciplinar a lo largo de todo el proceso del proyecto
- Herramientas de CAD y BIM de grado profesional para diseño y documentación
- Una solución de trabajo rentable para pequeños estudios de arquitectura o profesionales independientes. (Autodesk, 2025)

b) Herramienta de modelado de acero

A diferencia del concreto, el modelado de acero requiere mayores consideraciones normativas y habilidades de modelamiento más complejas que las empleadas en el concreto. Si bien se podría aplicar el mismo criterio previamente descrito para el modelado de concreto, el software.

Todavía carece de un entorno y herramientas que potencien las tareas de modelado y gestión del acero, de manera más ágil, eficiente y versátil. En el año 2000 Revit fue lanzado al mercado como un software paramétrico para objetos mecánicos, las características de modelado de acero se le fueron añadiendo y mejorando progresivamente en sus diferentes versiones de lanzamiento; por lo cual es de suponer que dicho software no fue creado con tales propósitos y, por ende, su entorno no consideró las mejores condiciones para este fin, sino más bien fue adecuado. Por tal motivo, se ha optado por elegir uno verdaderamente especializado, adecuado y creado para ese fin, como lo es el software Tekla Structure, lanzada el 2004 para la construcción

del acero y concreto enfocado en la ingeniería estructural, adquirida por la compañía Tremble en 2011.

- **Tekla Structures**

Es un software BIM que permite a arquitectos, ingenieros y contratistas crear, gestionar y compartir modelos 3D detallados y precisos, optimizando cada etapa del proyecto. Es una herramienta clave para detallistas de acero y equipos de diseño que necesitan modelos construibles e interoperabilidad mediante archivos IFC. Su versatilidad y accesibilidad lo hacen popular tanto en grandes proyectos como en estudios pequeños, consolidándose como una de las herramientas BIM más utilizadas en la construcción. (Tekla, 2025)

c) Herramientas de gestión y optimización

Tomando como base el enfoque de Lean Manufacturing cuyo énfasis está en recortar costes y aumentar la producción por medio de la eliminación de desperdicios y la mejora de las operaciones, se ha optado por incorporar una herramienta capaz de automatizar todos los procesos correspondientes al modelado de acero dentro del entorno de Tekla Structures, esta herramienta tiene por nombre Grasshopper el cual es un plugin de programación y algoritmos para el software de modelado Rhinoceros 3D, este plugin nos permite a través de su interfaz de programación poder hacer uso de la API de Tekla Structures para las distintas tareas de modelado, documentación y gestión del acero y a través de sus herramientas y programación visual, poder automatizar todas estas tareas.

- **Tekla Pad**

TeklaPad es una interfaz no oficial en C# para interactuar con la base de datos de Tekla. También cuenta con un pequeño compilador para crear aplicaciones de consola o complementos que se puedan utilizar en Tekla u otras aplicaciones.

Esta herramienta proporciona una forma adicional de acceder y manipular la base de datos de Tekla, permitiendo a los usuarios desarrollar aplicaciones personalizadas y ampliar las funcionalidades de Tekla. A través de TeklaPad, es posible realizar consultas, actualizaciones y manipulaciones de datos en la base de datos de Tekla utilizando el lenguaje de programación C#. Esto abre nuevas posibilidades para la automatización de tareas, la creación de informes personalizados y la integración con otros sistemas.

Es importante tener en cuenta que TeklaPad no es una herramienta oficial de Tekla Structures y no está respaldada ni soportada por Trimble, el desarrollador de Tekla. Sin embargo, proporciona una opción adicional para aquellos usuarios que deseen ampliar la funcionalidad de Tekla Structures a través de la programación en C#.

- **Grasshopper**

El paquete de diseño asistido por ordenador (CAD) Rhinoceros 3D incluye Grasshopper 3D, un entorno de programación visual. Se utiliza para crear algoritmos generativos, como los empleados en el arte generativo, y fue desarrollado por David Rutten en Robert McNeel & Associates. Los programas se crean arrastrando elementos a un lienzo y conectando sus salidas a las entradas de otros elementos. Además, Grasshopper 3D sirve para analizar el desempeño de la iluminación en el diseño y el impacto medioambiental de los edificios, así como para generar modelos paramétricos para la ingeniería estructural, la arquitectura y la fabricación. Uno de los programas BIM utilizados en el sector de la construcción se llama Grasshopper 3D. Kangaroo, LadyBug & HoneyBee, Pufferfish, Karamba y Octopus son solo algunos de los muchos complementos disponibles para Grasshopper 3D. (Grasshopper, 2025)

Grasshopper® es un procesador de algoritmos gráfico vinculado a las herramientas de modelado 3D de Rhino, destinado a diseñadores que buscan formas novedosas mediante algoritmos generativos. A diferencia de RhinoScript, Grasshopper no requiere conocimientos de programación ni de scripting, pero permite a los diseñadores crear generadores de formas que van desde lo más sencillo hasta lo más impresionante. (Grasshopper, 2025)

Grasshopper permite a los diseñadores construir patrones generativos que van desde los más básicos hasta los verdaderamente espectaculares, sin necesidad de tener experiencia en programación o en el uso de scripts. Grasshopper también cuenta con una librería de complementos muy completa. (Grasshopper, 2025)

- **Rhinoceros**

Rhinoceros 3D es un software de modelado 3D basado en la técnica de NURBS, que se utiliza en la ingeniería, la arquitectura, el diseño industrial, naval, de

producto, y el diseño automotriz. Además de las curvas NURBS, Rhino 3D te permite crear y modificar objetos, analizar, documentar, procesar, exportar y crear animaciones de superficies, sólidos, nubes de puntos, geometrías de subdivisión y mallas poligonales. No hay restricciones en cuanto a complejidad, nivel de detalle o tamaño al utilizar Rhino 3D, una aplicación completa y potente que te permite modelar cualquier forma que se te ocurra. La mayoría de los programas de diseño, dibujo, CAM, creación de prototipos, renderizado e ilustración son compatibles con Rhino 3D. Rhino 3D resulta una herramienta sumamente útil para crear modelos virtuales y prototipos destinados a la visualización estructural y a presentaciones comerciales. Rhino 3D es un software de diseño asistido por ordenador, o software CAD, que ofrece una amplia gama de sofisticadas herramientas de modelado 3D que te permiten crear con precisión y meticulosidad diseños que antes eran impensables. En resumen, Rhinoceros 3D es un software de modelado 3D muy completo y eficaz que se utiliza en la ingeniería, la arquitectura, el diseño industrial, naval, de producto, y el diseño automotriz, entre otros. (McNeel, 2025)

Rhino te permite generar, modificar, examinar, documentar, renderizar, crear animaciones y convertir curvas y superficies NURBS, geometría de subdivisión (SubD), nubes de puntos y mallas poligonales. No hay límite de complejidad, grado o tamaño, a parte del que posea su hardware. (McNeel, 2025)

Características especiales:

- Por lo general, las herramientas de modelado 3D de forma libre ilimitadas solo se encuentran en productos que cuestan entre 20 y 50 veces más. Con Rhino puedes modelar cualquier forma que se te ocurra.
- La precisión requerida para diseñar, crear prototipos, desarrollar, analizar y fabricar cualquier producto, desde joyas hasta aviones.
- Es compatible con la mayoría de las aplicaciones de diseño, dibujo, CAM, ingeniería, creación de prototipos, análisis, renderizado, animación e ilustración.
- Lee y corrige archivos IGES y mallas complejas.

- Accesible. Puedes concentrarte en el diseño y la visualización sin preocuparte por el programa, ya que es muy fácil de aprender y usar.
- Rápido, incluso con un portátil básico. No se necesita ningún hardware específico.
- Es una interfaz para crear cientos de elementos 3D específicos.
- Económica. Requiere un equipo estándar. Fácil de aprender. A un precio razonable. Sin costes de mantenimiento.
- Multipropósito: El programa de modelado 3D más adaptable del mundo, compatible tanto con Windows como con macOS. (McNeel, 2025)

2.2.3.3. Despiece del acero

El despiece de acero de refuerzo para elementos de concreto armado es un proceso fundamental en el que se detallan las dimensiones, cantidades y especificaciones del acero necesario para reforzar elementos estructurales como columnas, vigas, losas o muros. Este procedimiento se realiza una vez que los planos estructurales y los cálculos han sido completados, y tiene como objetivo generar una lista precisa de barras de refuerzo, incluyendo sus longitudes, diámetros, tipos de doblado y ubicaciones. Este detalle es esencial para garantizar la correcta fabricación, corte y doblado del acero, además de optimizar su instalación en obra, asegurando que la estructura cumpla con los requisitos de diseño y normativas.

Las herramientas empleadas para este proceso serán Tekla Structures y grasshopper, Tekla como software base y Grasshopper como software de control, corte y traslape de acero. No obstante, se utilizará un aplicativo desarrollado por Trimble llamado TeklaPad el cual es un complemento a Tekla Structures, que nos facilitará los metrados y la recolección de datos de nuestro modelo. Aunque si bien estos trabajos se podrían hacer con las mismas herramientas de Tekla Structures o extraerlas mediante Grasshopper, Trimble nos ofrece una herramienta que nos permite manipular de manera más dinámica esta información, mediante el uso de programación en C#, nos permite administrar y gestionar toda la información requerida para los fines de pertinentes a la manipulación y recolección de datos.

Figura 4*Despiece del acero*

Nota. Imagen extraída de Aceros Arequipa (2024)

2.2.3.4. Optimización del corte del acero

La optimización del corte del acero es un proceso que se utiliza para maximizar el aprovechamiento del material de acero y reducir el desperdicio en la producción de elementos de acero. Este proceso implica la planificación y organización de los cortes de acero para minimizar el desperdicio y maximizar la cantidad de piezas que se pueden obtener de una cantidad determinada de material. La optimización del corte del acero es importante en la industria de la construcción y la fabricación de acero, ya que puede reducir los costos y mejorar la eficiencia en la producción. Además, la optimización del corte del acero puede ayudar a reducir el impacto ambiental al reducir el desperdicio de material.

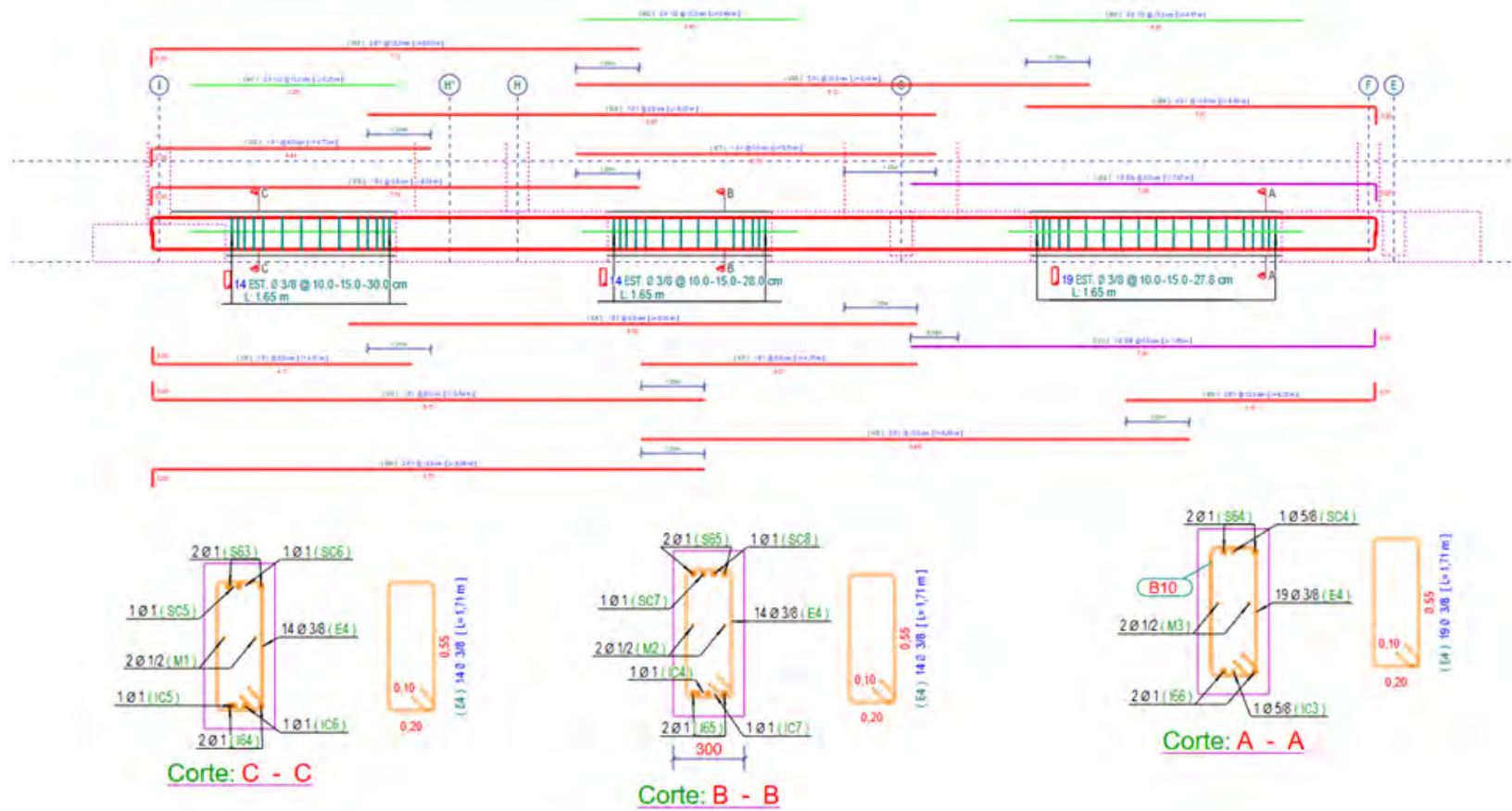
Para esta etapa el software elegido es Cutting Optimization, de la empresa Optimal Programs enfocada en minimizar desperdicios de materiales durante el proceso de corte. Las pruebas y comparaciones para la elección de dicho software son desarrollados en el [ítem 3.4.5 Elección del software de optimización a emplear], logrando tener un menor grado de desperdicio para los procesos de optimización de acero.

2.2.3.5. Detallado de planos de corte

El detallado de planos de corte es un proceso en el que se crean planos detallados que muestran la ubicación y dimensiones de los cortes que se deben realizar en los elementos de una estructura. Estos planos son utilizados por los fabricantes de acero para cortar los elementos de acero a las dimensiones correctas y asegurar que se ajusten correctamente en la estructura. Además, el detallado de planos de corte puede ayudar a reducir el desperdicio de material y mejorar la eficiencia en la producción.

Las herramientas empleadas para esta etapa serán:

- Tekla Structures para la documentación y generación de planos de habilitación de acero, mediante su automatización con el software Grasshopper.
- Cutting optimization para la generación del informe de corte y grasshopper para la codificación y generación de planos de corte.

Figura 5*Detallado de planos de corte**Nota.* Elaboración propia

2.2.4. Estudio de prefactibilidad

El estudio de factibilidad se refiere al análisis integral de una empresa, para determinar si la idea de negocio que aspira emprender resulta favorable y proporciona las estrategias que se deben aplicar para lograr el éxito, a sabiendas que todo proyecto requiere la inversión de recursos, es primordial que las decisiones sean tomadas sobre la base de indagaciones y cálculos reales, de manera que el negocio se desempeñe apropiadamente y produzca réditos. (Guasco & Luna, 2022, p. 1072)

Según Arboleda (2014), “El estudio de prefactibilidad es una etapa intermedia entre el estudio preliminar o perfil del proyecto y el estudio de factibilidad detallado, en la etapa del estudio de prefactibilidad, es necesario examinar desde el punto de vista financiero” (p. 76).

De la misma manera, Cevallos et al. (2022) señala que:

Se entiende como una etapa de descarte de soluciones y de investigación de alternativas, que culmina con la selección de una alternativa viable desde los puntos de vista técnico y económico. Considera además criterios sociales, institucionales, etc., que en casos concretos puedan ser factores determinantes de la viabilidad de la alternativa escogida. (p. 37)

Es importante mencionar también, sobre los estudios de prefactibilidad, se señala que:

En la prefactibilidad se profundiza la investigación, principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales relativas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto, proyectándose las cifras (Sapag Chain et al., 2014, p. 28).

2.2.4.1. Dimensiones del estudio de prefactibilidad.

A. Estudio de mercado

Moncayo et al. (2021) señalan que:

El estudio de mercado es un conjunto de acciones que se desarrollan con la finalidad de conocer la respuesta del mercado, proveedores, competencia respecto a un producto o servicio. Adicionalmente, hace posible la evaluación de elementos importantes como el valor del producto y las estrategias de marketing y distribución. (p. 2209)

Los estudios de mercado son valoraciones del funcionamiento de los mercados. Las autoridades de competencia les dan forma cuando hay indicios de que un mercado, o incluso un sector, no está funcionando correctamente para los usuarios. Usualmente, los estudios de mercado se hacen para abordar diversos asuntos preocupantes, entre ellos:

- Conducta de las organizaciones.
- Los modelos de mercado que obligan a las organizaciones a competir ferozmente unas con otras, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Identidad Intelectual (INDECOPI, 2016)

El núcleo de un proyecto es el estudio de mercado y la comercialización de un proyecto de producción, o el análisis de la oferta y la demanda de un bien o servicio. Es por ello fundamental hacer todo lo posible por obtener datos precisos y actualizados sobre aquellos factores que puedan influir en el proyecto, tales como: la determinación de la demanda existente y potencial, las particularidades de los consumidores o usuarios, el panorama de la competencia, los conductos de comercialización, el plan de ventas o suministro del bien o servicio, los precios, las estrategias publicitarias y el análisis de los proveedores. (Méndez, 2020)

2.2.4.1.1. Componentes de un estudio de mercado

De acuerdo con lo establecido por Méndez (2020), el estudio de mercado comprende las siguientes partes:

A. Análisis de la oferta y demanda

- Identificación del producto y / o servicio
- Análisis de oferta

Oferta. Se trata de la cantidad de productos o servicios, ya sean de origen local, regional, nacional o extranjero, que son comparables o constituyen alternativas a

los que se están evaluando y que están disponibles para satisfacer la demanda en un mercado concreto. A veces se denomina análisis de la competencia.

- **Análisis de demanda**

Demanda: Se refiere a la cantidad de productos o servicios de los que una comunidad local, regional, nacional o global necesita disponer para satisfacer una determinada necesidad o deseo a un coste concreto. Para determinarla, resulta útil analizar los datos estadísticos ya disponibles. Se deben añadir los datos primarios obtenidos del trabajo de campo realizado como parte del proyecto en cuestión.

- Disponibilidad de materiales

- Descripción de la metodología

- Almacenamiento

B. Análisis de comercialización

- Envasado

- Transporte

- Fijación de precios

- Canales de distribución y márgenes

- Estrategias e introducción de mercados

- Comercialización de la materia prima

Asimismo, Méndez (2020), señala:

Las necesidades, los deseos y los intereses de las personas se reflejan en el mercado. Ahí es donde las personas expresan la jerarquía de sus necesidades y definen quiénes son en relación con los productos que desean obtener o tener. Además, las estructuras de costes y las capacidades tecnológicas de las empresas se reflejan en el mercado. La combinación de ambos factores determina un sistema que suele ser óptimamente adecuado para la sociedad.

Figura 6*Secuencias básicas del análisis de mercado**Nota.* Imagen extraída de Méndez (2020)**C. Estudio técnico**

Uribe (2015) citado en Velásquez et al. (2020), precisa que “Consiste en determinar la capacidad instalada que requiere el montaje de la empresa se encuentra dentro de la etapa de perfectibilidad que se propone como los pasos que se deben seguir para la proyección de la nueva empresa” (p. 58).

Conforme a lo mencionado por Velásquez et al. (2020) “En el estudio técnico se define aspectos que deben contener el plano de las instalaciones, los materiales maquinaria, equipo y tecnologías necesarias para el funcionamiento del proyecto” (p. 59)

D. Estudio económico

Se realiza para averiguar la rentabilidad financiera de una cierta inversión. Se realiza midiendo los flujos de efectivo futuros generados por la inversión y comparándolos con el costo inicial de la inversión, generalmente se realiza este análisis para ayudar a tomar decisiones de inversión; también, puede incluir una evaluación de los riesgos asociados con la inversión. (Universidad de los Andes, 2023)

2.2.4.2. Componentes del estudio de pre factibilidad.

Según Tapia et al. (2017), el estudio de prefactibilidad se compone de la siguiente manera:

- **La idea:** Se trata del producto o servicio que se pondrá a disposición de los consumidores. Es una forma de atraer clientes y generar ingresos. Simboliza el potencial empresarial y, una vez puesto en práctica, da lugar a la creación de una pequeña o mediana empresa.
- **El diagnóstico y el problema:** El objetivo del diagnóstico es recabar información para medir, identificar, evaluar y caracterizar rasgos concretos, así como para introducir modificaciones destinadas a resolver problemas o satisfacer demandas detectadas en una comunidad. Además, se determinan los orígenes y las consecuencias de la situación, lo que permite desarrollar métodos de intervención basados en el análisis y adaptados a las necesidades o posibilidades de cada organización o empresa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de investigación

La presente investigación presentó un enfoque cuantitativo ya que según Hernández y Mendoza (2018) es un conjunto de procesos secuenciales y probatorios con propósitos de recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con la finalidad de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

Para el planteamiento del estudio de prefactibilidad se recopilaron y analizaron datos numéricos relacionados a demanda del mercado, requerimientos técnicos e indicadores económicos, de la misma forma en el planteamiento de la ingeniería de detalle de contemplan procedimientos de automatización, despiece y optimización de procedimientos de corte de acero, lo cual sustenta un enfoque cuantitativo.

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue no experimental. Según Hernández y Mendoza (2018) indica que la concepción no experimental se realiza sin la manipulación deliberada de variables en los que se realiza la observación del fenómeno en su ambiente natural para su análisis, es decir se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien lo realiza.

3.3. Tipo de investigación

La presente investigación, por su finalidad, fue considerada aplicada ya que está orientada a resolver problemas de naturaleza práctica. Según Carrasco (2012) este estudio destaca por sus objetivos prácticos, bien definidos e inmediatos; en otras palabras, se lleva a cabo con la intención de actuar, cambiar, modificar o provocar cambios en un aspecto concreto de la realidad. También es importante señalar que, dado que el objetivo de este estudio es aplicar ideas teóricas a un fin concreto, lo clasificamos como investigación aplicada.

3.4. Alcance o nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo-proyectivo ya que según Hernández y Mendoza (2018), los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, por consiguiente, su fin es específicamente medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refiere.

La presente investigación se considera descriptiva porque permite analizar y caracterizar las condiciones de mercado, técnicas y económicas relacionadas con la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco. Asimismo, es proyectiva porque, a partir de los resultados obtenidos en el estudio de prefactibilidad, se desarrolla una propuesta de ingeniería de detalle orientada a la optimización de procedimientos de corte de acero necesarias para la implementación y funcionamiento de la empresa.

Según Hurtado (2010) plantea que las investigaciones proyectivas consisten en la elaboración de una propuesta, un diseño, un plan, un programa o un procedimiento que representa una solución a un problema o necesidad del tipo práctico (p. 569).

De acuerdo a Arias (2021) una investigación proyectiva consiste en precisar propuestas o planes procedimentales como posible solución a un problema o necesidad encontrada.

3.5. Formulación de hipótesis

La presente investigación, por su tipo aplicada y nivel descriptivo-proyectivo, no formula hipótesis en sentido estricto, dado que no busca establecer relaciones de causalidad ni correlaciones entre variables, sino describir, analizar y caracterizar una realidad y formular una propuesta técnica.

Esta decisión metodológica se sustenta en lo señalado por Hernández y Mendoza (2018), quienes afirman que las investigaciones cuantitativas no necesariamente deben formular hipótesis, pues estas son requeridas principalmente en estudios de alcance correlacional o explicativo, y en aquellos descriptivos que buscan pronosticar una cifra, dato o hecho; por lo tanto, cuando el objetivo es únicamente describir una variable, la formulación de hipótesis no resulta indispensable. (p. 124)

3.6. Variables e indicadores

- ***Variables descriptivas***
 - Estudio de prefactibilidad
 - Ingeniería de detalle

3.7. Operacionalización de variables

En la presente investigación, dado su nivel descriptivo-proyectivo, la operacionalización cumple una doble función: en el caso del estudio de prefactibilidad, permite medir y describir la realidad del sector construcción en Cusco para determinar la viabilidad del proyecto; y en el caso de la ingeniería de detalle, permite estructurar y desarrollar los componentes técnicos de la

propuesta sobre módulos de edificación representativos. Ambas variables se operacionalizan de manera independiente en correspondencia con el propósito de cada componente metodológico del estudio.

Tabla 2*Operacionalización de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Estudio de prefactibilidad	El estudio de prefactibilidad se refiere al análisis integral de una empresa, para determinar si la idea de proyecto que aspira emprender resulta favorable y proporciona las estrategias que se deben aplicar para lograr el éxito. (Guasco & Luna, 2022, p. 1072)	El estudio de prefactibilidad es un análisis preliminar que evalúa la viabilidad técnica, económica y financiera de un proyecto antes de invertir recursos significativos. En él se evalúa a través del estudio de mercado y estudio técnico.	Estudio de mercado	<ul style="list-style-type: none"> – Determinación de la demanda – Determinación de la oferta
			Estudio Técnico	<ul style="list-style-type: none"> – Ingeniería del proyecto – Tamaño del proyecto – Localización
			Estudio económico	<ul style="list-style-type: none"> – Indicadores económicos VAN/TIR – Punto de equilibrio
Ingeniería de detalle	La ingeniería de detalle propiamente como tal, corresponde fundamentalmente a la solución técnica de diseño, cuyos entregables principales son planos, especificaciones, memorias	La ingeniería de detalle es la fase final del proceso de diseño de un proyecto. Dentro de este se encuentran inmersos aspectos como las especificaciones, modelo de concreto y acero,	Especificaciones	<ul style="list-style-type: none"> – Determinación de material y características – Definición de componentes
			Modelo de concreto y acero	<ul style="list-style-type: none"> – Modelo de concreto – Modelo de acero
			Despiece de las partes	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos despiezados – Etiquetado y codificación

de cálculo, bases de datos, modelos digitales y modelo BIM, entre otros. (Polanco, 2020, p. 1)	despiece de partes, optimización y la documentación.	Optimización	– Porcentaje de acero optimizado
		Documentación	– Planos de despiece de acero

Nota. Elaboración propia

3.8. Población y muestra

La presente investigación reconoce dos unidades de análisis, ambas unidades se articulan en torno al objetivo general de la investigación, según Hernández y Mendoza (2018) la unidad de análisis se determina en función de los objetivos de la investigación y del problema planteado, por lo que justificaríamos el uso de ambas unidades de análisis.

Esta doble unidad de análisis es coherente con el nivel descriptivo-proyectivo del estudio, donde la fase descriptiva opera sobre el contexto real del mercado y la fase proyectiva opera sobre objetos técnicos de ingeniería.

3.8.1. Población

- **Unidad de análisis 1**

La población considerada para la propuesta de ingeniería de detalle para esta investigación fueron proyectos de construcción de infraestructura educativa en la región del Cusco y/o proyectos ejecutados por contratistas de la región.

- **Unidad de análisis 2**

La población considerara para la determinación de la demanda dentro del estudio de prefactibilidad, estuvo representada por empresas contratistas del sector construcción que ejecutan proyectos de infraestructura en la región, la población identificada son 514 micro, pequeña, mediana y grandes empresas con vigencia activa en ejecución de obras.

3.8.2. Muestra

- **Unidad de análisis 1**

La muestra considerara para la propuesta de ingeniería de detalle en la presente investigación fueron 3 edificaciones educativas escogidas por conveniencia, por razones de confidencialidad de datos e información de expedientes que establece una clara limitación.

- **Unidad de análisis 2**

La muestra considerara para el estudio de prefactibilidad fue un muestreo no probabilístico, el cual consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador. Se toman como muestra a empresas consideradas medianas y grandes (Montos de contrato mayores a 1700 UIT) de las cuales tenemos 21 registradas, con vigencia activa en ejecución de obras en la región y las que registran mayores montos de contratos según OSCE.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCION Y DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

4.1. Estudio de prefactibilidad

4.1.1. Estudio de mercado

Es este capítulo desarrollaremos una recopilación, análisis e interpretación de datos disponibles para comprender la demanda y oferta que existente del producto planteado en el mercado cusqueño, así como como determinar el perfil del consumidor al que va dirigido y otros factores que podrían influir en el éxito de nuestro producto.

4.1.1.1. Definición del producto.

4.1.1.1.1. Acero de construcción habilitado

El acero de construcción habilitado se refiere a las barras de acero corrugado que son previamente cortadas y dobladas en nuestra instalación de corte y doblado. Este servicio de ingeniería de detalle se encarga de preparar barras de refuerzo específicas para proyectos de concreto armado, ajustándonos a los requisitos técnicos de cada obra, además de incluir el servicio de asesoría para el armado de los elementos requeridos mediante la entrega de planos de despiece y armado de cada elemento estructural, así como un acompañamiento técnico antes y durante la ejecución de dichas partidas.

Figura 7

Acero de construcción habilitado



Nota. Acero habilitado. Imagen extraída de Sarabia (2021)

El proceso de habilitado de acero de refuerzo implica la fabricación de las piezas de armado de acuerdo con el diseño y para el elemento estructural requerido. Tradicionalmente, el corte y doblado en los talleres instalados en obra se considera una tarea laboriosa y poco eficiente, consumiendo mucho tiempo y generando un desperdicio considerable de material. El acero de construcción habilitado ofrece una solución a estos problemas al eliminar los desperdicios y contratiempos, permitiendo que el cortado y dobleces se realicen de manera precisa y con una calidad superior.

- **Funcionamiento**

Mediante la ingeniería de detalle se realiza el análisis detallado y la descomposición de los planos estructurales, se lleva a cabo la habilitación automatizada de las varillas, lo que resulta en la obtención de piezas de alta calidad y precisión que cumplen con las medidas, formas y cantidades necesarias. Este proceso asegura diversos beneficios y ahorros significativos.

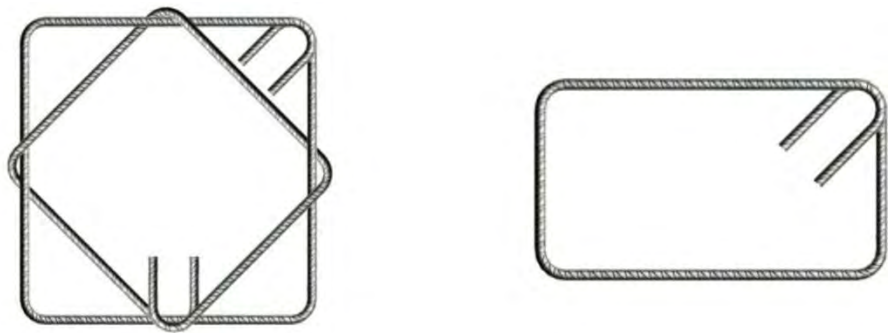
Figura 8

Funcionamiento del acero



Nota. Imagen extraída de Construx (2024)

Figura 9
Piezas de acero habilitado



Nota. Imagen extraída de Construx (2024)

- **Ventajas y beneficios**
Se logra una reducción considerable en el tiempo de construcción y en los costos al eliminar varios aspectos, como los desperdicios, el costo de la mano de obra, el alquiler de maquinaria y equipo, así como los costos asociados a la gestión y supervisión de la obra. Además, se minimiza el espacio no utilizado en el lugar de trabajo, se mejora el control sobre el suministro y los costos del material de construcción, se garantiza un mayor control de calidad en el proceso de habilitado y se reduce la necesidad de mantener grandes inventarios en el lugar de trabajo, gracias a un suministro más eficiente y justo a tiempo.

4.1.1.2. Definición del cliente

A efectos de este estudio, el cliente es una empresa (contratista) que lleva a cabo o ejecuta proyectos de infraestructura en la ciudad de Cusco.

Tabla 3
Perfil de los clientes de acero habilitado puesto en obra

Perfil del cliente de acero habilitado puesto en obra	
Cliente objetivo	Empresas constructoras (contratistas) y constructores en general
Geografía	Ciudad de Cusco, Región Cusco y Alrededores.
Tamaño	Pequeñas, medianas y grandes empresas
Objetivo de uso	Material de construcción para proyectos de infraestructura.

Frecuencia de compra	Variable, depende del tipo, magnitud y fecha de inicio del proyecto.
----------------------	--

Nota. Elaboración propia

4.1.1.3. Análisis de la demanda

El objetivo primordial del estudio de demanda consiste en determinar las probabilidades reales de que el producto final del proyecto, en este caso, el acero habilitado, compita con éxito en el mercado de la construcción de Cusco y consiga una cuota de mercado.

Consideramos para el presente análisis, las siguientes fuentes de información ya que según (Sapag Chain & Sapag Puelma, Preparacion y evaluacion de proyectos, 2014):

En la prefactibilidad se profundiza la investigación, principalmente en información de fuentes secundarias para definir, con cierta aproximación, las variables principales relativas al mercado, a las alternativas técnicas de producción y a la capacidad financiera de los inversionistas, entre otras. En términos generales, se estiman las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto, proyectándose las cifras. (p. 28)

- **Fuentes primarias:** Encuestas, Entrevistas.
- **Fuentes Secundarias:** Datos estadísticos del sector (INEI, BCRP, CAPECO, MEF).

Para el análisis y proyección de la demanda es importante denotar que no existe una demanda histórica del producto en la región Cusco, ya que se trata de un producto nuevo que sería introducido al mercado del sector construcción, por consiguiente, se estimara la demanda de acero habilitado a partir del consumo de barras de acero de construcción en la región considerando información de fuentes secundarias.

4.1.1.3.1. Demanda histórica

Para comprender la demanda histórica del mercado de barras de acero en la región Cusco se cuenta con el siguiente registro histórico nacional de consumo en toneladas:

Tabla 4*Demanda histórica de barras de acero en el país*

Departamento	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total	1 135 712	1 109 194	1 093 971	1 093 814	1 164 445	1 054 660	1 422 270	1 440 111	1 414 726
Amazonas	5 624	8 040	8 865	10 654	9 630	8 652	10 060	16 374	14 299
Áncash	26 893	36 476	34 777	33 885	36 128	34 181	55 395	60 481	49 470
Apurímac	11 775	10 586	13 309	16 692	21 559	14 750	18 875	16 784	16 177
Arequipa	95 016	89 474	80 650	84 682	93 932	79 391	112 275	102 431	78 386
Ayacucho	26 727	23 761	26 317	22 731	24 746	24 435	25 808	20 537	19 574
Cajamarca	28 672	30 218	34 095	40 821	39 811	41 663	56 549	70 213	71 516
Cusco	52 074	56 454	62 905	68 413	67 818	56 351	78 973	82 133	78 606
Huancavelica	8 865	7 444	6 096	4 823	6 297	6 953	11 205	8 391	7 154
Huánuco	20 719	14 460	17 235	19 142	16 102	13 531	21 879	21 649	17 364
Ica	38 653	34 961	39 958	35 955	39 439	32 937	49 606	56 754	48 677
Junín	49 667	46 198	46 407	47 047	50 508	46 577	63 861	60 165	59 842
La Libertad	71 136	60 469	54 259	55 181	63 536	65 636	93 000	89 500	84 654
Lambayeque	49 305	46 313	46 602	44 437	48 801	44 794	66 377	59 605	51 389
Lima	493 617	470 964	444 009	440 473	459 329	394 401	537 297	565 930	618 052
Loreto	10 280	9 654	11 724	12 295	7 309	16 413	15 287	11 672	12 358
Madre de Dios	1 654	2 361	5 647	1 721	2 018	1 648	2 319	1 919	2 962
Moquegua	9 047	9 265	11 098	10 867	12 381	10 369	13 730	16 355	15 150
Pasco	3 178	3 283	2 054	2 397	2 151	3 672	5 015	4 574	4 657
Piura	49 124	49 544	42 745	44 583	53 630	52 421	67 997	64 695	57 979
Puno	38 194	45 543	53 752	46 334	49 358	43 987	43 836	40 295	42 717
San Martín	19 240	20 803	18 224	19 615	21 999	19 711	27 779	28 165	23 704
Tacna	15 570	20 901	21 162	18 004	20 382	22 177	21 278	19 638	18 274
Tumbes	6 207	5 398	5 172	6 525	7 917	7 498	10 995	9 313	10 143
Ucayali	4 474	6 623	6 909	6 536	9 665	12 511	12 876	12 535	11 622

Nota. Información obtenida del INEI (2023)

Por consiguiente, tenemos el siguiente consumo de barras de acero para la región Cusco:

Tabla 5

Consumo de barras de acero en la región de Cusco

Consumo de barras de acero de construcción en la Región Cusco (t)									
Departamento	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cusco	52 074	56 454	62 905	68 413	67 818	56 351	78 973	82133	78606

Nota. Información obtenida del INEI (2023)

4.1.1.3.2. Investigación de campo

- **Técnica de muestreo**

Dado que los elementos de la muestra se seleccionaron a criterio de los investigadores, se utilizó un procedimiento de muestreo **no probabilístico**; se trató de una muestra de **conveniencia**, ya que su objetivo era reunir una muestra de elementos adecuados para el estudio.

La técnica empleada para la investigación de campo fue “Encuestas”, las cuales fueron realizadas a profesionales de 21 empresas de construcción en la región de Cusco consideradas en la muestra.

Tabla 6

Datos de empresas a encuestar

Nº	Razón Social	RUC
1	Golden Technology Contratistas S.R.L.	20564182703
2	Puma Asociados S.R.L. - Puma Asociados S.R.L.	20527848246
3	R & Soto Contratistas Generales S.R.L.	20448454747
4	S&P Contratistas Generales S.R.L.	20490243128
5	Lkc Ingenieros E.I.R.L.-Lkc Ingenieros E.I.R.L	20564253490
6	Forvec Projects E.I.R.L. - Forvec E.I.R.L.	20600935845
7	Ercus S.R.L. - Ercus S.R.L.	20601480949
8	Figueroa Ingenieros E.I.R.L. - Figueroa Ingenieros E.I.R.L.	20490680188
9	Constructora Mech Srl.	20277722187
10	Craleh Ingenieros S.A.C.	20602814271
11	Grupo Corporativo Bamprie E.I.R.L. - Grupo Bamprie E.I.R.L.	20601188679
12	Constructora Ovalle y Asociados S.A.C.	20490572539
13	Procasa Contratistas Generales S.R.L.	20526894651
14	Alkar Contratistas E.I.R.L.	20602205275
15	Corporacion Rhyaf S.A.C.	20610139923

16	Corporación Santa Catalina Contratistas Generales S.A.C.- Cosanta S.A.C.	20564241564
17	Ccamika S.A.C.	20600299949
18	Constructora Hensur S.A.C.	20600370643
19	Refloc E.I.R.L.	20608635581
20	Ocan E.I.R.L.	20601037107
21	Inversiones Logam S.A.C.	20613324497

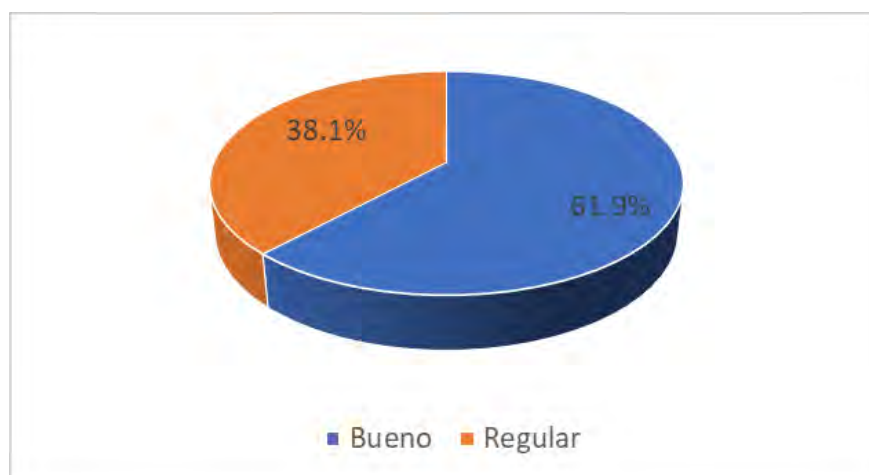
Nota. Información extraída de la lista total de empresas con vigencia en ejecución de obras en la región Cusco (Anexo 6)

A. Resultados de la investigación de campo

En el anexo 02 se muestra el modelo de encuesta aplicada a ingenieros residentes de obra, supervisores y profesionales de las empresas seleccionadas en la región Cusco:

Figura 10

Pregunta 01: ¿Cuál es la perspectiva de crecimiento que usted tiene del sector construcción en la ciudad del Cusco?



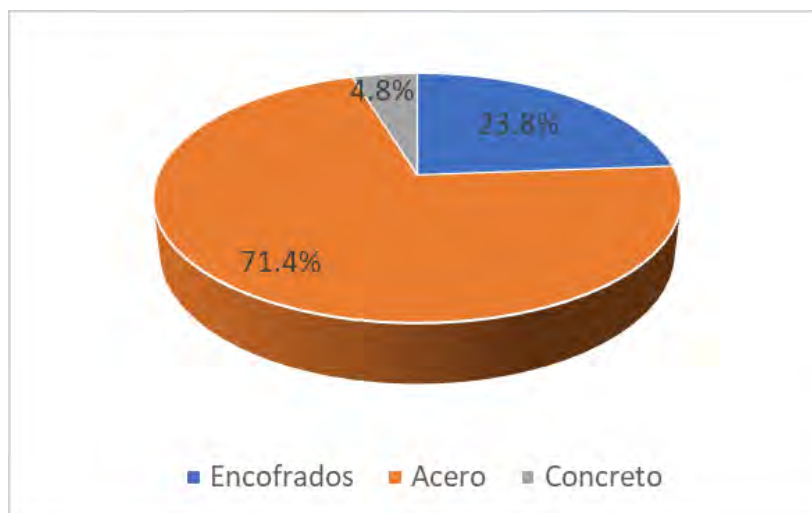
Nota. Elaboración propia

El 61.9% de los encuestados tiene una perspectiva buena sobre el crecimiento del sector construcción en la región, mientras que el 38.1% tiene una perspectiva regular, no habiendo ningún encuestado que tenga una perspectiva mala sobre el crecimiento del sector construcción en la ciudad y/o región.

De acuerdo a las respuestas y al resultado de la encuesta, podemos inferir que se tiene una perspectiva positiva sobre el crecimiento del sector en la región Cusco, dicho resultado se ve reflejado con el visible crecimiento de la ejecución de proyectos de infraestructura.

Figura 11

Pregunta 02: ¿A su consideración, que partidas cree usted que generan más desperdicio y restricciones en la ejecución de la etapa estructural de sus proyectos?



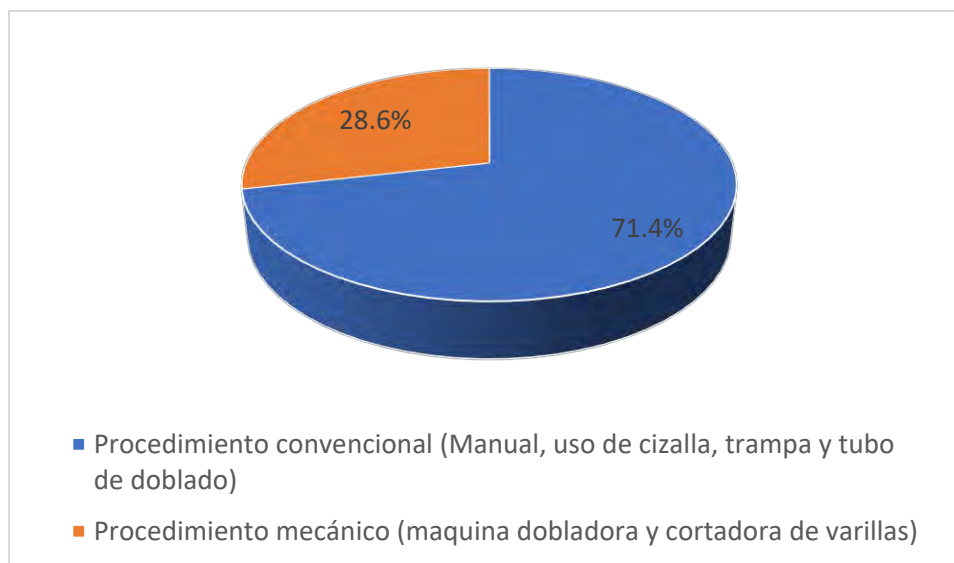
Nota. Elaboración propia

De los resultados obtenidos, el 71.4% de encuestados considera a partidas relacionadas al acero como la principal generadora de desperdicios y restricciones en la ejecución de partidas estructurales de los proyectos, cabe mencionar también que el 23.8% señaló a partidas de encofrados como partida que generan mayores desperdicios y solo un 4.8% a partidas de concreto simple y/o armado.

Del resultado obtenido podemos desprender que la mayor cantidad de encuestados considera a partidas relacionadas al acero como la mayor generadora de desperdicios, el cual es un importante punto en el que se puede sustentar el producto ofrecido en la presente investigación, ya que con el la venta de acero habilitado incide directamente en la reducción de desperdicios, reducción de tiempos de armado, mejora organizacional de espacios y un ahorro en los costos de construcción.

Figura 12

Pregunta 03: ¿Cuál es el procedimiento de habilitación de acero usado en la ejecución de sus proyectos?



Nota. Elaboración propia

El 71.4% de encuestados realiza el procedimiento de habilitación de acero de manera convencional (manual) haciendo uso de cizalla, trampa y tubo de doblado, mientras que solo un 28.6% de encuestados usa o uso máquinas dobladoras y/o cortadoras.

De los resultados podemos observar que existe un gran porcentaje de empresas las cuales podrían adoptar el acero pre habilitado como opción para la ejecución de sus proyectos.

Figura 13

Pregunta 04: A su consideración, ¿Cuáles son las principales dificultades o limitaciones en la habilitación de acero en obra?



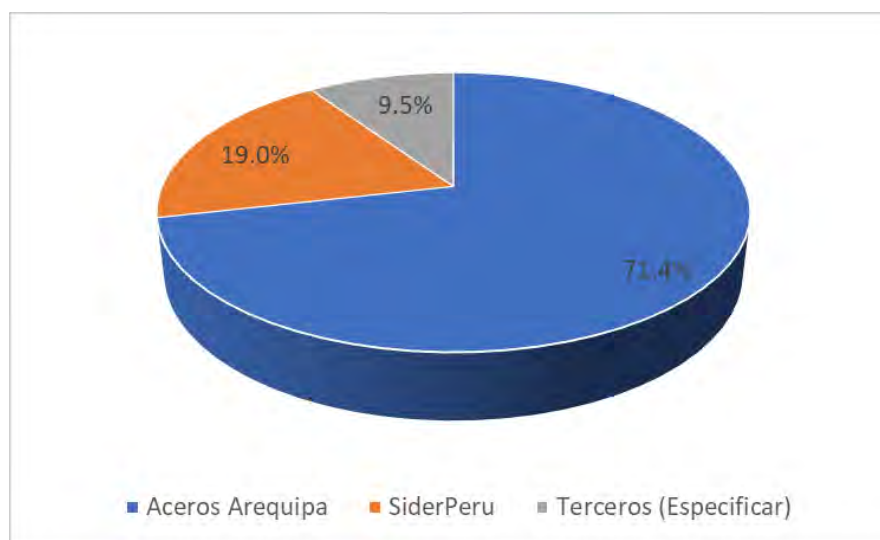
Nota. Elaboración propia

De las encuestas realizadas, el 66.7% de encuestados considera a la inexistencia de procedimientos de gestión de acero como la principal dificultad en el la habilitación de acero en obra. Un 14.3% considera la deficiente mano de obra como principal dificultad, 9.5% indica que la falta espacios de almacenamiento y habilitación como una dificultad significativa y finalmente un 4.8% considera a la inoperancia logística como la principal dificultad.

De acuerdo a los resultados de las encuestas las inexistencias de procedimientos de gestión de acero es una de las principales dificultades en la habilitación de acero en obra lo cual abre una interesante oportunidad para la propuesta desarrollada en el presente proyecto de investigación.

Figura 14

Pregunta 05: ¿Qué empresa de la Ciudad del Cusco le provee acero para sus proyectos?



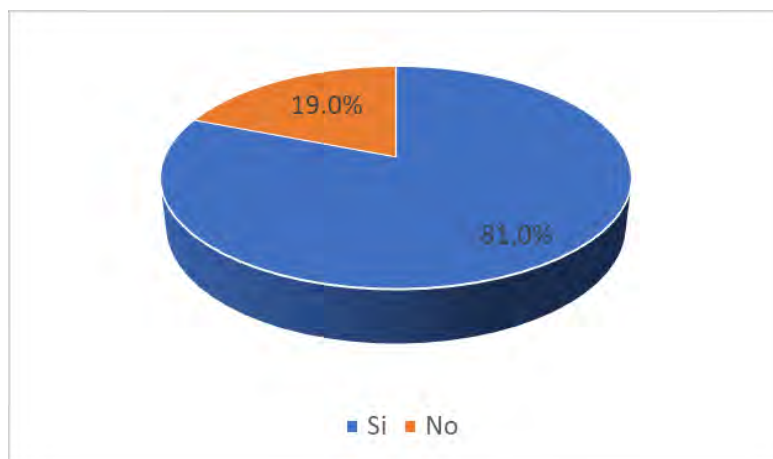
Nota. Elaboración propia

El 71.4% de los encuestados indica a Aceros Arequipa como su principal proveedor de acero, un 19.0% a SiderPeru y un 9.5% a otras empresas proveedoras.

De los siguientes resultados podemos visualizar el panorama del mercado de acero en la región e identificar los principales competidores.

Figura 15

Pregunta 06: ¿Conoce usted sobre el servicio de venta de acero habilitado (acero cortado y doblado de acuerdo a las necesidades de su proyecto)?



Nota. Elaboración propia

De los encuestados el 81.0% indicaron que conocen sobre el servicio de venta de acero habilitado para obra y solo un 19.0% no conocen o no escucharon sobre la venta de este tipo de producto para sus proyectos.

De los resultados podemos concluir que el producto que se quiere ofrecer si es conocido en el rubro, lo cual nos daría una importante ventaja para su comercialización en nuestra ciudad y región.

Figura 16

Pregunta 07: ¿Consideraría usted como una buena alternativa la contratación de acero habilitado para la ejecución de sus proyectos?



Nota. Elaboración propia

Del total de encuestados el 38.1% considera como buena y viable la contratación de acero habilitado para la ejecución de sus proyectos, mientras que un 28.6% consideraría viable su contratación dependiendo de la magnitud del proyecto y un 33.3% condicionaría su contratación al costo.

De los resultados podríamos inferir que existe un porcentaje favorable de aceptación al producto

Figura 17

Pregunta 08: ¿Con relación al acero habilitado, qué servicio adicional considera Ud. que le agregaría valor, para lograr el éxito de sus proyectos?



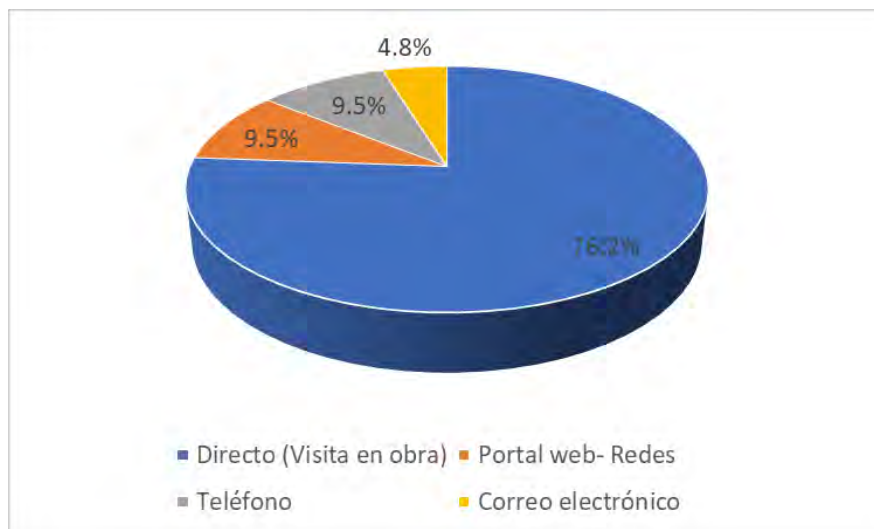
Nota. Elaboración propia

Con relación al servicio adicional, un 71.4% considera que la asistencia técnica en obra sería el mejor servicio adicional que se podría ofrecer para la comercialización del acero habilitado. Un 19.0% considera que la capacitación a los constructores como un buen servicio adicional y un 9.5% a la atención las 24 horas.

De los resultados desprendemos que es vital implementar asistencia técnica constante, así como un acompañamiento en el proceso de armado de las piezas para entender su codificación y clasificación para hacer rápido y eficiente el proceso de armado en obra.

Figura 18

Pregunta 09: ¿Mediante qué medios preferiría Ud. mantener contacto con las empresas que ofrecen acero habilitado puesto en obra?

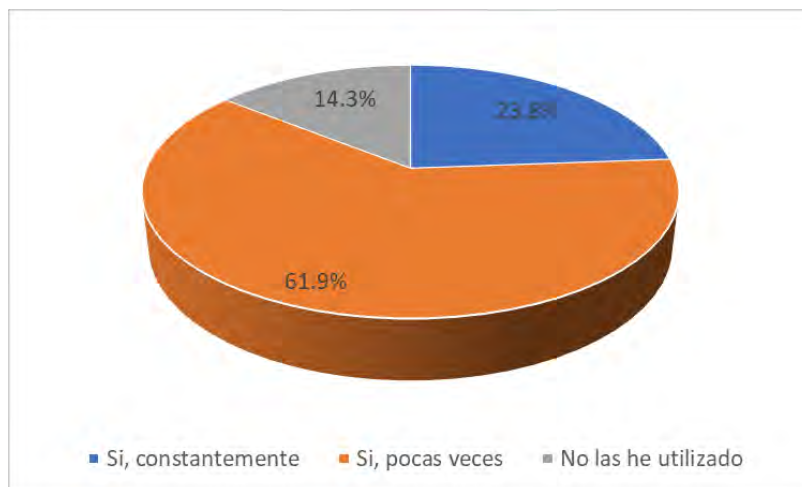


Nota. Elaboración propia

Un 76.2% considera que el principal medio para mantener contacto con la empresa que ofrece acero habilitado puesto en obra es de manera directa y con visitas a obra, lo cual nos muestra cómo podríamos iniciar el plan de marketing para nuestro proyecto.

Figura 19

Pregunta 10: ¿Actualmente viene aplicando la metodología BIM dentro de los procesos de desarrollo y ejecución de sus proyectos? ¿con que frecuencia?



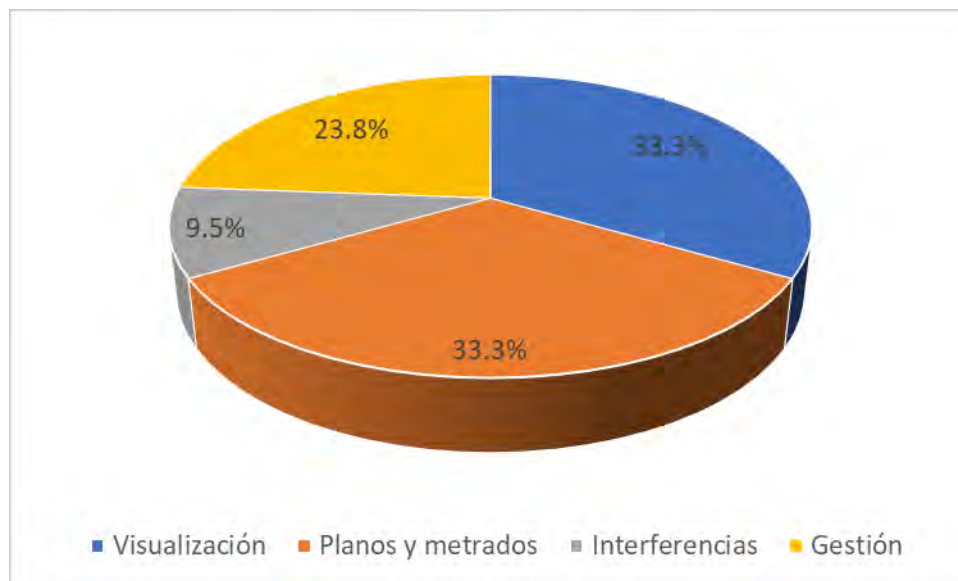
Nota. Elaboración propia

Un 61.9% indica que aplica pocas veces la metodología BIM en la ejecución de sus proyectos, mientras que un 23.8% indica que aplica la metodología constantemente y solo un 14.3% no aplica metodología en sus proyectos.

De los resultados podemos observar que aun en la actualidad no se viene implementado el uso de la metodología BIM en los proyectos siendo una interesante propuesta la implementación de la ingeniería de detalle BIM para la gestión de acero en obra.

Figura 20

Pregunta 11: ¿Con que fin viene utilizando la información proporcionada por el uso de modelos BIM?

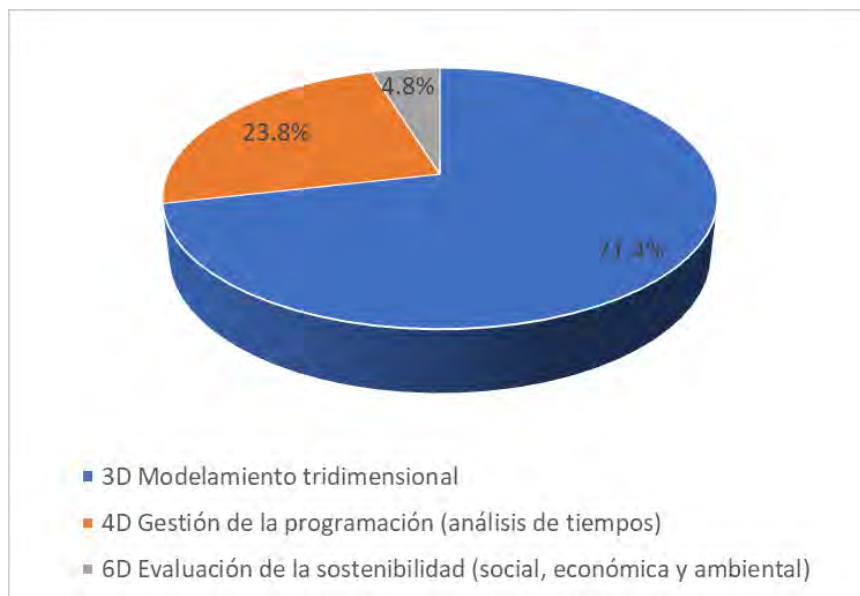


Nota. Elaboración propia

Un 33.3% indica que utiliza la metodología BIM con fines de visualización y otro 33.3% con fines de realización de planos y metrados, mientras que otro 23.8% utiliza las herramientas proporcionadas por la metodología para la gestión y un 9.5% solo para la identificación de interferencias.

Figura 21

Pregunta 12: ¿En la institución y/o empresa donde labora, a qué nivel se viene implementando la metodología BIM?



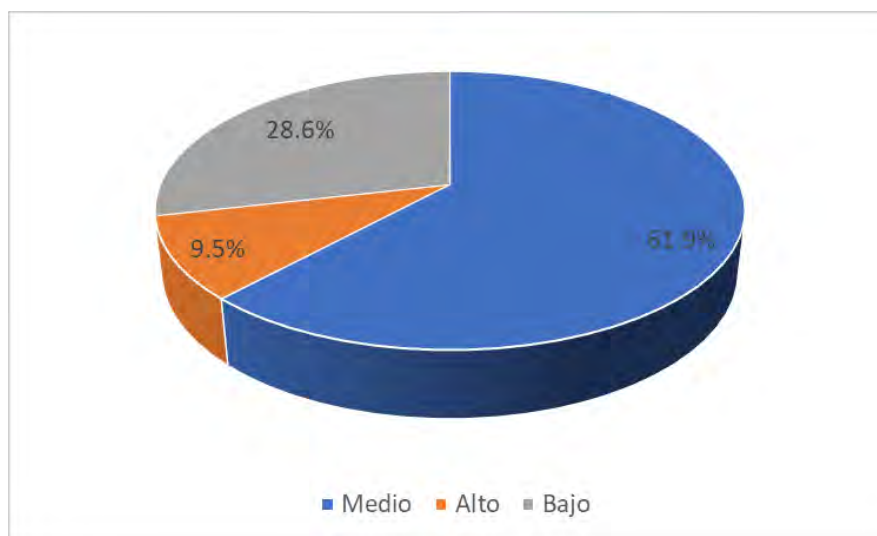
Nota. Elaboración propia

De los encuestados, el 71.4% indica que usan la metodología solo en la fase de modelamiento 3D, mientras que un 23.8% lo usan llegando a la gestión de la programación y solo un 4.8% para la evaluación de sostenibilidad.

Del resultado podemos inferir el nivel en el que se está trabajando o se viene aplicando la metodología BIM en las empresas encuestadas.

Figura 22

Pregunta 13: ¿Con relación a la ingeniería de detalle BIM ¿Cuál diría usted que es su nivel de conocimiento?

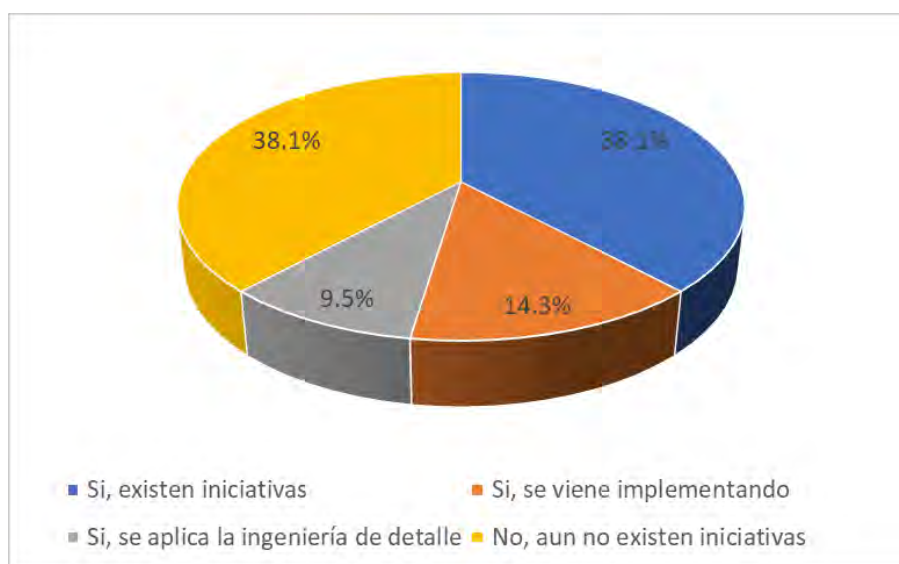


Nota. Elaboración propia

Con respecto a la pregunta, el 61.9% indica que tienen un nivel de conocimiento medio de la ingeniería de detalle BIM, mientras que el 28.6% indican un nivel de conocimiento bajo y solo el 9.5% consideran tener un nivel de conocimiento alto.

Figura 23

Pregunta 14: En la institución y/o empresa donde labora, existe alguna iniciativa de implementación o aplicación de ingeniería de detalle BIM en la gestión de acero para la reducción de desperdicios?



Nota. Elaboración propia

Con respecto a la pregunta, el 38.1% indica que, si existen iniciativas para la aplicación de ingeniería de detalle BIM en la gestión de acero, mientras que el 38.1% indican que aún no existen iniciativas para su implementación, por otro lado, el 14.3% indican que se vienen implementando iniciativas y solo un 9.5% de empresas encuestadas indican que si tienen implementado y aplican la ingeniería de detalle BIM en la reducción de desperdicios.

4.1.1.3.3. *Proyección de la demanda*

Se realizó una evaluación del proyecto considerando un horizonte de 5 años, ya que se basan en estimaciones las mismas que son susceptibles a variación por la existencia de una incertidumbre por distintos factores coyunturales en el sector construcción.

Se considera un cierto periodo determinado en el que del proyecto ofrece rentabilidad, el crecimiento y continuidad del negocio pasado el periodo de 5 años, se asegurara buscando nuevos mercados.

Es importante mencionar que los periodos considerados están sujetos a distintos factores políticos, ya que cada gobierno genera escenarios distintos los cuales pueden afectar de manera positiva o negativa el sector, se ha visto también que los distintos acontecimientos políticos y de orden social que tuvieron lugar a principios del año 2023, fueron determinantes en una variación negativa en el sector construcción. Se vieron también cambios de gobierno extraordinarios durante los últimos años los cuales deben ser tomados en cuenta para proveer futuros escenarios adversos en el sector construcción.

Se estimó la demanda futura de acero habilitado en función al consumo de barras de acero en el sector construcción de la región Cusco, considerado como variable independiente el PBI del sector construcción y variable dependiente las toneladas de barras de acero, la relación entre mencionadas variables se hallará en base a los datos históricos obtenidos anteriormente.

Tabla 7

Relación de toneladas de acero consumido en la región de Cusco en relación con la variación del % de PBI del sector construcción

Relación PBI sector construcción - Toneladas de acero de construcción									
Años	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Variación % PBI Construcción	-5,80	-3,20	2,20	5,30	1,40	-13,30	34,90	3	-3,40
PBI Construcción (millones de soles)	30 083	29 290	30 002	31 626	32 089	27 292	36 813	37 917	36 628
Toneladas de acero	52 074	56 454	62 905	68 413	67 818	56 351	78 973	82 133	78 606

Nota. Elaboración propia en base a información extraída del INEI, BCRP, MEF

La variación de % del PBI para los próximos años se calcula en base a proyecciones dadas por el Banco Nacional de Reserva para el sector construcción, las

cuales se relacionan de manera lineal con las toneladas de acero requerido para calcular sus proyecciones.

El siguiente grafico muestra las proyecciones de variación % del PBI.

Tabla 8

Variación porcentual pronosticada del PBI por sectores

	Peso año base 2007	(Var. % real anual)						Promedio 2024 -2027
		2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Agropecuario	6.0	4.4	-0.5	3.0	3.7	3.7	3.7	3.5
Agrícola	3.8	5.6	-1.1	3.1	4.0	4.0	4.0	3.8
Pecuario	2.2	2.4	0.7	2.6	3.2	3.2	3.2	3.1
Pesca	0.7	-11.4	-27.9	20.4	10.9	6.6	3.6	10.4
Minería e hidrocarburos	14.4	0.5	6.2	3.9	2.5	1.6	1.5	2.4
Minería metálica	12.1	0.0	7.0	3.8	2.3	1.3	1.1	2.1
Hidrocarburos	2.2	4.0	1.2	4.4	3.6	3.4	3.4	3.7
Manufactura	16.5	0.9	-2.3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.2
Primaria	4.1	-2.5	-4.2	6.7	5.1	3.2	3.0	4.5
No primaria	12.4	2.0	-1.8	2.0	2.6	3.0	3.4	2.8
Electricidad y agua	1.7	3.9	3.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.2
Construcción	5.1	3.0	-3.4	3.0	3.3	3.4	3.5	3.3
Comercio	10.2	3.3	2.7	2.5	2.6	2.8	3.0	2.7
Servicios	37.1	3.3	1.3	3.0	3.2	3.4	3.5	3.3
PBI	100.0	2.7	1.1	3.0	3.1	3.2	3.3	3.1
PBI primario	25.2	0.9	2.0	4.3	3.3	2.6	2.4	3.1
PBI no primario ¹	66.5	3.1	0.8	2.7	3.0	3.3	3.5	3.1

Nota. BCRP, INEI, MEF 2023 (Informe macroeconómico multianual)

Como se puede observar, el PBI continuará con su proceso de recuperación, pronosticándose un crecimiento del 3,0% para el año 2024. Este aumento se sustenta en la consolidación de la demanda interna, que va acompañada de la resolución de tensiones sociales, una reducción de las fuerzas inflacionarias, unas circunstancias financieras mejores y la puesta en marcha de medidas destinadas a estimular la actividad económica.

La demanda positiva de la dinámica interna se atribuye principalmente a la recuperación de la inversión privada. Se anticipa que esta inversión volverá a mostrar tasas de crecimiento positivas a partir de 2023, y en 2024, se espera un aumento significativo gracias a la mayor inversión en los distintos sectores.

Se prevé que la inversión pública resulte fundamental para impulsar la actividad económica al mismo tiempo. Esto se debe a la dotación presupuestaria, de una magnitud sin precedentes, destinada a subsanar las deficiencias en materia de infraestructuras,

aumentar la financiación de proyectos urgentes, proporcionar a los organismos públicos formación continua y apoyo técnico, agilizar la ejecución de las carteras prioritarias, facilitar la resolución de conflictos y superar los retos que plantean los proyectos de gran impacto.

A partir de los datos recopilados en el estudio de campo y del análisis de datos secundarios, se extrajeron las siguientes conclusiones, especialmente en lo que respecta al consumo de acero, la principal materia prima utilizada para fabricar concreto armado, y al crecimiento del sector de la construcción:

Tabla 9

Calculo de toneladas de acero consumido en la región del Cusco en relación al PBI del sector construcción proyectado

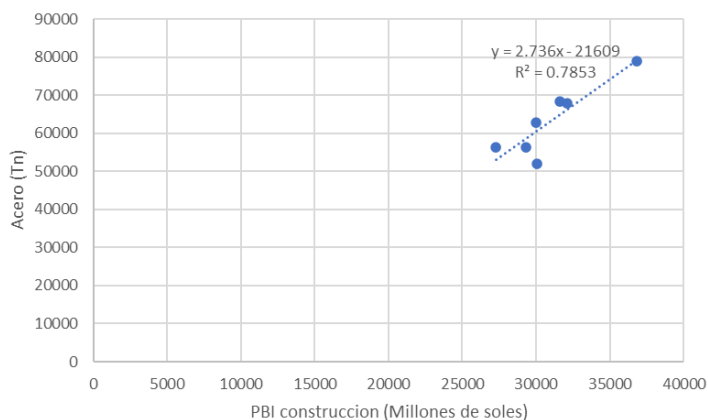
Relación PBI sector construcción - Toneladas de acero de construcción: Proyección						
Años	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Variación % PBI Construcción	3,00	-3,40	3,00	3,30	3,40	3,50
PBI Construcción (millones de soles)	37 917	36 628	37 727	38 972	40 297	41 707
Toneladas de acero	82 133	78 606	81 612	85 018	88 644	92 503

Nota. Elaboración propia

Se obtienen los valores proyectados de ambas variables y podemos observar la ecuación correspondiente a la relación lineal entre estas:

Figura 24

Proyección de toneladas de acero consumido en la región del Cusco en relación al PBI del sector construcción



Nota. Elaboración propia

Por consiguiente, la demanda de acero habilitado calculada en base al consumo de acero en la región Cusco será:

Tabla 10

Demanda anual de acero habilitado

Año	Demanda Anual de Acero (t)				
	2023	2024	2025	2026	2027
Tn	78 606	81 612	85 018	88 644	92 503

Nota. Elaboración propia

4.1.1.4. Análisis de la oferta

Para la realización del análisis de la oferta tenemos que analizar la oferta de varillas de acero corrugado, para los que el acero habilitado sería sustituto, así como la oferta de servicios de optimización del uso de acero en obra existente en la actualidad.

- **Análisis de la competencia**

La actividad productora de acero en nuestro país, se remonta al año 1940 con la primera siderúrgica peruana de la firma H.A Brassert ubicada en la ciudad de Chimbote, la cual estaría enfocada en abastecer la demanda nacional. Posteriormente con la adquisición de los primeros hornos eléctricos noruegos se logró inaugurar la primera planta siderúrgica del país con operaciones de hierro, aceración y laminación.

Las operaciones se fueron perfeccionando y expandiendo con el tiempo; en 1971 se fundó la empresa estatal SIDERPERÚ, que en 2006 fue adquirida por la corporación brasileña Gerdau, de la que sigue formando parte en la actualidad.

Paralelamente a SIDERPERU, en 1964 se fundó en Arequipa la empresa privada ACEROS AREQUIPA. Esta desarrolló una segunda laminadora en Pisco en 1983 y se fusionó con Laminadora del Pacífico S.A. en 1987. La empresa inició una serie de inversiones y mejoras en 1996, y ha estado en funcionamiento desde entonces.

Conviene señalar que, con la liberalización de los mercados y la entrada en vigor de los acuerdos de libre comercio, la industria siderúrgica peruana también se vio obligada a hacer frente a la competencia de fabricantes extranjeros.

Figura 25*Esquema de actores del mercado de acero peruano*

Nota. Información obtenida de SIDERPERU (2019)

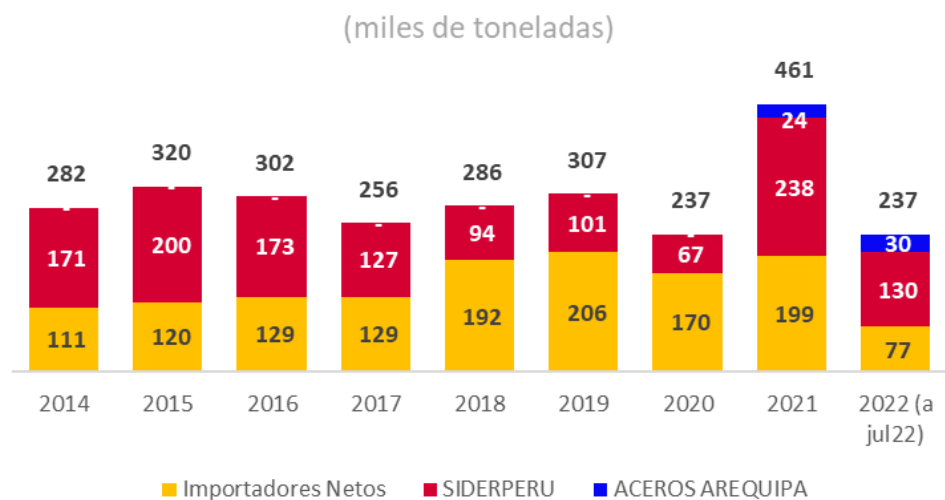
Actualmente las principales empresas productoras de barras de acero son Aceros Arequipa y SIDERPERU, las dos empresas realizan la fabricación de barras de construcción a través del reciclaje de chatarra en sus hornos eléctricos. Aceros Arequipa cuenta con una capacidad instalada de 1 200 000 toneladas de producto terminado, así también cuenta con su planta de Acero dimensionado con una capacidad de 100 000 toneladas anuales (Cooperación Aceros Arequipa, 2023). Por otro lado, SIDERPERU cuenta con una capacidad instalada de 750 000 toneladas de producto terminado, y cuentan también con una planta de Acero habilitado en alianza con el grupo FERRALIA PERU (Empresa Siderungica del Perú S.A.A, 2023).

Con respecto a la importación es importante señalar que los principales importadores son los fabricantes locales y dentro de ellos el principal es SIDERPERU el cual importa barras de acero para completar el volumen de ventas que no alcanza a producir mientras que Aceros Arequipa dejó de importar desde el 2014 debido a la ampliación de su planta la cual le permitió producir y vender el 100% de su fabricación. Distinguiendo también que en los últimos 10 años se pudo percibir el crecimiento de la importación de barras de acero, aunque no han logrado superar aun el 15% de

participación en el mercado peruano, notándose también que los principales países de donde se importan barras de acero al Perú son Turquía, Brasil y México.

Figura 26

Importadores de barra o varillas de acero por fabricantes e importadores netos



Nota. (Rojas & Patiño, 2022)

Figura 27

Importadores de barras de construcción por importadores netos



Nota: (Rojas & Patiño, 2022)

En relación a la región del Cusco se refleja una situación similar a la del país, ya que en la actualidad solo contamos con distribuidores de Aceros Arequipa y SIDERPERU y en menor proporción notamos la presencia de importadores de otras marcas. Con respecto al Acero habilitado, en el sur del país y en la región del Cusco no existe ninguna empresa que comercialice dicho producto siendo las únicas empresas productoras las antes mencionadas las cuales se encuentran centralizadas en la capital.

- **Proyección de la oferta**

Con referencia a nuestro producto, dado que el Acero habilitado es un producto nuevo en el mercado Cusqueño y que los competidores que ofertan el producto no se encuentran en la región y en nuestra región solo se oferta el producto tradicional (varillas de acero de construcción), definiremos la oferta actual del producto específico como nula.

Por consiguiente, analizaremos la oferta de varillas de acero de construcción producidas anualmente a nivel nacional para comprender la situación y dinámica actual del mercado. No obstante, independientemente de si esta cantidad aumenta o disminuye, no influirá en las decisiones del negocio propuesto. El objetivo principal es sustituir este material por un producto innovador, mediante la interacción directa con los consumidores para ofrecerles ventajas y características distintivas. Según se ha señalado con anterioridad, Aceros Arequipa y SIDERPERU son las que más cuota de mercado tienen en Perú. A medida que ambas empresas siderúrgicas han aumentado su capacidad y eficiencia, la producción de barras para la construcción ha ido creciendo gradualmente, esto conforme afirma el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En base a los porcentajes de ventas anuales por tipo de producto, Aceros Arequipa produce alrededor de 840,000 (70%) toneladas de barras de construcción y alambrón en su planta ubicada en la ciudad del Pisco el cual se distribuye a todo el país, por otro lado, SIDER PERU produce aproximadamente 660,000 toneladas de barras y alambrón de construcción. SIDERPERU y Corporación Aceros Arequipa S.A. son los únicos productores siderúrgicos nacionales de Perú. La demanda interna se satisface gracias a estos dos productores y a las importaciones independientes. Además, SIDERPERU siguió manteniendo una cuota de mercado del 40 % en 2022. (Empresa Siderungica del Perú S.A.A, 2023).

Tabla 12*Oferta anual de varillas de acero de construcción*

Empresa	Oferta anual de varillas de acero de construcción (t)
Aceros Arequipa	840 000
SIDER PERU	660 000

Nota. Información obtenida de Corporacion Aceros Arequipa (2023) y Empresa Siderurgica del Peru S.A.A (2023)

4.1.1.5. Demanda potencial insatisfecha

Siendo el Acero habilitado un concepto y producto nuevo en nuestra región, la demanda de acero habilitado corresponde estrictamente a la demanda del producto tradicional (varillas de acero de construcción). No existe una demanda de acero habilitado, sino que este aspiraría ser sustituto del producto tradicional. En este contexto, la demanda insatisfecha surgirá cuando el producto haya sido bien recibido en el mercado y haya una demanda constante frente a una oferta limitada. Para el proyecto en cuestión, inicialmente se centrará en ofrecer el producto a clientes específicos y es crucial que la oferta pueda cubrir toda la demanda negociada.

Tabla 13*Demanda potencial insatisfecha*

	Und	Año				
		2023	2024	2025	2026	2027
Demanda	t	78 606	81 612	85 018	88 644	92 503
Oferta	t	0	0	0	0	0
Demanda potencial insatisfecha	t	78 606	81 612	85 018	88 644	92 503

Nota. Elaboración propia

4.1.1.6. Determinación de la participación en el mercado

Para la determinación de la participación en el mercado del acero habilitado en la región Cusco, podemos tomar en consideración la siguiente referencia:

Tabla 14*Cuadro para determinar participación en el mercado*

Nº	¿Qué tan grandes son tus competidores?	¿Qué tantos competidores tienes?	¿Qué tan similares son los productos?	¿Cuál parece ser su porcentaje?
1	Grandes	Muchos	Similares	0,0% - 0,5%
2	Grandes	Algunos	Similares	0,0% - 0,5%
3	Grandes	Uno	Similares	0,5% - 5,0%
4	Grandes	Muchos	Diferentes	0,5% - 5,0%
5	Grandes	Algunos	Diferentes	0,5% - 5,0%
6	Grandes	Uno	Diferentes	10,0% - 15,0%
7	Pequeños	Muchos	Similares	5,0% - 10,0%
8	Pequeños	Algunos	Similares	15,0% - 20,0%
9	Pequeños	Muchos	Diferentes	10,0% - 15,0%
10	Pequeños	Algunos	Diferentes	20,0% - 30,0%
11	Pequeños	Uno	Similares	30,0% - 50,0%
12	Pequeños	Uno	Similares	40,0% - 80,0%
13	Sin competencia	Sin competencia	Sin competencia	80,0% - 100,0%

Nota. Fundación E, Macro Plan, Guía de diseño. Mentoría para el emprendedor

En base a la tabla anterior, consideramos que tenemos un competidor grande (Aceros Arequipa), el cual ofrece un producto similar, por consiguiente, se recomienda una participación de mercado entre 0,5 % – 5,0 %, por consiguiente y tomando en consideración que no existen empresas similares en la región tomaremos una participación en el mercado del 5,0 %.

Tabla 15*Determinación de participación en el mercado anual y mensual*

Año	Und	2023	2024	2025	2026	2027
Demanda potencial insatisfecha (DPI)	t	78 606	81 612	85 018	88 644	92 503
Participación en el mercado (PM)	%	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Demanda dirigida (DD) (Anual)	t	3 930	4 081	4 251	4 432	4 625
Demanda dirigida (DD) (Mensual)	t	328	340	354	369	385

4.1.2. Estudio técnico

4.1.2.1. Objetivos

- Definir y determinar la macrolocalización y microlocalización del proyecto
- Determinación del tamaño óptimo del proyecto
- Definir y plantear la ingeniería del proyecto

4.1.2.2. Localización del proyecto

Para decidir dónde ubicar la planta de habilitación de acero, seguiremos dos fases: primero, realizaremos un análisis de macrolocalización para identificar el distrito más adecuado en la región del Cusco para el proyecto; luego, llevaremos a cabo un estudio de microlocalización para elegir la mejor ubicación dentro de ese distrito

– Macrolocalización

Cusco es la capital de la región del Cusco, situada en el sureste del país. Limita con los departamentos de Arequipa al sur, Apurímac y Ayacucho al oeste, Madre de Dios al este, Puno al sureste, y Junín y Ucayali al norte.

Figura 28

Macrolocalización



Nota. Imagen extraída de MapasPerú (2025)

En la determinación de la macro localización del proyecto se considera como variable principal, la cantidad de proyectos de infraestructura que se ejecutan en la provincia, de acuerdo a este criterio y cómo podemos observar, la mayor concentración de proyectos de infraestructura se encuentra en la provincia del Cusco por lo que el crecimiento del sector es bastante notorio en toda la región, es importante mencionar también el constante desarrollo de la actividad inmobiliaria y constructora local por lo que las obras que se desarrollen tendrán como consecuencia un incremento en la demanda de acero de construcción, por consiguiente se tomaron en cuenta también la localización de las distintas distribuidoras de materiales de construcción en la ciudad, siendo estas un indicador de movimiento comercial que será favorable para nuestro proyecto.

– **Micro localización**

Seguidamente identificaremos que lugar dentro de la provincia de Cusco presenta las condiciones más favorables para localizar a la empresa, para tal fin, se plantean las siguientes alternativas:

- **Alternativa 01:** Parque industrial - Distrito de Wánchaq - Cusco.
- **Alternativa 02:** Distrito de Huasao - Cusco
- **Alternativa 03:** Distrito de San Jerónimo - Cusco

Para la evaluación de las opciones anteriores, consideramos los siguientes factores:

- **Proximidad de materias primas:** Su relevancia radica principalmente en la cercanía a la cual dispondremos de materia prima, debido a que los materiales (varillas de acero) son puestos en planta.
- **Costos de transporte:** Este aspecto se refiere al proceso de distribución del producto. (piezas de acero habilitado) el cual es entrega de forma directa (puesto en obra). Los costos asociados a este servicio, como el combustible, horas máquina y las horas hombre, están directamente relacionados con la distancia a los proyectos que se van a atender.
- **Costo del terreno y/o alquiler:** La importancia de este aspecto radica en que el costo del alquiler y/o compra de terreno por metro cuadrado ya que puede tener

un impacto significativo en la cantidad de inversión requerida para iniciar el proyecto.

- **Disponibilidad de terrenos adecuados:** La importancia radica en la disponibilidad de terrenos con las características necesarias para el proyecto en función del tamaño requerido para la planta de almacenamiento, descarga, habilitación, empaquetado y distribución.
- **Disponibilidad de servicios:** Este aspecto es crucial ya que, en primer lugar, en el ámbito de la producción, se necesitan servicios de agua y electricidad para garantizar el funcionamiento adecuado de las operaciones, mientras que, a nivel administrativo, el acceso a internet es fundamental para la gestión de esta área.
- **Accesibilidad a mano de obra especializada:** La relevancia de este aspecto reside en que el empleo de maquinaria y equipo especializado demanda la presencia de personal con la experiencia necesaria para llevar a cabo sus funciones de manera eficiente.

Tabla 16

Accesibilidad

Factores	Incidencia	Alternativa 01		Alternativa 02		Alternativa 03	
		Calificacion	Ponderacion	Calificacion	Ponderacion	Calificacion	Ponderacion
Proximidad de la materia Prima	30%	4	1,2	4	1,2	4	1,2
Costo de transporte	20%	4	0,8	3	0,6	3	0,6
Costos del terreno y/o alquiler	25%	2	0,5	4	1	3	0,75
Disponibilidad de terrenos adecuados	15%	2	0,3	4	0,6	3	0,45
Disponibilidad de servicios	5%	4	0,2	4	0,2	4	0,2
Acceso a mano de obra especializada	5%	4	0,2	3	0,15	3	0,15
Total	100%		3,2		3,75		3,35

Nota. Elaboración propia

Tomando en consideración todos los aspectos mencionados anteriormente y valorando cada una de las ventajas y desventajas que nos podrías ofrecer. La opción 02 “Saylla – Huasao” es la mejor elección para la ubicación de la empresa.

Figura 29

Localización del distrito de Saylla - Huasao



Nota. Vista satelital de localización del proyecto. Imagen extraída de GoogleEarth (2023)

Figura 30

Localización del área planteada para la planta de habilitación de acero



Nota. Vista satelital de localización del proyecto. Imagen extraída de GoogleEarth (2023)

Figura 31

*Nave industrial prevista para el planteamiento de la planta de habilitación de acero
(Vista frontal)*



Nota. Fotografía propia

Figura 32

*Nave industrial prevista para el planteamiento de la planta de habilitación de acero
(Vista lateral)*



Nota. Fotografía propia

4.1.2.3. Tamaño del proyecto

Definimos el tamaño del proyecto como su capacidad instalada, que se expresa en unidades de producción por unidad de tiempo. Al calcular el tamaño ideal del proyecto, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: capital necesario (inversión), materia prima, equipamiento y requisitos tecnológicos.

4.1.2.3.1. Factores que determinan el tamaño del proyecto

- **El tamaño del proyecto y la demanda:** El primer aspecto que puede influir en la magnitud del proyecto es la demanda potencial no satisfecha (DPI). Según los datos de los estudios de mercado, hay un alto nivel de DPI; por lo tanto, este aspecto no será un factor limitante a la hora de definir el tamaño adecuado del proyecto.
- **El tamaño del proyecto y la materia prima:** Un suministro adecuado de materias primas e insumos, tanto en cantidad como en calidad, es fundamental para el avance del proyecto. En el caso de este proyecto, las materias primas y los insumos no supondrán una limitación, ya que, como se ha comentado en capítulos anteriores, se encuentran ampliamente disponibles en la zona.
- **El tamaño del proyecto, la tecnología y equipos:** La técnica para fabricar acero de alta resistencia es sencilla; sin embargo, requiere el uso de maquinaria y equipos especializados, ambos de alto coste. En general, la tecnología y los equipos no son factores limitantes para este proyecto; más bien, requieren un nivel mínimo de producción para que sea viable.
- **El tamaño del proyecto y la inversión:** La inversión (necesidades de capital) se considera el factor que limita el alcance del proyecto, ya que este tipo de negocio exige no solo una importante inversión en activos fijos, sino también un capital circulante considerable para garantizar el buen funcionamiento de las operaciones.

4.1.2.3.2. Elección del tamaño del proyecto

Para la elección del tamaño del proyecto se tendrán en consideración cada uno de los factores mencionados anteriormente, tomando especial consideración a la inversión como principal factor para su determinación, estimando que con el capital disponible para la inversión se podrá contar a nivel de producción con los siguientes

equipos los cuales determinaran las capacidades de producción que tendrá nuestro proyecto:

01 banco móvil de corte a medida MEP SUPERFLEX 32-40 que cuenta con una capacidad de producción aproximada de 32 tn/día, 01 centro de doblado SCHNELL ROBOMASTER 45 que cuenta con una capacidad de producción aproximada de 97 tn/día y 01 estribadora MEP FOCUS 12 que cuenta con una capacidad de producción aproximada de 15 tn/día

- **Capacidad diseñada:** Para nuestro proyecto la capacidad diseñada esta principalmente condicionada por la capacidad de las maquinas dobladora, cortadora y estribadora, por lo que se contaría con una capacidad diseñada de 144 tn/día.
- **Capacidad instalada:** Es la capacidad máxima de producción que se puede alcanzar teniendo en cuenta todos los recursos disponibles.

Se tuvieron en cuenta los siguientes factores al calcular la capacidad instalada, que tuvo en cuenta todos los recursos disponibles (incluido el personal, el capital circulante y la maquinaria y el equipo):

*Capacidad instalada = Cantidad de camiones grua * Capacidad * N° de ciclos – dia*

$$Capacidad instalada = (1) * (12 t) * \frac{2}{dia}$$

$$Capacidad instalada = 24 t/dia$$

Tabla 17

Capacidad instalada

Concepto	t/h	t/día	t/mes	t/año
Capacidad de diseño	18	144	4 320	51 840
Capacidad instalada	3	24	720	8 640

Nota. Elaboración propia

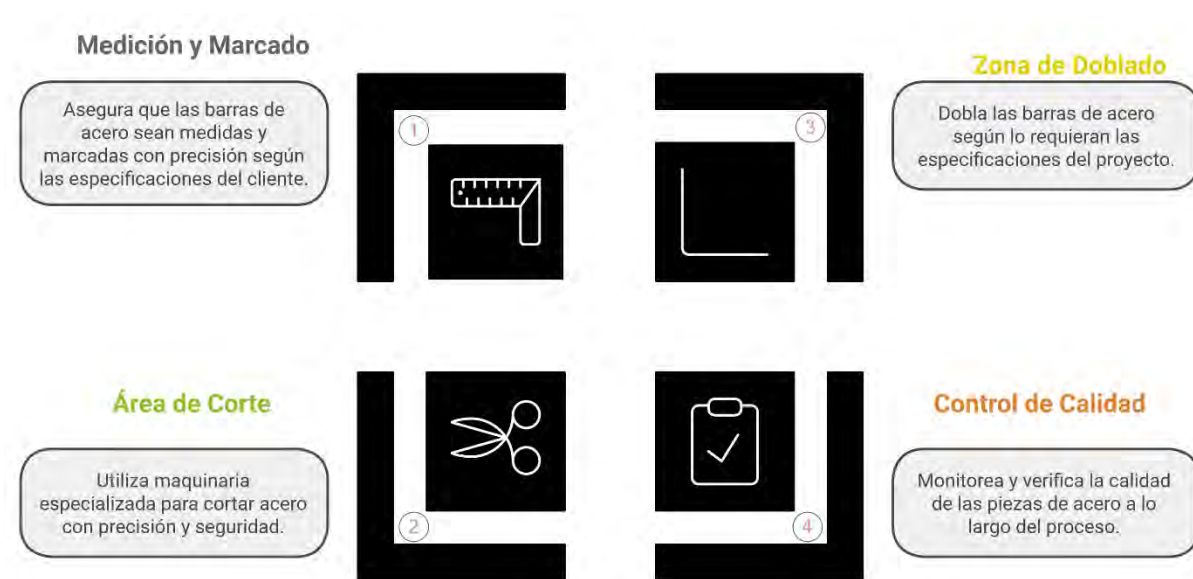
4.1.2.4. Ingeniería del proyecto

4.1.2.4.1. *Proceso de producción*

Esta fase abarca todas las actividades relacionadas con la transformación del acero, para lo cual se tendrán las siguientes consideraciones señaladas en el gráfico siguiente:

Figura 33

Proceso de producción



Nota. Elaboración propia

Desde un punto de vista operativo y funcional, o desde la perspectiva de la producción, este capítulo es fundamental, ya que describe detalladamente todas las tareas o actividades de procesamiento a las que se somete la materia prima desde el momento en que se recibe o entra en el taller hasta que se envía o sale del taller.

Las acciones a llevarse a cabo se dividen en dos categorías principales:

A. Gestión (Ingeniería de detalle)

La correcta gestión del acero en taller es fundamental para garantizar la eficiencia, calidad y seguridad en la producción del acero pre dimensionado.

Tabla 18*Descripción de cortes barra*

N°	Cant.	Nc.	Descripción de cortes barra Ø3/8" de 9m
1	21	4	
2	5	5	
3	1	3	
4	14	3	
5	12	2	
6	12	3	
7	17	3	

N°	Nro.	Nc.	Descripción de cortes Ø3/8" barra de 9m
32	4	3	
33	4	6	
34	4	3	
35	4	3	
36	4	3	
37	4	2	
38	4	2	

Nota. Elaboración propia

El departamento técnico elabora hojas de corte o desgloses de los planos como parte de los primeros preparativos que se llevan a cabo antes de iniciar la fabricación. El cliente proporciona estos planos, pero para facilitar su comprensión por parte del operario, el departamento técnico los modifica para adaptarlos a sus propios procedimientos de trabajo.

De acuerdo con las instrucciones del cliente, se crean, codifican y clasifican las plantillas de corte. En ellas se indican las especificaciones del material, los distintos diámetros, las longitudes de corte y las formas finales. Estos datos, junto con los pesos, se utilizan a continuación para preparar la factura del cliente, dar salida al material del almacén, modificar los niveles de stock en las zonas de almacenamiento, realizar pedidos de materias primas y llevar a cabo el posterior control de peso en las básculas.

Además, se adjuntarán etiquetas de distintos colores a las planillas. Esto, además de proporcionarles información que fomenta un mayor sentido de pertenencia a la organización, permite al operador identificar el proyecto para el que se ha diseñado el producto.

Tras recibir la aprobación del cliente, la planilla se archiva hasta la fecha de producción, que vendrá determinada por la planificación previa realizada en colaboración con el cliente.

Dado que este sistema está plenamente informatizado, resulta muy práctico para minimizar el espacio dedicado a la expedición, optimizar el uso de los recursos y los movimientos internos, y realizar el etiquetado posterior.

Figura 34*Diagrama del proceso de gestión de acero en taller**Nota. Elaboración propia*

B. Producción

El proceso de producción en sí, que consiste en introducir el material en forma de barras o rollos, constituiría la segunda categoría.

El proceso comienza con el material de entrada, que, como se ha dicho anteriormente, se presenta en forma de barras o rollos. A continuación, lo transforma o moldea en componentes de longitudes y formas concretas, tales como estribos, barras rectas, varillas y barras de diferentes formas. Así, aunque puede utilizarse tanto para barras rectas como para barras perfiladas, se emplea una máquina de estribos para fabricar estribos, una máquina de corte para barras rectas y una máquina dobladora para piezas curvadas.

Dado que no se trata de un gran proceso de fabricación, sino de un sistema dividido en partes, cada una de las cuales depende de un tipo diferente de maquinaria, este sistema de producción puede clasificarse como un sistema de fabricación de ciclo corto. Aunque en nuestro caso solo habrá una unidad de la misma capacidad, se está barajando la posibilidad de utilizar una grúa puente de una sola viga para este proyecto. La maquinaria necesaria para la descarga, el transporte interno y la posterior carga implica el uso de grúas puente, que pueden tener diferentes especificaciones. Estas serán útiles para descargar las barras en la zona de almacenamiento y para el transporte a la zona de expedición y carga.

- **Descripción del proceso de producción**

El proceso de producción, que constituye un componente fundamental del proyecto integral, se compone de una serie de operaciones automatizadas y reguladas. Es necesaria una planificación minuciosa para garantizar el mejor uso posible de los recursos y el ahorro de costes. El procedimiento será el siguiente:

- **Compatibilización de planos, ajustes e ingeniería de detalle**
- **Recepción y almacenamiento de barra de acero**
 - Recepción de materia prima
 - Descarga desde camión a zona de almacenamiento (Almacén de barras y rollos)
- **Gestión de entrada y almacenamiento**

Durante el proceso de recepción del acero de realizar una inspección visual de los materiales para descartar defectos como deformaciones o corrosión que puedan presentar las barras de acero corrugado durante su acarreo, posterior a la recepción se actualizarán los inventarios para cada tipo de diámetro y finalmente se almacenaran según su tipo de diámetro en los lugares acondicionados para este fin.

Figura 35

Gestión de entrada y almacenamiento



Nota. Elaboración propia

– **Fabricación de piezas**

Orden de producción:

- Máquina de corte de barras
- Máquina de doblado de barras
- Máquina estribadora

– **Planificación de la producción**

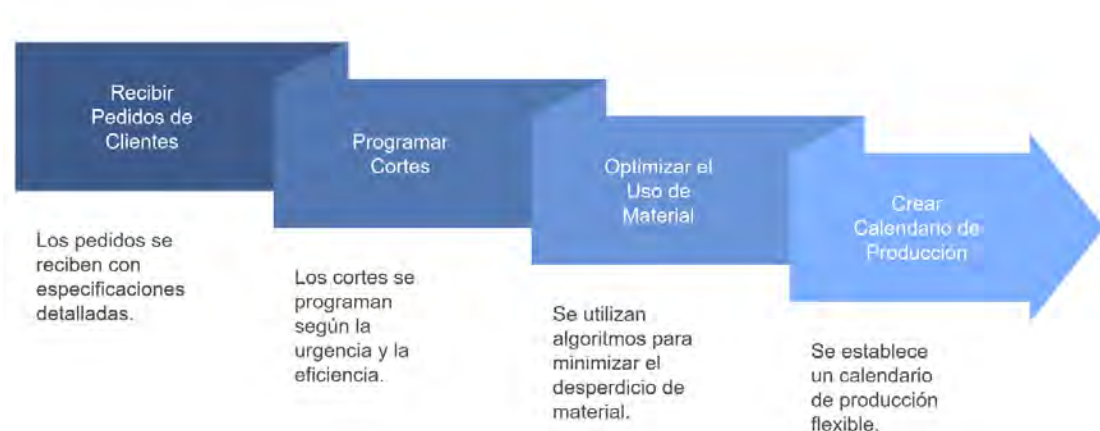
Mantener una adecuada planificación durante los trabajos de producción del acero pre dimensionado es importante para minimizar los trabajos repetitivos o con poca importancia frente a las solicitudes por parte de los clientes, para lo cual se tendrá que implementar un sistema de control de pedidos, al igual que un departamento de atención al cliente el cual deberá recepcionar toda la documentación pertinente para la producción del acero pre dimensionado y mantener una comunicación constante con el personal

clave responsable de la programación en obra , para coordinar los volúmenes de producción, al igual que las posibles fechas de entrega.

La planificación de los cortes parte de la urgencia de los pedidos y la eficiencia de los mismos, buscando minimizar los tiempos muertos, reduciendo al máximo los desperdicios mediante el uso de softwares de optimización. La programación tiene que sectorizarse, generando calendarios de producción diarios y semanales los cuales tendrán que ser flexibles para adaptarse a los cambios en la demanda, pero también tendrá que asegurar un flujo de trabajo eficiente.

Figura 36

Proceso de planificación de producción de acero



Nota. Elaboración propia

– **Control de calidad**

Para garantizar la eficacia y la seguridad de todos los procesos de producción de acero dimensionado, todos los trabajos se llevarán a cabo bajo un exhaustivo control de calidad. Las siguientes especificaciones formarán parte del control de calidad:

- Verificación de medidas de las barras
- Verificación de dobleces según normativa, con un control estricto de tolerancias
- Inspecciones visuales para evitar fallos o defectos que comprometan la calidad estructural del acero
- Verificación de códigos de barras, así como su correcta asignación
- Documentación de todas las verificaciones
- **Traslado a zona de etiquetado**
- **Sistema de etiquetado y clasificación**

Implementar un sistema de etiquetado será importante para mantener un control y trazabilidad del acero pre dimensionado que asegurará la identificación precisa los elementos enviados desde planta hasta obra, el cual facilitará la entrega, clasificación y montaje de los elementos generando mayor eficiencia logística.

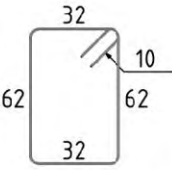
Para el correcto etiquetado de cada grupo de barras se empleará la siguiente nota de salida que incluye la información siguiente:

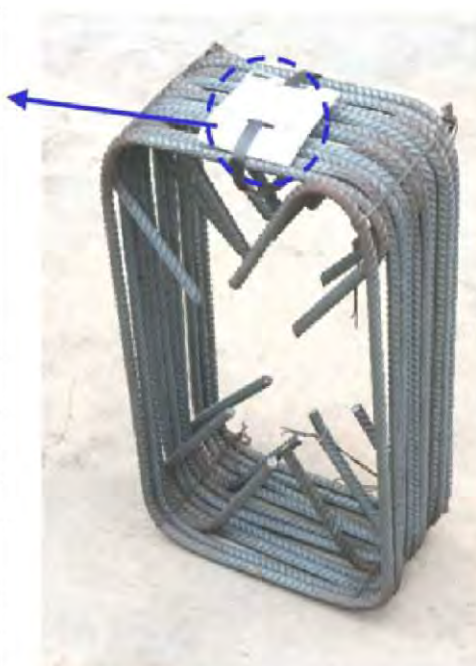
- Datos del cliente
- Número de despacho
- Detalles del acero (Fase o etapa, elemento al cual pertenece y código de la UC al cual pertenece)
- Croquis o forma del acero (esquema grafico de la forma del acero)
- Información del material (Diámetro, normativa del acero y la cantidad de elementos)
- Código de la pieza

El diseño de esta nota de salida se representa a continuación.

Figura 37

Sistema de etiquetado y clasificación

		ACERO DIMENSIONADO	
CLIENTE: UNSAAC		ACERO ASTM 615-G60	
OBRA FAC. ING CIVIL (P)			
# DESPACHO 0011			
DIÁMETRO Ø 3/8"		CODIFICACIÓN: P2.G.VM14	
		L= 1.85 m	FASE : 2
CANTIDAD: 12 pzs	Código UC:	Código P2S:	VM14
	G		
CLIENTE: UNSAAC OBRA: FAC. ING CIVIL (P)		# DESPACHO 0011	
FASE : 2 CODIFICACIÓN: P2.G.VM14			
Código UC:	G		



Nota. Elaboración propia

- **Traslado a zona de expedición**

- **Gestión de despacho**

Una vez que el acero ha sido procesado, se procede al despacho del producto terminado, para lo cual se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

Figura 38

Proceso de despacho de productos de acero terminados



Nota. Elaboración propia

- **Cargado, transporte y entrega del producto**

- **Implementar un área de despacho**

Dentro de la organización de espacios descrita en el capítulo económico, de disponer de un área de productos terminados el cual servirá para el carguío y revisión final de las piezas a entregar.

En esta área se pasarán las inspecciones finales al acero pre dimensionado al igual que se validarán las guías de remisión con el personal de transporte, las cuales tendrán que ser corroboradas en obra, al momento de su entrega. En resumen, un área de despacho o de productos terminados tiene por objetivo asegurar que todas las piezas a entregar estén correctamente clasificados, organizados y listos para su envío, lo que contribuye a mejorar la eficiencia logística y evitar errores en el despacho.

- **Documentación de entrega**

Para asegurara un envío adecuado del acero pre dimensionado, se necesitará un conjunto de documentación que garantice un correcto envío.

- **Guía de remisión:** Documento obligatorio en el cual se detallarán los productos despachados.

- **Informe resumen:** En este informe se deberá incluir las cantidades totales de cada elemento en cada envío, a manera de Check List con el fin de facilitar la conformidad al momento de la recepción.
- **Certificados de calidad:** En las obras que lo ameriten, se enviarán certificados de calidad que garanticen que el acero cumple con los estándares técnicos y de calidad requeridos.
- **Notas de entrega:** Las notas de entrega estarán presentes en cada grupo de barras adheridas al etiquetado propio en cada grupo de barras, estas servirán para dar mayor conformidad de la recepción del acero pre dimensionado.
- **Planos de ensamblaje:** En los proyectos donde se requiera el habilitado del acero pre dimensionado en obra, se tendrán que adjuntar los planos de despiece correspondientes a las etapas o fases de habilitado programados, esto con el fin de facilitar al personal de obra la correcta disposición del acero en cada unidad de calada.

- **Aspectos administrativos**

La gestión administrativa es fundamental para garantizar la eficiencia operativa y maximizar la rentabilidad del proceso de producción del acero pre dimensionado. La administración debe enfocarse no solo en la supervisión de los costos, sino también en asegurar la continuidad y calidad de todas las actividades involucradas.

- **Sistema de costos y presupuestos:** Es necesario implementar un sistema riguroso de control financiero que permita monitorear en tiempo real los costos de producción, identificando posibles desviaciones que puedan comprometer la rentabilidad del proyecto. Este control ayuda a planificar los recursos económicos de manera efectiva, anticipar sobrecostos y tomar decisiones informadas para mantener la producción dentro de los límites presupuestarios.
- **Control de mermas y desperdicios:** Un manejo eficiente de los desperdicios es crucial para reducir los costos y mejorar la sostenibilidad del proceso. Es esencial llevar un registro detallado de las mermas generadas y analizar las causas para implementar medidas correctivas que minimicen futuras pérdidas. Se pueden utilizar indicadores de eficiencia que comparen la cantidad de material utilizado frente al material desperdiciado, con el objetivo de establecer metas de reducción.

- **Seguridad industrial**

La seguridad es una prioridad en la producción del acero pre dimensionado, y para ello se deben implementar una serie de medidas rigurosas y bien definidas que aseguren la protección del personal, los equipos y el entorno de trabajo.

- **Protocolos de seguridad:** Es fundamental implementar protocolos de seguridad específicos para cada área de trabajo. Estos protocolos deben ser documentados y revisados periódicamente, incluyendo procedimientos de operación segura, medidas de respuesta ante emergencias, y el uso adecuado de maquinaria y herramientas.
- **Equipos de protección personal (EPP):** Todo el personal debe contar y utilizar de manera obligatoria los equipos de protección personal, que incluyen cascos, guantes, lentes de seguridad, protectores auditivos, calzado de seguridad y ropa adecuada para evitar riesgos de quemaduras o cortes. Además, estos equipos deben ser inspeccionados frecuentemente para asegurar su buen estado.
- **Señalización adecuada:** Las zonas de riesgo, como áreas de corte, doblado, almacenamiento pesado o transporte, deben estar adecuadamente señalizadas. La señalización debe incluir advertencias visuales, rutas de evacuación claramente identificadas y señales que indiquen la necesidad de usar equipos de protección específicos en cada área. Esto es esencial para reducir los riesgos y guiar a los trabajadores y visitantes a través de un entorno seguro.
- **Capacitación del personal:** La formación continua es fundamental para minimizar riesgos. Todo el personal debe recibir capacitación tanto al momento de ser contratado como periódicamente, en temas de uso seguro de maquinaria, protocolos de emergencia, primeros auxilios, y buenas prácticas de seguridad. También es recomendable llevar a cabo simulacros de emergencia para preparar al equipo ante situaciones imprevistas.
- **Mantenimiento y seguridad de equipos:** Los equipos y maquinarias utilizados en la producción del acero deben someterse a un mantenimiento preventivo y correctivo regular para asegurar su correcto funcionamiento y evitar accidentes. Esto incluye inspecciones de seguridad para identificar cualquier falla potencial antes de que ocurra un problema mayor.

- **Evaluaciones de riesgos:** De forma periódica, se deben realizar evaluaciones de riesgos en cada una de las áreas del taller para identificar posibles peligros y tomar medidas preventivas. Estas evaluaciones permiten tomar medidas proactivas ante cualquier situación susceptible de amenazar la seguridad del equipo humano o de las infraestructuras.
- **Gestión de residuos peligrosos:** Es importante gestionar adecuadamente los residuos generados durante el proceso de producción, especialmente aquellos que puedan suponer una amenaza para la salud de los trabajadores o para el ambiente. Se deben implementar procedimientos de recolección, almacenamiento y disposición segura de estos materiales, así como la correcta señalización de las áreas de residuos.

C. **Gestión del acero en obra**

Para el caso de barras prefabricadas se contemplarán dos enfoques perfectamente aplicables en el contexto del estudio de prefactibilidad: el ensamblado de los elementos estructurales directamente en planta o el envío de todo el acero pre dimensionado para su posterior montaje en campo. En ambos casos se emplearán el uso de los planos de detalle para el ensamblaje total o parcial de cada elemento estructural.

Aunque los factores que influyen en la selección de un enfoque u otro dependa de cada proyecto en específico, las consideraciones implementadas en la presente investigación cubrirán los requerimientos necesarios para su disposición final en obra.

• **Ensamblado en campo**

Para el ensamblado en campo se dispondrá de toda la logística descrita anteriormente hasta el envío del acero pre dimensionado a campo. En este contexto se preverán algunos aspectos clave para la coordinación entre el personal técnico asignado a campo y los responsables por parte de la entidad solicitante para su correcta disposición final en obra, tales consideraciones se describen a continuación:

- **Recepción y almacenamiento**
Se coordinará los accesos disponibles a obra y los espacios necesarios para su correcto almacenamiento y descarga mediante el uso de un camión grúa a fin de poder garantizar un servicio de calidad durante la entrega.
- **Control de calidad**

Previo a la entrega del acero pre dimensionado se procederá a verificar cualquier patología existente en el producto debido a las condiciones del transporte o a la incorrecta manipulación durante la carga o descarga, verificando la calidad del acero al finalizar la entrega.

– **Capacitación al personal de obra**

Previo a la etapa a la entrega del acero pre dimensionado se harán las coordinaciones para la capacitación de personal encargado del ensamblaje en obra a fin de poder garantizar el correcto manejo del acero en obra.

Para la etapa de ensamblaje en obra se brindará la asistencia necesaria requerida para su correcta disposición final a fin de evitar cuáquer error en las etapas iniciales de los proyectos.

• **Ensamblado en taller:**

Al igual que el ensamblado en campo el ensamblado en taller contara con toda la logística empleada para la producción de acero pre dimensionado, aunque si bien se podría armar un eje completo de vigas por ejemplo esto estará siempre restringido por las dimensiones que el transporte nos lo permita por lo que una vez en campo se deberá capacitar en planta la correcta interpretación de los planos de amarre para su disposición final. Los recursos y logística empleada dependerán de las siguientes consideraciones:

– **Equipos adecuados**

Se dispondrán de los mejores equipos para el ensamblado en sitio, como grúas, plataformas elevadoras, así como herramientas de mano para el personal de planta.

– **Personal calificado**

Para el ensamblado en taller se deberá contar con un staff de personales técnicos calificado para la correcta interpretación de los planos de detalle, armado de acero y posterior etiquetado para envío a obra.

– **Logística y transporte**

Para el transporte de dichas estructuras se tendrá en cuenta protocolos de seguridad y de calidad antes del envío, las entregas se efectuaran previa coordinación entre las partes para mantener las mejores condiciones al momento del montaje y la unión de todas las partes.

- **Ensamblaje en sitio**

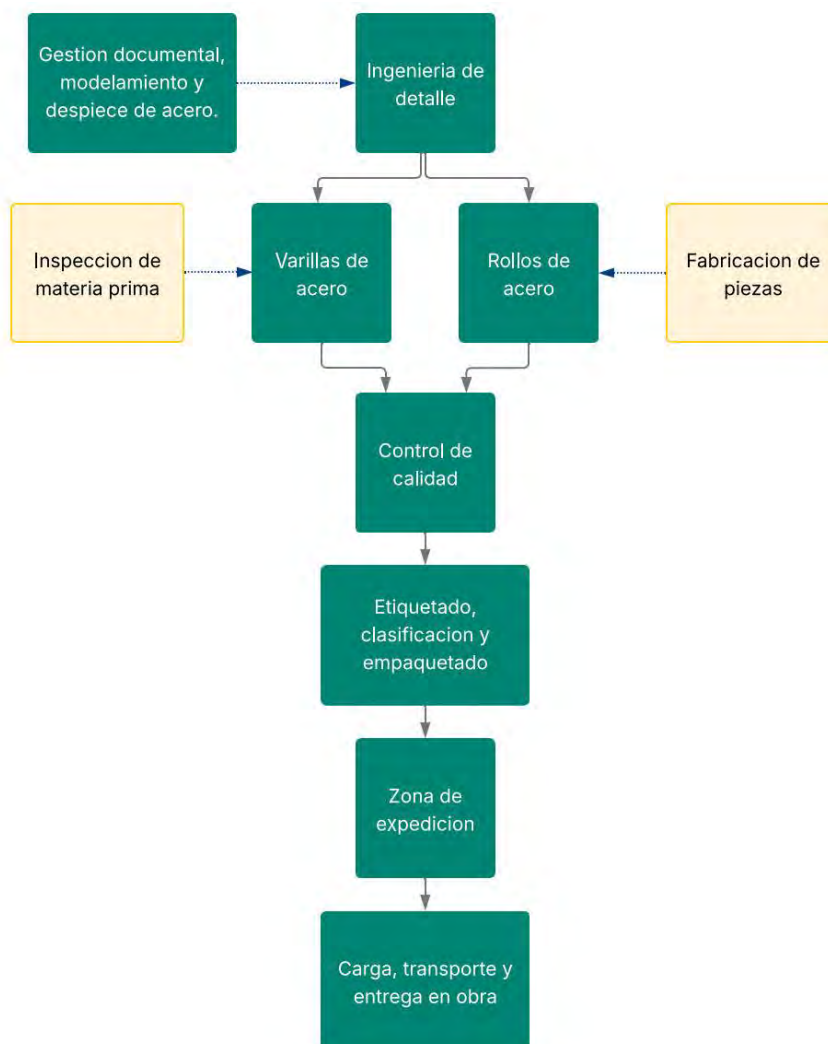
Para el ensamblaje en obra se contará con el personal técnico calificado encargado de supervisar y controlar la calidad de ensamblaje haciendo uso de protocolos preestablecidos por la empresa para el correcto uso de los equipos y herramientas necesarios para su disposición final.

- **Diagrama de bloques**

Seguidamente detallamos el diagrama de bloques del proceso de producción del acero habilitado:

Figura 39

Diagrama de bloques



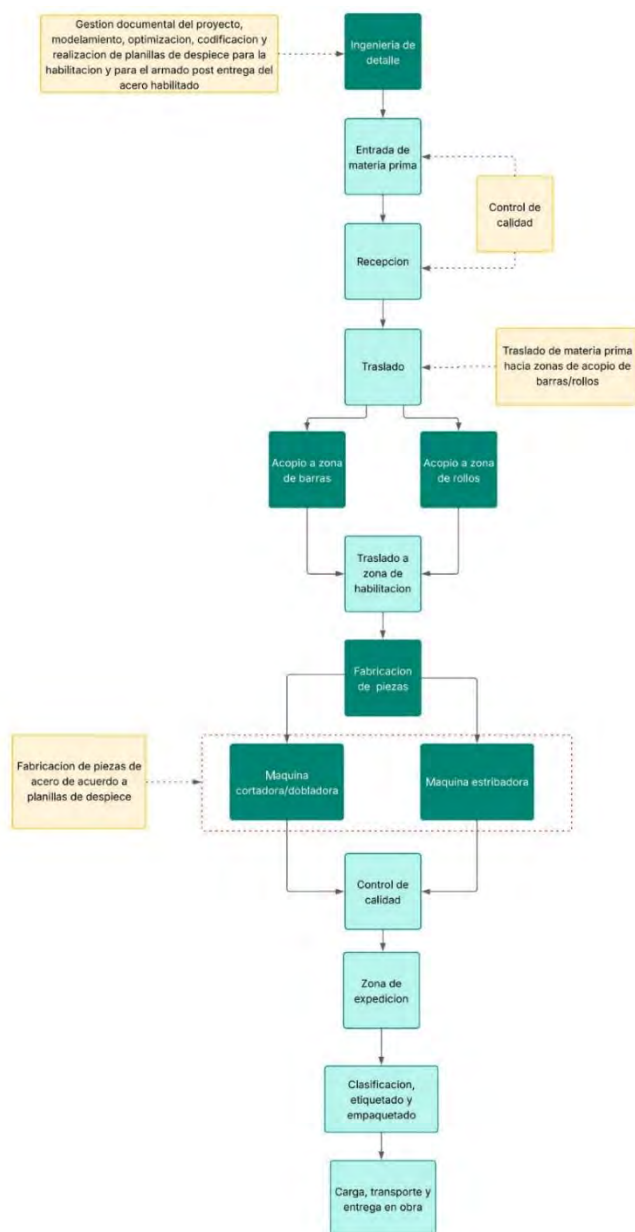
Nota. Elaboración propia

- **Diagrama de flujo**

También se puede utilizar un diagrama, un organigrama o un diagrama de flujo que represente claramente los distintos pasos por los que debe pasar el material desde el principio hasta que sale del almacén, tras haber sido procesado y enviado a su destino, para ilustrar el proceso mencionado anteriormente.

Figura 40

Diagrama de flujo de producción

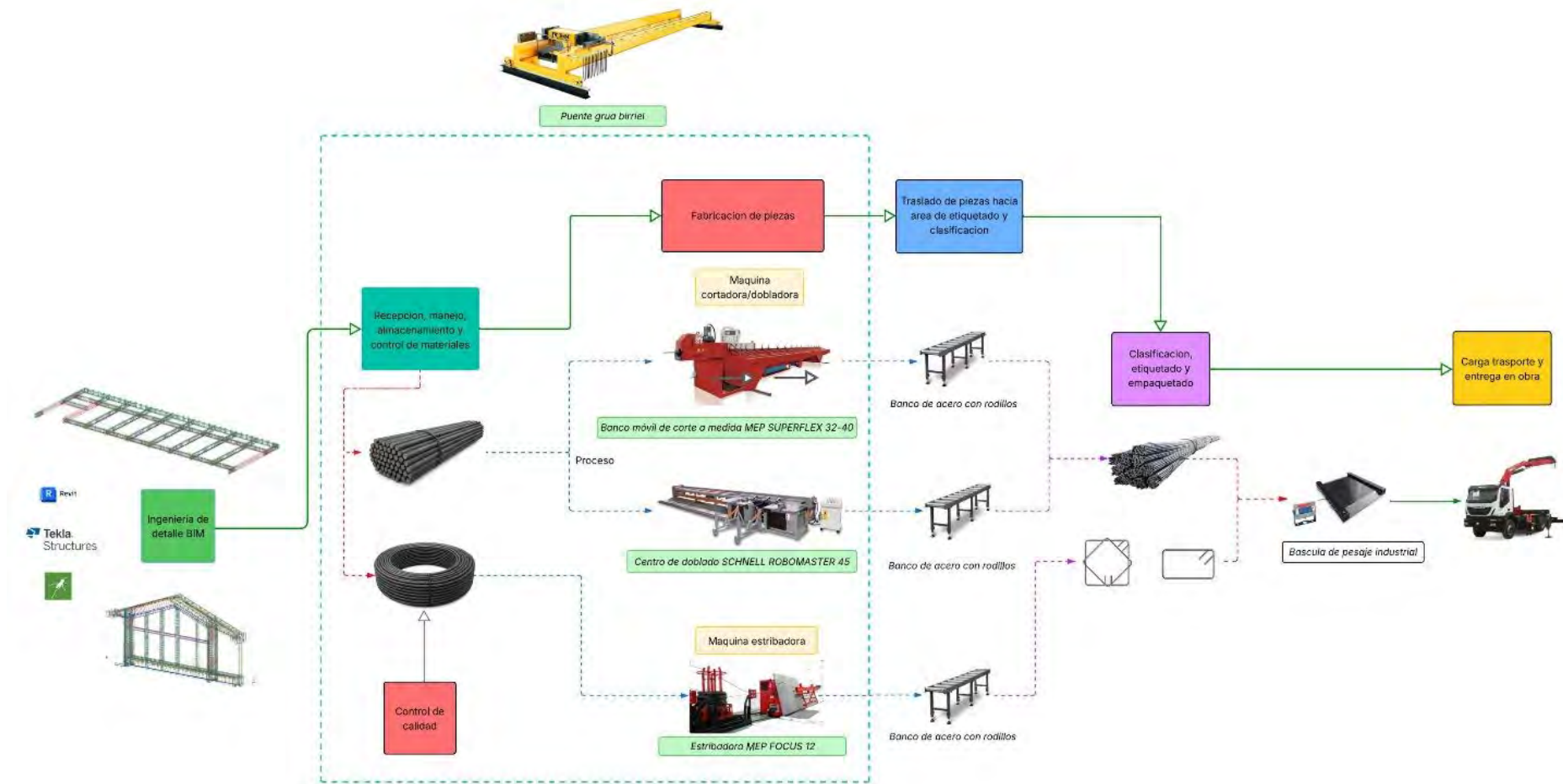


Nota. Elaboración propia

- Diagrama grafico

Figura 41

Diagrama gráfico, procedimiento de producción de acero habilitado



Nota. Elaboración propia

4.1.2.4.2. *Control de calidad*

Control de calidad de las barras de construcción cortadas y dobladas se realizará en las siguientes etapas:

Tabla 19

Control de calidad

Actividad	Tipo de control de calidad
	Control y verificación documental (Certificaciones de calidad)
Control de calidad de materia prima:	
Recepción de Materia prima (Varillas y rollos de acero corrugado)	Control e inspección visual de las características físicas de las varillas y rollos (diámetros, corrosión y daños)
	Control de condiciones de almacenamiento (Protección contra humedad y ordenamiento del material para su fácil manejo)
	Control y calibración de equipos de cortado (filo y perpendicularidad de corte)
	Control de longitudes de acuerdo a planillas de despiece
Control de calidad del proceso de cortado y doblado: Elaboración de piezas de acero habilitado	Control y calibración de equipos de doblado (filo y perpendicularidad de corte)
	Control y verificación de ángulos de doblado y diámetros internos
	Control y verificación de deformaciones, fisuras y pérdida adherencia en corrugas

	Control de cantidad y tipo de piezas de acuerdo a planillas de despiece
Control de calidad del producto terminado:	Control de dimensiones (planos de despiece) y pesos (teórico y real)
Clasificación, etiquetado y empaquetado	Registro y control de etiquetado y empaquetado de piezas

Nota. Elaboración propia

El estado y la conformidad del acero recibido tienen un impacto directo en la calidad del acero suministrado. Por lo tanto, en este punto se llevan a cabo inspecciones documentales, físicas y de almacenamiento:

A. Control de calidad de la materia prima

El control corresponde a la recepción y acopio de la materia prima (varillas y rollos de acero), así como también a sus comprobaciones documentales como los certificados de calidad del fabricante (cada lote debe incluir certificados de ensayo de resistencia a la tracción, flexión y composición química)

Debemos asegurarnos también que se cumpla con la norma de fabricación especificada para nuestro país, en este caso la Norma Técnica Peruana NTP 341.031 Grado 420 (o Grado 60). Seguidamente se procede con la verificación del lote del producto, se debe anotar el diámetro, el peso, el número de fundición y el origen de cada paquete o rollo.

Se deberá verificar también que los diámetros coincidan con los diámetros requeridos y que las corrugas estén claramente definidas (asegurando la adherencia al hormigón) utilizando un micrómetro. Finalmente se deberá proceder con la verificación de la no existencia de curvaturas extremas, torsiones o deformaciones irreversibles verificando simultáneamente la existencia de oxidación en las piezas, separando e identificando las que presenten oxidación o corrosión profunda o escamosa.

Es importante señalar también el cuidado ante la presencia de aceite, pintura, suciedad o grasa en las piezas que pueda interferir con la adherencia al momento del vaciado del concreto en los diferentes elementos estructurales para los cuales se hayan usado las piezas de acero habilitado.

B. Control de calidad del proceso de cortado y doblado

Con el fin de garantizar cortes limpios y perpendiculares, sin rebabas que puedan impedir el doblado posterior o la instalación in situ, el control de calidad durante la fase de corte del acero se centra en garantizar que las cortadoras industriales estén correctamente calibradas y en buen estado. Periódicamente, se comprueba la precisión de los dispositivos de medición y el afilado de las cuchillas para garantizar que las longitudes medidas se correspondan con las indicadas en las hojas de corte. Con el fin de garantizar que todos los artículos cumplan con los planos estructurales, se realizan mediciones aleatorias de las barras cortadas, imponiendo tolerancias dimensionales estrictas, que suelen oscilar entre más o menos dos milímetros. También se realizan inspecciones visuales para asegurarse de que los extremos no estén deformados y que el acero no pierda sus cualidades mecánicas durante el procesamiento.

Dado que un diámetro de curvatura inferior al recomendado podría producir grietas o pérdida de adhesión en las corrugaciones, la calidad del proceso de doblado del acero depende de que las máquinas dobladoras estén correctamente calibradas y de que se utilicen pernos y rodillos con el radio adecuado. Utilizando transportadores o plantillas metálicas como controles, se confirma que los ángulos obtenidos coinciden con los de los diseños, manteniéndose siempre dentro de tolerancias de aproximadamente dos grados. Dado que estos defectos podrían poner en peligro la resistencia estructural del acero utilizado, la inspección visual es fundamental para la detección temprana de posibles defectos, como grietas superficiales, aplastamientos en secciones dobladas o irregularidades en la geometría. Gracias a esta cuidadosa supervisión, se garantiza que las piezas dobladas conserven su forma precisa y sus cualidades mecánicas, lo que permite su uso in situ sin necesidad de realizar ajustes adicionales.

C. Control de calidad del producto terminado

Para clasificar cada pieza con su lote de origen y el proyecto al que está destinada, el acero aprobado debe estar identificado. Para ello, se utiliza un sistema de etiquetado visible con información como el diámetro, la longitud, la posición en el plano y el número de lote, lo que permite una gestión logística eficiente y la identificación rápida para un adecuado control de cantidad y tipo de piezas de acuerdo a planillas de despiece

Para garantizar el cumplimiento de las normas, se realizan comprobaciones mecánicas y dimensionales durante las pruebas y ensayos de control. Las pruebas de tracción y flexión verifican la resistencia y la ductilidad en el laboratorio, y el rendimiento del material se verifica en la planta comparando las longitudes, los ángulos y los pesos reales con los valores teóricos. Estas pruebas garantizan que el acero mantenga sus características al ser cortado y doblado.

Los controles de calidad se ven reforzados por la seguridad y el orden en la planta, para un Registro y control de etiquetado y empaquetado de piezas ya que un espacio de trabajo bien organizado reduce la probabilidad de errores y accidentes. Se utilizan equipos de protección personal, formación continua y prácticas de trabajo seguras. Además, técnicas como las 5S garantizan la limpieza, la ubicación adecuada de los lotes y la disponibilidad de herramientas, lo que protege a las personas y los materiales al tiempo que aumenta la eficiencia del proceso.

4.1.2.4.3. Balance de materia prima y energía

- **Balance de materia prima**

La cantidad de materia prima requerida para producir 1 tn de acero habilitado, está definida exactamente por los desperdicios generados durante este proceso, ya que el proceso de cortado y doblado de acero genera pérdidas y desperdicios por la generación de trozos residuales que no pueden ser reutilizados, según CAPECO los porcentajes de desperdicios están dados de acuerdo a los diámetros de las varillas con porcentajes de desperdicios que varían desde el 3% para varillas de Ø 3/8" hasta un 10% de desperdicio para varillas de Ø 1". Siguiendo las recomendaciones dadas por CAPECO y verificando también que en las planillas de Metrado cotejadas para los proyectos analizados, se usa un porcentaje del 5%, siendo un porcentaje razonable y conservador a la hora de aproximar un valor porcentual de desperdicios, ya que estaría dentro de un intermedio entre los valores dados por CAPECO y sería un valor coherente si analizamos los porcentajes de desperdicio por varilla comparado al tipo de varillas más usadas en proyectos de concreto armado.

Para el procedimiento de habilitación planteado en el presente trabajo de investigación se plantea una propuesta de optimización basada en la ingeniería de detalle BIM, el cual nos permite optimizar y reducir estos porcentajes de desperdicios con la

generación optimizada y automatizada del despiece de acero reduciendo los porcentajes de desperdicios hasta en un 1.71%, porcentaje que es incidente en el balance de materia prima utilizada para la producción de acero habilitado.

A continuación, se muestra la cantidad de acero bruto, requerido en un proceso de habilitación (Cortado y doblado) tradicional para la producción de 1 tn de acero habilitado, con el porcentaje de desperdicios del 5%

Tabla 20

Balance de materia prima

Descripción del material	Procedencia	UM	Cant
Acero corrugado	Fabricantes nacionales/importación	t	1,05

Nota. Elaboración propia

Cantidad de materia prima que se necesitara en la proyección de los 5 años planteada para el presente proyecto.

Tabla 21

Proyección de la cantidad de materia prima requerida

Descripción del material	UM	Concreto de Resistencia Tipo 210 kg/cm ²				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda dirigida	t	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13
Cantidad de acero requerido	t	4 126,80	4 284,64	4 463,47	4 653,80	4 856,39

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, la cantidad de acero bruto que se requerirá para la producción de 1 tn de acero habilitado considerando un procedimiento de ingeniería de detalle para su optimización y reduciendo el porcentaje de desperdicios a 1,71% será:

Tabla 22

Proyección de la cantidad de acero bruto requerido

Descripción del material	Procedencia	UM	Cant
Acero corrugado	Fabricantes nacionales/importación	t	1,017

Nota. Elaboración propia

Cantidad de materia prima que se necesitara en la proyección de los 5 años planteada para el presente proyecto.

Tabla 23

Requerimiento proyectado de materia prima en el horizonte de 5 años del proyecto

Descripción del material	UM	Concreto de Resistencia Tipo 210 kg/cm ²				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda dirigida	t	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13
Cantidad de acero requerido	t	3 997,10	4 149,98	4 323,19	4 507,54	4 703,76

Nota. Elaboración propia

- **Balance de energía**

El balance energético de este proyecto tendrá en cuenta el combustible necesario para alimentar los equipos móviles, así como la electricidad que alimenta las oficinas, la maquinaria, la iluminación y otros dispositivos.

Tabla 24

Requerimiento proyectado de materia prima en el horizonte de 5 años del proyecto

Descripción	Procedencia	N° de equipos	Consumo unitario (gal-kwh)	Consumo	
				Dia	Mes
Combustible (gal)				1 027,8	
Camión grúa para trasporte de acero	Grifo	1	2,9	20,3	527,8
Otros equipos adicionales					500
Energía Eléctrica (Kwh)				7 318,4	
Banco móvil de corte a medida					
MEP SUPERFLEX 32-40.	Electro Sur Este S.A.A	1	27,6	110,4	2 870.4
Centro de doblado SCHNELL					
ROBOMASTER 45		1	4	16	416
Estribadora MEP FOCUS 12		1	25	100	2 600
Puente grúa birriel de 6.3 Tn		1	8	32	832
Equipos adicionales					600

Nota. Elaboración propia

4.1.2.4.4. *Capacidad instalada*

Para determinar el volumen y el período de los gastos, así como el nivel de operaciones, lo que a la larga nos permitirá estimar los costes y los ingresos previstos, es necesario determinar la capacidad instalada. Teniendo en cuenta los siguientes factores, esta capacidad de producción se determinará en función de la demanda anual:

- Asegurar la rentabilidad del proyecto realizando una inversión eficiente
- Manejar estrategias de mercado y producción para el cumplimiento de la proyección de ventas del acero habilitado.

Para la determinación de la Capacidad instalada (CI) se considera que en condiciones de trabajo normal un camión grúa que podrá realizar 2 ciclos/día, es decir la capacidad instalada será igual a la cantidad de ciclos por día multiplicada por la capacidad de cada camión grúa (12 tn), lo que nos da una capacidad instalada de 24 tn/día, la cual supera por un margen a la demanda dirigida anual dentro de los 5 años de proyección planteada, lo cual sirve para asumir y cubrir demandas no previstas o crecimiento no contemplados en las proyecciones asumidas en el estudio de mercado.

Tabla 25

Capacidad instalada

Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacidad instalada (t)	8 640,00	8 640,00	8 640,00	8 640,00	8 640,00
Demanda dirigida (t)	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13

Nota. Elaboración propia

4.1.2.4.5. *Requerimiento de maquinarias*

El proceso de producción requiere el uso de diversos tipos de maquinarias; algunas de ellas están diseñadas específicamente para la fabricación o el procesamiento de un producto concreto, mientras que otras son máquinas de uso más general que sirven de apoyo al proceso de producción.

Las maquinas requeridas son:

- Máquina de corte de acero en barras
- Máquina de doblado de acero en barras
- Maquina estribadora de acero en rollos

- Máquina de doblado, cortadora y estribadora en rollos

Tabla 26

Equipo y maquinaria necesario para cubrir la demanda dirigida de acero habilitado (doblado y cortado)

Maquinaria/Equipo	Marca	Modelo	Cantidad
Banco móvil de corte a medida	MEP	SUPERFLEX 32-40	1
Centro de doblado	SCHNELL	ROBOMASTER 45	1
Estribadora	MEP	FOCUS 12	1
Cizalla eléctrica	TECMOR	C40	1
Dobladora eléctrica	TECMOR	40S	1
Maquinaria/Equipo complementario	Cantidad		
Puente grúa birriel de 6,3 tn	1		
Banco de acero con rodillos	2		
Bascula de pesaje industrial	1		

Nota. Se detallan características de los equipos y maquinarias en el anexo 04

- **Maquinaria y/o equipamiento principal**

- **Banco móvil de corte a medida MEP SUPERFLEX 32-40.**

Las barras cortadas a medida se fabrican mediante una línea de corte y medición automatizada controlada electrónicamente. Al reducir la intervención humana del operario a lo largo de todo el ciclo de trabajo, el sistema SUPERFLEX maximiza la flexibilidad de producción al tiempo que garantiza una alta productividad, precisión y calidad del producto final.

La tecnología antideslizante de la unidad especial de alimentación y tracción permite cortar varias barras a la vez con la máxima precisión. Para evitar que las barras se desplacen unas respecto a otras y pongan en peligro la precisión de la medición, los rodillos de alimentación y los anillos de acero independientes están diseñados para minimizar cualquier variación de diámetro entre las barras.

Se puede utilizar cualquier punto a lo largo de las guías de los rodillos para establecer la posición de descarga de las barras. Las barras se cortan automáticamente y

se colocan en las diferentes posiciones dentro de la longitud máxima permitida una vez configurado el ciclo de fabricación.

Dependiendo de los tamaños utilizados, los diámetros procesables con una o más barras oscilan entre 6 y 40 mm.

Capacidad de corte

- Longitud de corte mínima: 800 mm.
- Longitud de corte máxima: 12 000 mm
- Tolerancia de medición ± 1 mm / m
- Max. Posicionamiento de velocidad 2 m / s – 6,6 fps
- Velocidad de evacuación del rodillo de medición 2,2 m / s – 7,2 fps
- Velocidad de avance del rodillo 1 m / s – 3,28 fps
- Velocidad de traslación del banco 0,25 m / s – 0,82 fps

Figura 42

Banco móvil de corte a medida MEP SUPERFLEX 32-40



Nota. Imagen extraída de MEPgroup (2023)

– Centro de doblado SCHNELL ROBOMASTER 45

Para enrollar varillas corrugadas de diferentes tamaños alrededor de ejes de doblado estándar, la dobladora automática Robomaster 45 utiliza servomotores acoplados a reductores para accionar los ejes de doblado. La mesa fija sirve como punto de referencia para medir y doblar el otro extremo de las varillas.

Figura 43*Centro de doblado SCHNELL ROBOMASTER 45**Nota. Imagen extraída de SCHNELLgroup (2023)*

– **Estribadora MEP FOCUS 12**

Esta máquina automática bidireccional para la fabricación de estribos a partir de acero en rollo, que utiliza alambre de hasta $\varnothing 16$ mm o dos alambres de $\varnothing 12$ mm, permite producir estribos y barras cortadas a medida. Cuenta con una unidad de alimentación de alambre y todas las ventajas de los servomotores digitales y la “Tecnología Sapiens”.

• **Características:**

- $\varnothing$ hilo uso individual hierro trefilado en frío o laminado en caliente, liso o corrugado de $\varnothing 6$ a $\varnothing 12,7$ mm $f_y = 600$ N/mm – ft = 700 N/mm². $\varnothing$ hilo uso simultáneo hierro trefilado en frío o laminado en caliente, liso o corrugado de $\varnothing 4$ a $\varnothing 10$ mm $f_y = 600$ N/mm – ft = 700 N/mm².
- Longitud de barras enderezadas y cortadas mín. 6 mm, máx. 12000 mm. $\varnothing$ perno central mín. 12 mm máx. 70 mm.
- Distancia máxima entre el perno central y el suelo standard 2000 mm.
- Temperatura de uso standard -5°C / $+40^{\circ}$.

Figura 44

Estribadora MEP FOCUS 12



Nota. Imagen extraída de MEPgroup (2023)

– **Cizalla eléctrica TECMOR C40**

Los profesionales del sector del procesamiento de barras de acero, que deben cortar grandes cantidades de acero a diario, constituyen el mercado objetivo de las cizallas TECMOR Clase C.

Figura 45

Cizalla eléctrica TECMOR C40



Nota. Imagen extraída de Nicoletti Castro (2023)

– **Dobladora eléctrica TECMOR 40S**

Las dobladoras automáticas TECMOR tipo 40S son capaces de doblar barras para armaduras destinadas al hormigón armado de hasta 34mm de diámetro. Su nombre se debe a la forma característica de la encimera, que permite cocinar en cuatro posiciones diferentes gracias a los dos rieles que la recorren a lo largo.

Figura 46

Dobladora eléctrica TECMOR 40S



Nota. Imagen extraída de Argemaq Machines (2023)

- **Maquinaria y/o equipamiento complementario**

– **Puente grúa birriel de 6,3 tn**

Las grúas puente birriel para carga son grúas con un mecanismo de elevación que puede emplear un carro abierto o un polipasto. Se utilizan para la manipulación interior, la carga, la descarga y el traslado de cualquier tipo de mercancía.

Son muy flexibles y se adaptan a cualquier necesidad gracias a su construcción robusta y su alto grado de estandarización; sus componentes son muy fiables y adecuados para una gran variedad de aplicaciones.

La estructura está compuesta por perfiles comerciales o vigas cajón que han sido optimizados mediante diseño asistido por ordenador. Con nuestras grúas puente, nuestros diseños ofrecen la mejor solución mecánica y tecnológica, la mejor relación calidad-precio y el uso más eficaz del espacio disponible.

La integración optimizada de las estructuras de las grúas con los sistemas mecánicos de elevación, dirección y desplazamiento permite alcanzar el máximo alcance y aprovechar eficazmente el espacio.

Los métodos automatizados y robóticos utilizados en la fabricación de componentes estructurales soldados garantizan procedimientos de soldadura fiables y un resultado final de gran calidad.

Las grúas birriel están debidamente equilibradas, lo que reduce las tensiones en la estructura y proporciona mayor estabilidad al transportar cargas pesadas, gracias a las técnicas de cálculo empleadas.

Figura 47

Puente grúa birriel de 6,3 tn



Nota. Imagen extraída de R&M Materials Handlings (2024)

– **Banco de acero con rodillos**

El banco de rodillos es un elemento imprescindible en la fase de producción de armado de ferralla. Se necesitarán de unas dimensiones en torno a 1,5 metro de ancho, 1,2 metro de alto y alrededor de 12 metros de largo.

Figura 48

Banco de acero con rodillos



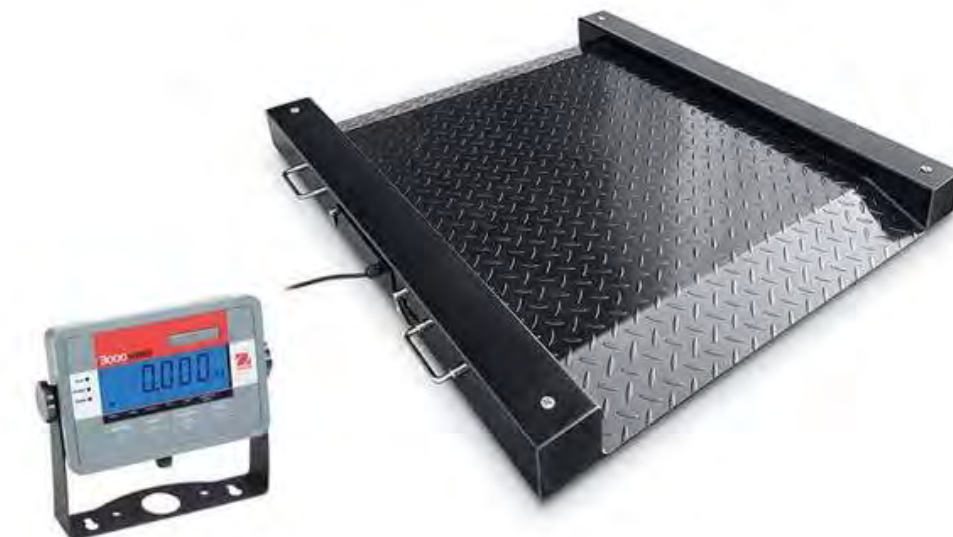
Nota. Imagen extraída de Dimmtex (2023)

– **Báscula de pesaje industrial**

Las básculas de pesaje industrial cuentan con una plataforma hecha de acero templado con un acabado de pintura epoxi que permite que la báscula resista el uso industrial pesado.

Figura 49

Báscula de pesaje industrial



Nota. Imagen extraída de Precisur (2024)

A. Distribución de planta

La distribución en planta es una de las partes elementales del estudio técnico, ya que consiste en la selección óptima de la ubicación de las áreas e instalaciones físicas de compondrán la planta de doblado y cortado de acero, la distribución de planta se determinará tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- El tipo de producto (barras de acero)
- El tipo de proceso de producción (tecnología empleada y materiales que se requieren)
- El volumen de producción

Tabla 27

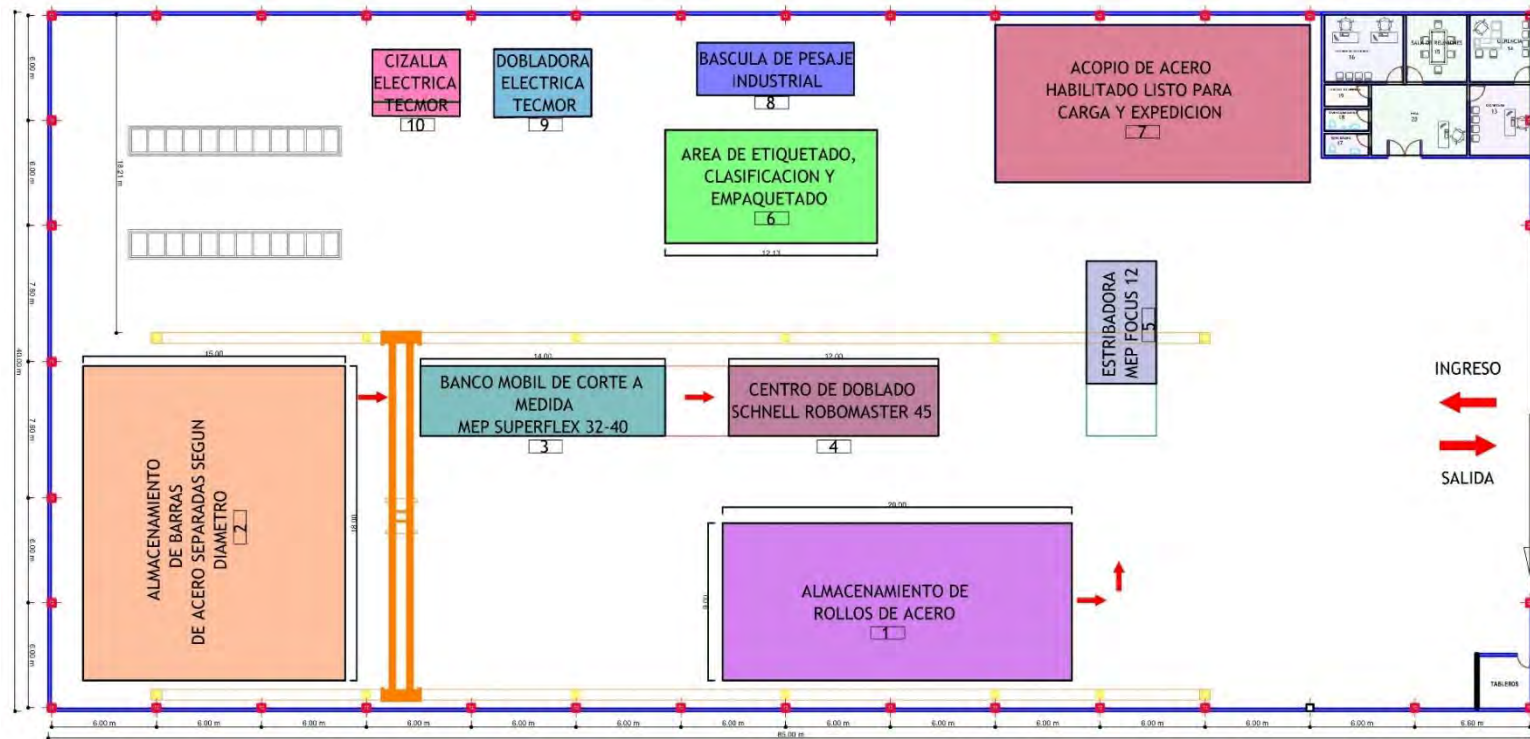
Distribución de planta

Ítem	Descripción	Área(m ²)
1	Área Administrativa	101
2	Área de producción (Taller de habilitación)	748
3	Almacén (barras y rollos de acero)	450
4	Zona de estacionamiento	400
5	Zona de parqueo vehículos livianos	200
6	Zona de Vigilancia	40

Nota. Elaboración propia

Figura 50

Distribución de planta



4.1.3. Estudio económico financiero

4.1.3.1. Objetivos

El presente estudio tiene lo siguiente por objetivos:

- Determinar la cantidad de dinero necesaria para poner en marcha el proyecto.
- Ordenar y calcula todos los gastos relacionados con el proyecto.
- Calcular el punto de equilibrio del proyecto
- Proponer la más optima estructura de capital para la empresa
- Crear las proyecciones de los estados financieros de los próximos cinco años.
- Calcular el flujo de caja económico
- Calcular en flujo de caja financiero
- Calcular los indicadores económicos para el proyecto (VAN, TIR)

4.1.3.2. Inversiones para el proyecto

4.1.3.2.1. Inversión en activos tangibles (fijos)

Todos los activos físicos de una empresa se consideran activos fijos materiales.

Para nuestro estudio se tendrán en cuenta las siguientes inversiones:

A. Inversión en edificaciones, oficinas e instalaciones

Para el presente proyecto requerimos de un área de 3400 m² aproximadamente, donde estarán ubicadas las distintas áreas requeridas para la producción de acero habilitado, dentro de estas tenemos el área de almacenamiento de acero, áreas de corte, áreas de doblado, área de pesaje y etiquetado, área de acopio y despacho entre otros más. Por consiguiente, se vio por conveniente para el proyecto la opción del alquiler de un local que cumpla con las áreas requeridas para dicho fin, por lo que realizando cotizaciones de alquiler se encontró un local acorde a la necesidad el cual tiene un costo de alquiler de S/. 22,000.00 soles mensuales con las condiciones de pago de un mes de garantía y el pago adelantado de dos meses del costo del alquiler mensual.

Tabla 28

Inversión en edificaciones, oficinas e instalaciones

Área del terreno (m ²)	Precio Alquiler Mensual	Alquiler Anual	Proyección de costo de alquiler de terreno anual				
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
3400	S/ 22,000.00	S/ 264,000.00	S/286,000.00	S/264,000.00	S/264,000.00	S/264,000.00	S/264,000.00

Tabla 29*Inversión en edificación e instalaciones*

Ítem	Área (m ²)	Total edificaciones
		Año 0
Terreno	Alquiler de nave industrial	
Oficinas e instalaciones		S/ 50,000.00
Caseta de vigilancia		S/ 10,000.00
Instalaciones eléctricas		S/ 30,000.00
Totales		S/ 90,000.00

B. Inversión en maquinaria y equipo**Tabla 30***Inversión detallada en equipo y maquinaria de producción de acero habilitado*

Maquinaria y equipo	Marca	Modelo	Cantidad	Precio unitario	Inversión
			Año 0		Año 0
Banco móvil de corte a medida	MEP	SUPERFLEX 32-40	1	S/ 400,000.00	S/ 400,000.00
Centro de doblado	SCHNELL	ROBOMAST ER 45	1	S/ 220,000.00	S/ 220,000.00
Estribadora	MEP	FOCUS 12	1	S/ 272,000.00	S/ 272,000.00
Cizalla eléctrica	TECMOR	C40	1	S/ 27,600.00	S/ 27,600.00
Dobladora eléctrica	TECMOR	40S	1	S/ 18,000.00	S/ 18,000.00
Puente grúa burriel de 6.3 tn			1	S/ 124,000.00	S/ 124,000.00
Camión grúa para trasporte de acero			1	S/ 250,000.00	S/ 250,000.00
Banco de acero con rodillos			4	S/ 2,000.00	S/ 8,000.00

Bascula de pesaje industrial	2	S/ 14,000.00	S/ 28,000.00
Total			S/ 1,347,600.00

Como podemos ver en la tabla, el proyecto se iniciará con un banco móvil de corte a medida (cortadora), un centro de doblado (dobladora) y una estribadora como equipo principal de trabajo, siendo los demás equipos restantes necesario para la movilización, traslado y transporte del material dentro y fuera de la planta. Dicho equipo será adquirido de la empresa AA Soluciones, misma que es la distribuidora oficial en el Perú de marcas como Schnell, Omis, Dynamic Air, y Ostler las cuales distribuyen en nuestro país, equipo relacionado al rubro del proyecto, mencionando también que dicha empresa fue la encargada del equipamiento de la planta de corte y doblado ACEDIM de Aceros Arequipa, por lo que su equipo garantiza el óptimo funcionamiento de su equipo para este tipo de trabajos.

C. Inversión en mobiliario y equipo de oficina

A continuación, se enumeran todos los equipos y mobiliario de oficina necesarios para el buen funcionamiento, administración y actividad de la organización:

Tabla 31

Inversión detallada en mobiliario y equipo de oficina

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total equipo de oficina
		Año 0		Año 0
Equipo de oficina				
Computadora	und	2	S/ 3 000,00	S/ 6 000,00
Laptop	und	4	S/ 5 000,00	S/ 20 000,00
Impresora	und	2	S/ 1 200,00	S/ 2 400,00
Fotocopiadora	und	1	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Proyector multimedia	und	1	S/ 2 000,00	S/ 2 000,00
Cámara fotocopiadora	und	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Smart TV	und	1	S/ 2 000,00	S/ 2 000,00
Mobiliario				

Escritorio	und	8	S/ 450,00	S/ 3 600,00
Pizarra acrílica	und	2	S/ 200,00	S/ 400,00
Sillas	und	16	S/ 80,00	S/ 1 280,00
Estante	und	4	S/ 200,00	S/ 800,00
Archivadores	und	4	S/ 350,00	S/ 1 400,00
Sofá	jgo	1	S/ 1 600,00	S/ 1 600,00
Total				S/ 48 280,00

4.1.3.2.2. *Inversión en activos intangibles*

Las categorías siguientes se aplican a nuestro proyecto: Licencias, Estudios y Gastos de Organización. Para la supervisión del proyecto, que incluye la verificación del precio de los equipos, la verificación del traslado de la planta, la verificación de la instalación de la planta, etc., se tiene en cuenta el 1,5% de la inversión tangible total (Baca Urbina, 2013).

Tabla 32

Inversión detallada en activos intangibles

Categoría	Concepto	Total, inversión fija intangible
Gastos organizacionales	Supervisión del proyecto	S/ 22 288,20
	Softwares (Licencias)	S/ 30 000,00
	Constitución de la empresa	S/ 2 500,00
Estudios y licencias	Licencia de funcionamiento	S/ 3 000,00
	Certificado de defensa civil	S/ 250,00
	Diseño de planta	S/ 5 000,00
Total		S/ 63 038,20

Con respecto a el Uso de softwares, se está considerante el monto aproximado al uso y licencia de softwares usados en el proceso de ingeniería de detalle BIM los cuales de detallan y sen hacen uso en la propuesta de ingeniería de detalle desarrollado en los capítulos siguientes.

4.1.3.2.3. *Inversión en capital de trabajo*

Se denomina fondo de operaciones a los recursos financieros que necesita una empresa para garantizar su funcionamiento al inicio de sus operaciones o hasta que pueda pagar sus facturas con sus beneficios.

El capital circulante para el proyecto actual se calculará utilizando los siguientes criterios:

- Inventario de materias primas y otros materiales
- Cuentas a pagar
- Caja y bancos

A. Inventario de materia prima

A continuación, detallamos el capital necesario en materia prima y en otros materiales para un periodo de 30 días.

Tabla 33

Inversión de Materia prima sin aplicación de ingeniería de detalle

Descripción del material	Und.	Cant.	Costo de MP	Costo total
Barras de acero (9m)	t	171,950	S/ 4 523,01	S/ 777 732,58
Rollos de acero	t	171,950	S/ 4 523,01	S/ 777 732,58
Total				S/ 1 555 465,17

Tabla 34

Inversión de Materia prima aplicando ingeniería de detalle

Descripción del material	Und.	Cant.	Costo de MP	Costo total
Barras de acero (9m)	t	163,762	S/ 4 523,01	S/ 740 697,70
Rollos de acero	t	163,762	S/ 4 523,01	S/ 740 697,70
Total				S/ 1 481 395,40

Tabla 35*Inversión de otros materiales requeridos*

Concepto	Und.	Cant.	Precio	Costo total
Seguridad				S/ 3 030,00
Casco de seguridad	und.	S/ 12,00	S/ 35,00	S/ 420,00
Guantes de cuero	par	S/ 12,00	S/ 35,00	S/ 420,00
Lentes de seguridad	und.	S/ 12,00	S/ 15,00	S/ 180,00
Protector auditivo	und.	S/ 12,00	S/ 10,00	S/ 120,00
Botas de seguridad	par	S/ 12,00	S/ 80,00	S/ 960,00
Respirador doble vía	pza	S/ 6,00	S/ 55,00	S/ 330,00
Filtros de respirador	par	S/ 6,00	S/ 30,00	S/ 180,00
Chaleco de seguridad	und.	S/ 12,00	S/ 35,00	S/ 420,00
Mantenimiento				S/ 8 500,00
Aceite, grasa y otros materiales	glb	S/ 1.00	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
Repuestos para planta	glb	S/ 1.00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Total				S/ 11 530,00

B. Cuentas por pagar

La cantidad de dinero necesaria para pagar los salarios de los empleados durante 30 días teniendo en cuenta todas las prestaciones y requisitos legales.

Tabla 36*Cuadro de salarios (Cuentas por pagar)*

Descripción del cargo	Cant.	Remuneración mensual	Costo total
Gerente General	1	S/ 6 000,00	S/ 6 000,00
Asistente Gerencia	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Jefe de RRHH	1	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Jefe de logística	1	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Asistente de logística	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Encargado de almacén	1	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00

Jefe de producción	1	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Operador de Cortadora	2	S/ 3 500,00	S/ 7 000,00
Operador de Dobladora	2	S/ 3 500,00	S/ 7 000,00
Operador de Estribadora	1	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
Operador de puente birriel	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Asistentes (Traslado, etiquetado y despacho)	6	S/ 1 800,00	S/ 10 800,00
Modeladores BIM	3	S/ 3 000,00	S/ 9 000,00
Jefe de mantenimiento	1	S/ 3 000,00	S/ 3 000,00
Asistente de mantenimiento	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Mecánico	1	S/ 2 500,00	S/ 2 500,00
Electricista	1	S/ 2 500,00	S/ 2 500,00
Contador	1	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Asistente Administración y contabilidad	1	S/ 1 800,00	S/ 1 800,00
Jefe de ventas	1	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Ejecutivo de ventas	1	S/ 3 500,00	S/ 3 500,00
Vigilante	2	S/ 1 200,00	S/ 2 400,00
Total			S/ 88 400,00

C. Caja y bancos

Son los fondos, en efectivo o en forma de documentos, que la empresa necesita para llevar a cabo sus actividades cotidianas y como medida de seguridad frente a circunstancias imprevistas. En determinadas situaciones, también sería beneficioso aprovechar las ofertas que pueda ofrecer el mercado sobre el precio de las materias primas o las reducciones por pronto pago.

El 10% de toda la cantidad invertida en capital circulante se tendrá en cuenta en caja y bancos, a discreción de la dirección.

Tabla 37

Cuadro detalle de capital de trabajo sin la aplicación de ingeniería de detalle

Concepto	Costo total
Inventario de materia prima	S/ 1 555 465,17
Inventario de otros materiales	S/ 11 530,00

Cuentas por pagar (Planilla)	S/ 88 400,00
Subtotal	S/ 1 655 395,17
Cajas y bancos (10%)	S/ 165 539,52
Total de capital de trabajo	S/ 1 820 934,69

Tabla 38

Cuadro detalle de capital de trabajo aplicando ingeniería de detalle

Concepto	Costo total
Inventario de materia prima	S/ 1 506 579,12
Inventario de otros materiales	S/ 11 530,00
Cuentas por pagar (Planilla)	S/ 88 400,00
Subtotal	S/ 1 606 509,12
Cajas y bancos (10%)	S/ 160 650,91
Total de capital de trabajo	S/ 1 767 160,03

4.1.3.3. Depreciación y amortización

A continuación, se detalla la depreciación aplicada a todos los activos referentes a la empresa y su respectivo valor residual al final del proyecto.

Al finalizar el proyecto, se prevé un ingreso de S/ 486 600,00 procedente de la venta de la totalidad de los activos; empero, a efectos contables, dichos activos tienen un diferente valor (valor contable). Ya sea una ganancia o una pérdida, esta diferencia debe estar sujeta a los impuestos correspondientes (impuesto sobre la renta), lo que da como resultado un valor residual final o neto de S/. 372 051,23.

Tabla 40*Valor residual neto*

Descripción	Cálculo del valor residual neto				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Valor en libros					S/ 98 299,10
Valor residual					S/ 486 600,00
Utilidad por la venta de activos					S/ 388 300,90
Impuesto a la renta (29.5%)					S/ 114 548,77
Valor Residual Neto					S/ 372 051,23

4.1.3.4. Ventas proyectadas

La tabla siguiente muestra la proyección de ventas del proyecto basada en los datos de demanda y precio de venta del análisis de mercado.

Tabla 41*Proyección de ventas*

Descripción	Ingresos proyectados para los próximos 05 años				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producción (t)	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13
Precio de venta (S/.)	5 430,00	5 430,00	5 430,00	5 430,00	5 430,00
Ingresos (S/.)	21 341 461,60	22 157 710,75	23 082 521,04	24 066 799,44	25 114 476,94

4.1.3.5. Costeo para el proyecto**4.1.3.5.1. Costos de producción**

Los costes de producción comprenden todos los costes que participan de forma directa o indirecta en el proceso de producción del acero habilitado y están clasificados del siguiente modo:

A. Materia prima

Esta es la cantidad de dinero que se gasta en las materias primas necesarias para la producción de acero habilitado.

Tabla 42

Costos de producción: materia prima requerida sin la aplicación de ingeniería de detalle

Material	Proyección de costos de materia prima S/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Barras de acero (9m)	9 332 791,02	9 689 743,27	10 094 170,17	10 524 602,95	10 982 760,66
Rollos de acero	9 332 791,02	9 689 743,27	10 094 170,17	10 524 602,95	10 982 760,66
Total	18 665 582,04	19 379 486,54	20 188 340,34	21 049 205,89	21 965 521,31

Tabla 43

Costos de producción: materia prima requerida con la aplicación de ingeniería de detalle

Material	Proyección de costos de materia prima S/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Barras de acero (9m)	9 039 474,73	9 385 208,48	9 776 924,82	1 0193 829,71	10 637 588,18
Rollos de acero	9 039 474,73	9 385 208,48	9 776 924,82	1 0193 829,71	10 637 588,18
Totales	18 078 949,46	18 770 416,96	19 553 849,64	20 387 659,42	21 275 176,36

B. Mano de Obra directa

Es el costo del personal que interviene directamente en el proceso de producción de acero habilitado.

Tabla 44

Costos de producción: mano de obra directa.

Cargo	Proyección de mano de obra directa S/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Operador de Cortadora	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00
Operador de Dobladora	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00	S/ 84 000,00
Operador de Estribadora	S/ 42 000,00	S/ 42 000,00	S/ 42 000,00	S/ 42 000,00	S/ 42 000,00
Asistentes (Traslado, etiquetado y despacho)	S/ 129 600,00	S/ 129 600,00	S/ 129 600,00	S/ 129 600,00	S/ 129 600,00

Total	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00
--------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

C. Mano de obra indirecta (Supervisión)

Este es el salario que se paga a los empleados que prestan apoyo o participan de forma indirecta en el proceso de producción de acero habilitado. Los jefes de producción, los supervisores y el personal de logística constituyen ejemplos de mano de obra indirecta (supervisión) en el sector manufacturero.

Tabla 45

Costos de producción: mano de obra indirecta

Cargo	Proyección de mano de obra directa s/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Jefe de logística	S/ 48 000,00	S/ 48 000,00	S/ 48 000,00	S/ 48 000,00	S/ 48 000,00
Asistente de logística	S/ 21 600,00	S/ 21 600,00	S/ 21 600,00	S/ 21 600,00	S/ 21 600,00
Jefe de producción	S/ 60 000,00	S/ 60 000,00	S/ 60 000,00	S/ 60 000,00	S/ 60 000,00
Encargado de almacén	S/ 14 400,00	S/ 14 400,00	S/ 14 400,00	S/ 14 400,00	S/ 14 400,00
Modelador BIM	S/ 108 000,00	S/ 108 000,00	S/ 108 000,00	S/ 108 000,00	S/ 108 000,00
Total	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00

D. Otros costos indirectos de fabricación

Se detallan los costos referidos a mantenimiento y combustible.

Tabla 46

Costos de producción: Otros costos indirectos

Descripción	Proyección de costos indirectos s/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de mantenimiento	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00
Combustible	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76
Total	S/ 378 457,76	S/ 378 457,76	S/ 378 457,76	S/ 378 457,76	S/ 378 457,76

4.1.3.5.2. Costos de operación

Referido a los gastos relacionados a la funcionalidad de la empresa:

Tabla 47*Gastos de administración y ventas*

Descripción	Proyección de mano de obra directa s/.				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Alquiler	S/ 286 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00
Gastos administrativos	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82
Sueldo del personal	S/ 211 200,00	S/ 211 200,00	S/ 211 200,00	S/ 211 200,00	S/ 211 200,00
Material y útiles de oficina	S/ 8 000,00	S/ 8 000,00	S/ 8 000,00	S/ 8 000,00	S/ 8 000,00
Servicios	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00
Depreciación y amortización	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82
Seguro de equipos	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00
EPP'S	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00	S/ 5 000,00
Gastos de ventas	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00
Sueldo del personal de ventas	S/ 90 000,00	S/ 90 000,00	S/ 90 000,00	S/ 90 000,00	S/ 90 000,00
Alquiler de oficina	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00	S/ 4 000,00
Servicios	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00	S/ 1 200,00
Publicidad y merchandising	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00	S/ 30 000,00
Total	S/ 985 523,82	S/ 963 523,82	S/ 963 523,82	S/ 963 523,82	S/ 963 523,82

4.1.3.6. Financiamiento del proyecto

La obtención de los recursos de capital necesarios para poner en marcha el proyecto se conoce como financiación. En esta fase, se determinará la mejor estructura de capital para la empresa, junto con las fuentes de financiación.

4.1.3.6.1. Inversión total

Se tiene el siguiente cuadro resumen:

Tabla 48*Inversión total del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle*

Concepto	Detalles	Total inversión (S/.)
		Año 0
Activos fijos	Activos tangibles	S/ 1 485 880,00
	Activos intangibles	S/ 63 038,20
	Imprevistos	S/ 77 445,91
Capital de trabajo	Cajas y bancos	S/ 165 539,52

	Inv. Materia prima	S/ 1 555 465,17
	Inv. Otros materiales	S/ 11 530,00
	Salario personal	S/ 88 400,00
Total		S/ 3 447 298,80

Tabla 49

Inversión total del proyecto aplicando ingeniería de detalle

Concepto	Detalles	Total inversión (S/.)
		Año 0
Activos fijos	Activos tangibles	S/ 1 485 880,00
	Activos intangibles	S/ 63 038,20
	Imprevistos	S/ 77 445,91
Capital de trabajo	Cajas y bancos	S/ 160 650,91
	Inv. Materia prima	S/ 1 506 579,12
	Inv. Otros materiales	S/ 11 530,00
	Salario personal	S/ 88 400,00
Total		S/ 3 393 524,14

4.1.3.6.2. Estructura del capital

La forma en que una empresa financia sus activos mediante una combinación de deuda externa y capital propio se conoce como su estructura de capital. El proyecto se financiará mediante aportaciones de tres (3) accionistas y un crédito bancario del Banco de Crédito BCP.

Tabla 50

Estructura del capital (planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Concepto	Fuente de financiamiento	Monto (s/.)	%
Capital propio	Accionista 1 (40%)	S/ 938 919,52	68,09
	Accionista 2 (30%)	S/ 704 189,64	
	Accionista 3 (30%)	S/ 704 189,64	
Capital de terceros	Banco de Crédito del Perú	S/ 1 100 000,00	31,91
Total		S/ 3 447 298,80	100,00

Tabla 51*Estructura del capital (planteamiento aplicando ingeniería de detalle)*

Concepto	Fuente de financiamiento	Monto (s/.)	%
Capital propio	Accionista 1 (40%)	S/ 917 409,66	67,59
	Accionista 2 (30%)	S/ 688 057,24	
	Accionista 3 (30%)	S/ 688 057,24	
Capital de terceros	Banco de Crédito del Perú	S/ 1 100 000,00	32,41
Total		S/ 3 393 524,14	100,00

La estructura de capital para este proyecto se compone de un 32,68 % (S/. 1 100 000) en aportaciones de terceros (Banco de Crédito del Perú) y un 67,32 % (S/. 2 265 822) en aportaciones de los accionistas, tal y como se muestra en la tabla anterior. Dado que la empresa de habilitación de acero planteada será la beneficiaria del préstamo, la aportación de terceros (préstamo bancario) se utiliza como variable condicionante para determinar esta estructura de capital. El importe del préstamo debe ser suficiente para no afectar a sus indicadores financieros (ratios de solvencia) ni mermar su capacidad para financiar sus propios proyectos.

Por otra parte, los propietarios tienen más control sobre el banco porque la aportación de capital social (%) es superior a la aportación de fuentes externas.

4.1.3.6.3. Cuadro de servicio de la deuda

Conforme a lo indicado anteriormente, la empresa de habilitación del acero optará por un préstamo bancario bajo las siguientes premisas:

Tabla 52*Condiciones de crédito*

Monto otorgado:	S/ 1 100 000,00
Tasa efectiva Anual (TEA):	15%
Duración: # de cuotas mensuales	60

Tabla 53*Cuadro resumen del servicio de la deuda*

Año	Saldo inicial	Interés Anual	Amortización Anual	Pago anual	Saldo final
0					S/ 1 100 000,00
1	S/ 1 100 000,00	S/ 144 390,18	S/ 163 147,11	S/ 307 537,29	S/ 936 852,89
2	S/ 936 852,89	S/ 119 918,11	S/ 187 619,17	S/ 307 537,29	S/ 749 233,72
3	S/ 749 233,72	S/ 91 775,24	S/ 215 762,05	S/ 307 537,29	S/ 533 471,67
4	S/ 533 471,67	S/ 59 410,93	S/ 248 126,36	S/ 307 537,29	S/ 285 345,31
5	S/ 285 345,31	S/ 22 191,98	S/ 285 345,31	S/ 307 537,29	S/ 0.00
Total		S/ 437 686,44	S/ 1 100 000,00	S/ 1 537 686,44	

4.1.3.6.4. Costo de oportunidad del accionista

Se hará uso de la metodología CAPM (Capital Asset Pricing Model) para economías emergentes (Perú) por consiguiente, consideraremos los siguientes datos:

Tabla 54*Datos del modelo CAPM (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)*

Simbología	Descripción	Valor
Rf	Rendimiento del activo libre de riesgo (Bonos de EUA)	4,23%
β_d	Beta del sector (desapalancado)	1,23
D/C	Estructura deuda capital	46,86%
β_a	Beta apalancador del sector	1,64
Rm	Rendimiento del portafolio del mercado	10,69%
(Rm -Rf)	Prima por riesgo de mercado	6,46%
EMBI Peru	Riesgo País Perú (Promedio de los últimos 5 años)	3,41%
Impuesto (T)	Impuesto a la resta	29,50%

Se hará uso de la siguiente ecuación CAPM para la determinación del costo oportunidad (COK) para nuestro proyecto:

$$COK_{US\$} = R_f + \beta_A (R_m - R_f) + \text{Riego País}$$

Para el calculo de β_A se sigue el siguiente procedimiento:

$$\beta_A = \beta_D(1 + (1 - T)\frac{D}{C})$$

$$\beta_A = 1.23(1 + (1 - 0.295)0.4686)$$

$$\beta_A = 1.64$$

Seguidamente, calculamos el costo de oportunidad del accionista:

$$COK_{US\$} = R_f + \beta_A(R_m - R_f) + R_{iego País}$$

$$COK_{US\$} = 4.23\% + 1.65(6.46\%) + 3.41\%$$

$$COK_{US\$} = 18.21\%$$

El valor anterior se traduce en una tasa en dólares estadounidenses porque la ecuación CAPM se basa en datos del mercado estadounidense. Por consiguiente, se aplicará la siguiente fórmula para convertir el COK a la moneda local:

$$COK_{soles} = COK_{US\$} + \left(\left(\frac{1 + \pi_{perú}}{1 + \pi_{USA}} \right) - 1 \right)$$

π (Perú): Inflacion de Perú es 1.85%

π (USA): Inflacion de estados unidos es 2.80%

Por consiguiente, para finalizar realizamos el cálculo del costo de oportunidad del accionista en moneda nacional peruana (soles):

$$COK_{soles} = 18,31 + \left(\left(\frac{1 + 1,85\%}{1 + 2,80\%} \right) - 1 \right)$$

$$COK_{soles} = 17,29\%$$

Tabla 55

Datos del modelo CAPM (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)

Simbología	Descripción	Valor
Rf	Rendimiento del activo libre de riesgo (Bonos de EUA)	4,23%
βd	Beta del sector (desapalancado)	1,23
D/C	Estructura deuda capital	47,96%
βa	Beta apalancador del sector	1,65
Rm	Rendimiento del portafolio del mercado	10,69%

(Rm -Rf)	Prima por riesgo de mercado	6,46%
EMBI Perú	Riesgo País Perú (Promedio de los últimos 5 años)	3,41%
Impuesto (T)	Impuesto a la resta	29,50%

Se hará uso de la siguiente ecuación CAPM para la determinación del costo oportunidad (COK) para nuestro proyecto:

$$COK_{US\$} = Rf + \beta_A(R_m - R_f) + \text{Riego País}$$

Para el cálculo de β_A se sigue el siguiente procedimiento:

$$\beta_A = \beta_D(1 + (1 - T)\frac{D}{C})$$

$$\beta_A = 1.23(1 + (1 - 0.295)0.4796)$$

$$\beta_A = 1,65$$

Seguidamente, calculamos el costo de oportunidad del accionista:

$$COK_{US\$} = Rf + \beta_A(R_m - R_f) + \text{Riego País}$$

$$COK_{US\$} = 4,23\% + 1,65(6,46\%) + 3,41\%$$

$$COK_{US\$} = 18,27\%$$

El valor anterior se traduce en una tasa en dólares estadounidenses porque la ecuación CAPM se basa en datos del mercado estadounidense. Por consiguiente, se aplicará la siguiente fórmula para convertir el COK a la moneda local:

$$COK_{soles} = COK_{US\$} + \left(\left(\frac{1 + \pi_{perú}}{1 + \pi_{USA}} \right) - 1 \right)$$

$$\pi(\text{Perú}): \text{Inflacion de Perú es } 1,85\%$$

$$\pi(\text{USA}): \text{Inflacion de estados unidos es } 2,80\%$$

Por consiguiente, para finalizar realizamos el cálculo del costo de oportunidad del accionista en moneda nacional peruana (soles):

$$COK_{soles} = 18,31 + \left(\left(\frac{1 + 1,85\%}{1 + 2,80\%} \right) - 1 \right)$$

$$COK_{soles} = 17,35\%$$

4.1.3.6.5. Costo promedio ponderado de capital (WACC)

Utilizaremos la siguiente ecuación para el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital

$$WAAC = W_d K_d (1 - t) + W_e K_e$$

W_d : Peso de la deuda en la estructura de capital

$K_d(1-t)$: Tasa de la deuda libre de impuestos

W_e : Peso del capital propio en la estructura de capital

K_e (COK): Costo de oportunidad del accionista

En la siguiente tabla mostramos el cálculo del Costo Promedio ponderado de Capital para el proyecto:

Tabla 56

Cálculo del WACC (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Concepto	Aporte	Importe (S/.)	Costo capital	Ponderación
Capital propio (Accionistas)	68,09	S/ 2 347 298,80	17,29%	11,77%
Aporte de terceros (BCP)	31,91	S/ 1 100 000,00	15,00%	4,79%
Weight Average Cost Of Capital (WACC)				16,56%

Como se aprecia en la tabla, el valor del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) tiene un valor de 16,56%, valor que será usado para el cálculo del Valor Actual Neto Económico (VANE).

Tabla 57

Cálculo del WACC (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)

Concepto	Aporte	Importe (S/.)	Costo capital	Ponderación
Capital propio (Accionistas)	67,59	S/ 2 293 524,14	17,35%	11,72%
Aporte de terceros (BCP)	32,41	S/ 1 100 000,00	15,00%	4,86%
Weight Average Cost Of Capital (WACC)				16,59%

Como se aprecia en la tabla, el valor del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) tiene un valor de 16,59%, valor que será usado para el cálculo del Valor Actual Neto Económico (VANE).

4.1.3.7. Punto de equilibrio

El momento en el que los ingresos totales y los costes totales relacionados con la producción o venta de un producto son exactamente iguales se conoce como punto de equilibrio. Dicho de otro modo, es el punto de actividad en el que no se producen ni ganancias ni pérdidas.

Se utilizará el siguiente método matemático para determinar el punto de equilibrio del proyecto.

$$PE(Tn) = \frac{Costos\ Fijos}{(PrecioVenta - CVunitario)}$$

Tabla 58*Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)*

Descripción	Punto de equilibrio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos variables	S/ 19 635 639,80	S/ 20 349 544,30	S/ 21 158 398,10	S/ 22 019 263,65	S/ 22 935 579,07
Materia prima	S/ 18 665 582,04	S/ 19 379 486,54	S/ 20 188 340,34	S/ 21 049 205,89	S/ 21 965 521,31
Mano de obra directa	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00
Supervision	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00
Mantenimiento	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00
Combustible	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76
Costos fijos	S/ 1 129 914,00	S/ 1 083 441,93	S/ 1 055 299,06	S/ 1 022 934,75	S/ 985 715,80
Intereses financieros	S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Alquiler	S/ 286 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00
Gastos administrativos	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82
Gastos comerciales	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00
Ventas (Tn)	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13
CV unitario o costo medio variable	S/ 4 995,98	S/ 4 986,89	S/ 4 977,36	S/ 4 968,03	S/ 4 958,90
Precio de venta (S/.)	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00
Punto de equilibrio	2 603,37	2 445,08	2 331,45	2 214,29	2 092,37

En el primer año, la empresa podrá cubrir todos sus gastos con 2603.37 tn de acero habilitado, lo que supondrá alcanzar el umbral de rentabilidad. A medida que los costes unitarios variables disminuyan en los años siguientes, esta cifra se reducirá.

Figura 51

Punto de equilibrio del proyecto

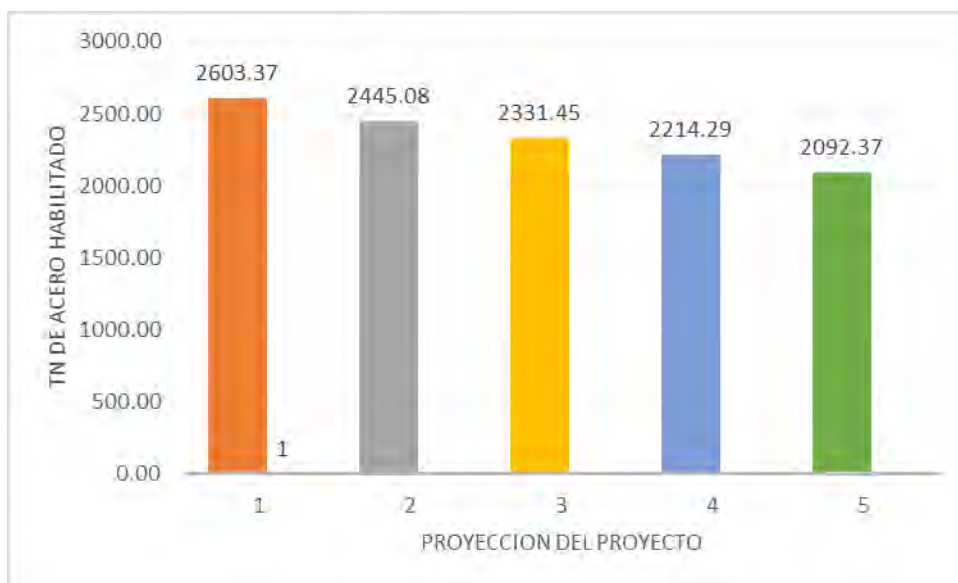


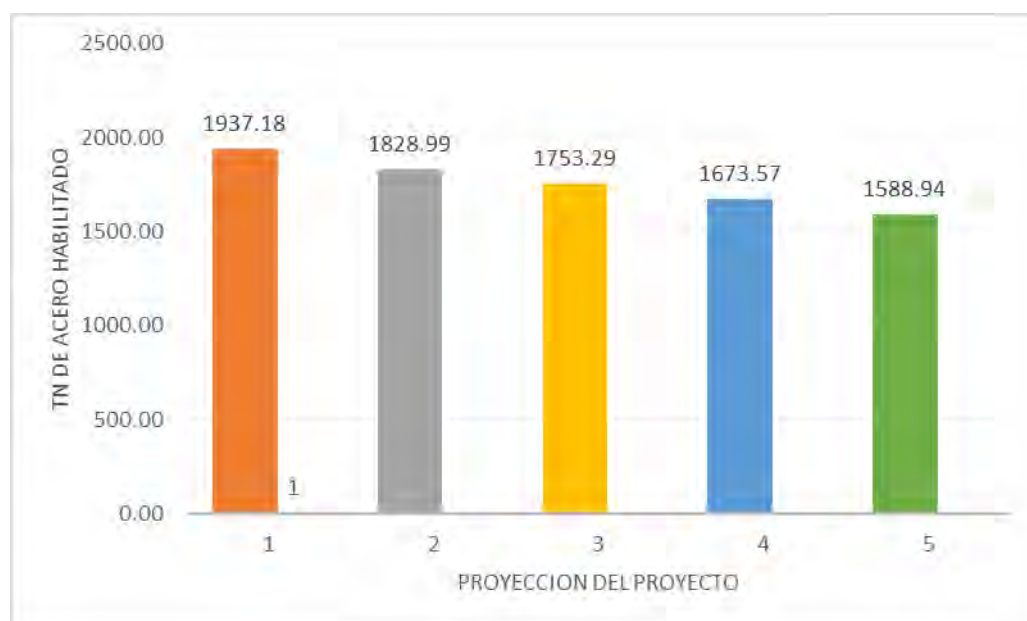
Tabla 59*Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)*

Descripción	Punto de equilibrio				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos variables	S/ 19 049 007,22	S/ 19 740 474,72	S/ 20 523 907,40	S/ 21 357 717,18	S/ 22 245 234,12
Materia prima	S/ 18 078 949,46	S/ 18 770 416,96	S/ 19 553 849,64	S/ 20 387 659,42	S/ 21 275 176,36
Mano de obra directa	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00	S/ 339 600,00
Supervision	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00	S/ 252 000,00
Mantenimiento	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00	S/ 146 400,00
Combustible	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76	S/ 232 057,76
Costos fijos	S/ 1 129 914,00	S/ 1 083 441,93	S/ 1 055 299,06	S/ 1 022 934,75	S/ 985 715,80
Intereses financieros	S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Alquiler	S/ 286 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00	S/ 264 000,00
Gastos administrativos	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82
Gastos comerciales	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00
Ventas (Tn)	3 930,29	4 080,61	4 250,92	4 432,19	4 625,13
CV unitario o costo medio variable	S/ 4 846,72	S/ 4 837,63	S/ 4 828,10	S/ 4 818,77	S/ 4 809,64
Precio de venta (S/.)	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00
Punto de equilibrio	1 937,18	1 828,99	1 753,29	1 673,57	1 588,94

En el primer año, la empresa podrá cubrir todos sus gastos con 1937.18 tn de acero habilitado, lo que supondrá alcanzar el umbral de rentabilidad. A medida que los costes unitarios variables disminuyan en los años siguientes, esta cifra se reducirá.

Figura 52

Punto de equilibrio del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)



Sin embargo, el margen de contribución es otra métrica crucial para el proyecto. La contribución de un producto al negocio en términos de cobertura de los costes fijos y generación de beneficios o ventajas se conoce como margen de contribución. El porcentaje del margen de contribución para los cinco años del proyecto se muestra en la tabla a continuación:

$$\% MC = \frac{\text{Precio Venta} - \text{CV unitario}}{\text{CV unitario}}$$

Tabla 60

Margen de contribución (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Descripción	% Margen de contribución				
	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Costo variable unitario	S/ 4 995,98	S/ 4 986,89	S/ 4 977,36	S/ 4 968,03	S/ 4 958,90
Precio de venta (S/.)	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00
%MC	7,99%	8,16%	8,34%	8,51%	8,68%

Se proyecta un margen de contribución del 7,99 % para el primer año, tal y como se muestra en la tabla anterior. Este margen aumentará en los años siguientes como resultado de la disminución de los costes unitarios variables, alcanzando un margen de contribución del 8,68 % en el quinto año del proyecto.

Tabla 61

Margen de contribución (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)

Descripción	% Margen de contribución				
	Año 01	Año 02	Año 03	Año 04	Año 05
Costo variable unitario	S/ 4 846,72	S/ 4 837,63	S/ 4 828,10	S/ 4 818,77	S/ 4 809,64
Precio de venta (S/.)	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00	S/ 5 430,00
%MC	10,74%	10,91%	11,08%	11,26%	11,42%

Se proyecta un margen de contribución del 10,74 % para el primer año, tal y como se muestra en la tabla anterior. Este margen aumentará en los años siguientes como resultado de la disminución de los costes unitarios variables, alcanzando un margen de contribución del 11,42 % en el quinto año del proyecto.

4.1.3.8. Estados financieros

4.1.3.8.1. Estado de resultados

En la tabla se muestra el Estado de Resultados proyectado para los próximos 5 años.

Tabla 62

Estado de Resultados proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ventas	S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
(-) Costos de producción	S/ 19 635 639,80	S/ 20 349 544,30	S/ 21 158 398,10	S/ 22 019 263,65	S/ 22 935 579,07
Utilidad bruta	S/ 1 705 821,81	S/ 1 808 166,46	S/ 1 924 122,94	S/ 2 047 535,79	S/ 2 178 897,87
(-) Gastos de Administración	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82
(-) Gastos de Ventas	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00
Utilidad Operativa	S/ 1 006 297,99	S/ 1 108 642,64	S/ 1 224 599,12	S/ 1 348 011,97	S/ 1 479 374,05
(-) Intereses financieros	S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Utilidad antes del impuesto	S/ 861 907,80	S/ 988 724,52	S/ 1 132 823,89	S/ 1 288 601,04	S/ 1 457 182,07
(-) Impuesto a la renta	S/ 254 262,80	S/ 291 673,73	S/ 334 183,05	S/ 380 137,31	S/ 429 868,71
Utilidad Neta	S/ 607 645,00	S/ 697 050,79	S/ 798 640,84	S/ 908 463,73	S/ 1 027 313,36

Tabla 63*Estado de Resultados proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)*

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ventas	S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
(-) Costos de producción	S/ 19 049 007,22	S/ 19 740 474,72	S/ 20 523 907,40	S/ 21 357 717,18	S/ 22 245 234,12
Utilidad bruta	S/ 2 292 454,38	S/ 2 417 236,03	S/ 2 558 613,64	S/ 2 709 082,26	S/ 2 869 242,82
(-) Gastos de Administración	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82	S/ 574 323,82
(-) Gastos de Ventas	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00	S/ 125 200,00
Utilidad Operativa	S/ 1 592 930,56	S/ 1 717 712,21	S/ 1 859 089,82	S/ 2 009 558,44	S/ 2 169 719,00
(-) Intereses financieros	S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Utilidad antes del impuesto	S/ 1 448 540,38	S/ 1 597 794,10	S/ 1 767 314,58	S/ 1 950 147,51	S/ 2 147 527,03
(-) Impuesto a la renta	S/ 427 319,41	S/ 471 349,26	S/ 521 357,80	S/ 575 293,51	S/ 633 520,47
Utilidad Neta	S/ 1 021 220,97	S/ 1 126 444,84	S/ 1 245 956,78	S/ 1 374 853,99	S/ 1 514 006,55

4.1.3.9. Flujo de caja económico

Tabla 64

Flujo de caja económico proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Detalle de ingresos (+)		S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
Ingresos por ventas		S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
Detalle de Egresos (-)		S/ 20 335 163,62	S/ 21 049 068,12	S/ 21 857 921,92	S/ 22 718 787,47	S/ 23 635 102,89
Costos de producción		S/ 19 635 639,80	S/ 20 349 544,30	S/ 21 158 398,10	S/ 22 019 263,65	S/ 22 935 579,07
Gastos Administrativos y ventas		S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82
Flujo de caja operativo		S/ 1 006 297,99	S/ 1 108 642,64	S/ 1 224 599,12	S/ 1 348 011,97	S/ 1 479 374,05
Impuesto a la renta (29,5%)		S/ 296 857,91	S/ 327 049,58	S/ 361 256,74	S/ 397 663,53	S/ 436 415,34
Utilidad neta		S/ 709 440,08	S/ 781 593,06	S/ 863 342,38	S/ 950 348,44	S/ 1 042 958,70
Inversiones	S/ 3 447 298,80	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 662 175,05
Activo tangible & intangible	S/ 1 626 364,11					
Capital de Trabajo	S/ 1 820 934,69					
Depreciación y Amortización		S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82
Valor Residual						S/ 372 051,23
Flujo de caja Económico	-S/ 3 447 298,80	S/ 999 563,90	S/ 1 071 716,88	S/ 1 153 466,20	S/ 1 240 472,26	S/ 1 705 133,76

Tabla 65*Flujo de caja económico proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)*

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Detalle de ingresos (+)		S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
Ingresos por ventas		S/ 21 341 461,60	S/ 22 157 710,75	S/ 23 082 521,04	S/ 24 066 799,44	S/ 25 114 476,94
Detalle de Egresos (-)		S/ 19 748 531,04	S/ 20 439 998,54	S/ 21 223 431,22	S/ 22 057 241,00	S/ 22 944 757,94
Costos de producción		S/ 19 049 007,22	S/ 19 740 474,72	S/ 20 523 907,40	S/ 21 357 717,18	S/ 22 245 234,12
Gastos Administrativos y ventas		S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82	S/ 699 523,82
Flujo de caja operativo		S/ 1 592 930,56	S/ 1 717 712,21	S/ 1 859 089,82	S/ 2 009 558,44	S/ 2 169 719,00
Impuesto a la renta (29,5%)		S/ 469 914,52	S/ 506 725,10	S/ 548 431,50	S/ 592 819,74	S/ 640 067,11
Utilidad neta		S/ 1 123 016,05	S/ 1 210 987,11	S/ 1 310 658,32	S/ 1 416 738,70	S/ 1 529 651,90
Inversiones	S/ 3 393 524,14	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 662 175,05
Activo tangible & intangible	S/ 1 626 364,11					
Capital de Trabajo	S/ 1 767 160,03					
Depreciación y Amortización		S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82
Valor Residual						S/ 372 051,23
Flujo de caja Económico	-S/ 3 393 524,14	S/ 1 413 139,87	S/ 1 501 110,93	S/ 1 600 782,14	S/ 1 706 862,52	S/ 2 191 826,95

4.1.3.10. Flujo de caja financiero

Tabla 66

Flujo de caja financiero proyectado (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta		S/ 709 440,08	S/ 781 593,06	S/ 863 342,38	S/ 950 348,44	S/ 1 042 958,70
Inversiones	S/ 3 447 298,80	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 662 175,05
Activo tangible & intangible	S/ 1 626 364,11					
Capital de Trabajo	S/ 1 820 934,69					
Depreciación y Amortización		S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82
Valor Residual						S/ 372 051,23
Flujo de caja económico	S/ 3 447 298,80	S/ 999 563,90	S/ 1 071 716,88	S/ 1 153 466,20	S/ 1 240 472,26	S/ 1 705 133,76
Financiamiento	S/ 1 100 000,00	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29
Préstamo	S/ 1 100 000,00					
Amortización		S/ 163 147,11	S/ 187 619,17	S/ 215 762,05	S/ 248 126,36	S/ 285 345,31
Intereses		S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Interés por factura negociable						
Beneficios tributarios						
Flujo de caja financiero	-S/ 2 347 298,80	S/ 692 026,61	S/ 764 179,59	S/ 845 928,91	S/ 932 934,97	S/ 1 397 596,47

Tabla 67*Flujo de caja financiero proyectado (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)*

Concepto/Periodo	Estados de resultados proyectados (En S/.)					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta		S/ 1 123 016,05	S/ 1 210 987,11	S/ 1 310 658,32	S/ 1 416 738,70	S/ 1 529 651,90
Inversiones	S/ 3 393 524,14	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 662 175,05
Activo tangible & intangible	S/ 1 626 364,11					
Capital de Trabajo	S/ 1 767 160,03					
Depreciación y Amortización		S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82	S/ 290 123,82
Valor Residual						S/ 372 051,23
Flujo de caja económico	S/ 3 393 524,14	S/ 1 413 139,87	S/ 1 501 110,93	S/ 1 600 782,14	S/ 1 706 862,52	S/ 2 191 826,95
Financiamiento	S/ 1 100 000,00	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29	S/ 307 537,29
Préstamo	S/ 1 100 000,00					
Amortización		S/ 163 147,11	S/ 187 619,17	S/ 215 762,05	S/ 248 126,36	S/ 285 345,31
Intereses		S/ 144 390,18	S/ 119 918,11	S/ 91 775,24	S/ 59 410,93	S/ 22 191,98
Interés por factura negociable						
Beneficios tributarios						
Flujo de caja financiero	-S/ 2 293 524,14	S/ 1 105 602,58	S/ 1 193 573,64	S/ 1 293 244,86	S/ 1 399 325,23	S/ 1 884 289,66

4.1.3.11. Evaluación económica y financiera del proyecto

4.1.3.11.1. Indicadores económicos (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Se utilizará la información obtenida del flujo de caja económico para determinar los indicadores económicos del proyecto.

A. Valor actual neto económico (VANE)

El VAN es un método de valoración de proyectos que calcula las ganancias o pérdidas de una inversión descontando (actualizando) todos los flujos de caja entrantes y salientes previstos.

Podemos notar que para el presente proyecto se obtuvo un VANE de S/ 392 287,89 (VANE >0), por consiguiente, se puede considerar que se trata de un proyecto económicamente viable. Dichos flujos fueron descontados con un WACC de 16,56%.

Valor Actual Neto Económico (VANE)	S/ 392 287,89
Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC)	16,56%

B. Tasa interna de retorno económico (TIRE)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es rentabilidad esperada de la inversión.

Para nuestro proyecto planteado, se obtuvo un TIRE de 21% el cual es superior al Costo promedio ponderado de capital (WACC) del 16,56%, por lo que se consideraría como un proyecto económicamente viable.

Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	21%
Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC)	16,56%

C. Periodo de recuperación de la inversión económica (PRE)

El Payback de la inversión es una técnica que evalúa los proyectos en función del tiempo necesario para recuperar la inversión.

Para el proyecto planteado se estima que el periodo de recuperación de la inversión económica (PRE) será de 3.20 años.

Periodo de Recuperación de la Inversión	3,20	Años
--	------	------

4.1.3.11.2. Indicadores económicos (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)

Se utilizará la información obtenida del flujo de caja económico para determinar los indicadores económicos del proyecto.

A. Valor actual neto económico (VANE)

El VAN es un método de valoración de proyectos que calcula las ganancias o pérdidas de una inversión descontando (actualizando) todos los flujos de caja entrantes y salientes previstos.

Podemos notar que para el presente proyecto se obtuvo un VANE de S/ 1 874 445,22

(VANE >0), por consiguiente, se puede considerar que se trata de un proyecto económicamente viable. Dichos flujos fueron descontados con un WACC de 16,59%.

Valor Actual Neto Económico (VANE)	S/ 1 874 445,22
Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC)	16,59%

B. Tasa interna de retorno económico (TIRE)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es rentabilidad esperada de la inversión.

Para nuestro proyecto planteado, se obtuvo un TIRE de 37% el cual es superior al Costo promedio ponderado de capital (WACC) del 16,59%, por lo que se consideraría como un proyecto económicamente viable.

Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	37%
Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC)	16,59%

C. Periodo de recuperación de la inversión económica (PRE)

El Payback de la inversión es una técnica que evalúa los proyectos en función del tiempo necesario para recuperar la inversión.

Para el proyecto planteado se estima que el periodo de recuperación de la inversión económica (PRE) será de 2,34 años.

Periodo de Recuperación de la Inversión	2,34 Años
--	-----------

4.1.3.11.3. Indicadores financieros (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle)

Se utilizará la información obtenida del flujo de caja financiero para determinar los indicadores financieros del proyecto.

A. Valor actual neto financiero (VANF)

Para el proyecto planteado se calculó un VANF de S/ **445 267,31** (VANF>0) por lo tanto, el financiamiento incrementa el valor financiero al patrimonio de los accionistas. Estos flujos fueron descontados con el costo de oportunidad de los accionistas (COK) de 17,29%.

Valor Actual Neto Financiero (VANF)	S/ 445 267,31
Costo De Oportunidad de los Accionistas (COK)	17,29%

B. Tasa interna de retorno financiera (TIRF)

Para el presente proyecto planteado se calculó un **TIRF** de **24%** lo cual es mayor al costo de oportunidad de los accionistas (**COK**) de **17,29%**; por consiguiente, el proyecto es viable por el método del TIR.

Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF)	24%
Costo de Oportunidad de los Accionistas (COK)	17,29%

C. Periodo de recuperación de la inversión financiera (PRF)

Para el presente proyecto planteado, se estima que el periodo de recuperación de la inversión (**PRF**) será en **3,17 años**.

Periodo de recuperación de la Inversión	3,17	Años
--	------	------

4.1.3.11.4. Indicadores financieros (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle)

Se utilizará la información obtenida del flujo de caja financiero para determinar los indicadores financieros del proyecto.

A. Valor actual neto financiero (VANF)

Para el proyecto planteado se calculó un VANF de S/ **1 900 363,84** (VANF>0) por lo tanto, el financiamiento incrementa el valor financiero al patrimonio de los accionistas. Estos flujos fueron descontados con el costo de oportunidad de los accionistas (COK) de 17,35%.

Valor Actual Neto Financiero (VANF)	S/ 1 900 363,84
Costo de Oportunidad de los Accionistas (COK)	17,35%

B. Tasa interna de retorno financiera (TIRF)

Para el presente proyecto planteado se calculó un **TIRF** de **47%** lo cual es mayor al costo de oportunidad de los accionistas (**COK**) de **17,35%**; por consiguiente, el proyecto es viable por el método del TIR.

Tasa Interna de Retorno Financiera (TIRF)	47%
Costo de Oportunidad de los Accionistas (COK)	17,35%

C. Periodo de recuperación de la inversión financiera (PRF)

Para el presente proyecto planteado, se estima que el periodo de recuperación de la inversión (**PRF**) será en **2,04 años**.

Periodo de Recuperación de la Inversión	2,04	Años
--	------	------

4.1.3.11.5. Análisis de riesgo económico y financiero

Realizaremos el análisis de sensibilidad basándonos en factores de probabilidad de variación y sus consecuencias en el proyecto, los factores que consideraremos serán, el precio, la demanda y la materia prima, los cuales son factores de vital importancia para predecir el comportamiento y la viabilidad del proyecto ante las variaciones de dichos factores antes mencionados.

A. Escenario de evaluación del precio de venta

Tabla 68

Escenario de evaluación del precio de venta

Escenario ante una variación de precio de venta	
Escenario optimista	Existe un incremento de precio por demanda y aceptación del producto.
Escenario probable	Se mantienen precios de venta actuales
Escenario pesimista	Se requiere disminuir precios por competitividad y para ingresar al mercado

Para la presente evaluación de sensibilidad se plantea un incremento promedio de 3% en el precio de venta, referenciándonos en los índices de variación de precios de

materiales de construcción propuesto por el INEI y calcularemos el porcentaje máximo de reducción de precio que haga el negocio aun rentable.

Resultados de acuerdo a variaciones en el precio de venta del proyecto (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle):

Tabla 69

Variaciones en el precio de venta del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle

Precio Variación	VAN Económico	VAN Financiero	TIR Económico	TIR Financiero
Sube 3%	S/ 1 955 493,74	S/ 1 981 681,20	37%	47%
Igual	S/ 392 287,89	S/ 445 267,31	21%	24%
Baja 3%	-S/ 128 780,73	-S/ 66 870,66	15%	16%

Resultados de acuerdo a variaciones en el precio de venta del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle):

Tabla 70

Variaciones en el precio de venta del proyecto aplicando ingeniería de detalle

Precio Variación	VAN Económico	VAN Financiero	TIR Económico	TIR Financiero
Sube 3%	S/ 3 436 533,41	S/ 3 434 551,87	53%	69%
Igual	S/ 1 874 445,22	S/ 1 900 363,84	37%	47%
Baja 3%	S/ 312 357,03	S/ 366 175,81	20%	23%
Baja 4%	-S/ 208 339,04	-S/ 145 220,20	14%	15%

B. Escenario de evaluación de la demanda

Tabla 71

Escenario de evaluación de la demanda

Escenario ante una variación de la demanda	
Escenario optimista	Existe un incremento de la demanda por la aceptación del producto: Acero habilitado en obra.

Escenario probable	Se mantienen niveles de demanda pronosticados en el estudio
Escenario pesimista	Se registra disminución del 25% de demanda proyectada producto de la incredulidad sobre el producto.

Para la evaluación del máximo nivel de demanda que el proyecto podría cubrir sin el requerimiento de maquinaria adicional considerando la capacidad instalada en el proyecto podríamos considerar un incremento del 25% en la demanda. Por otro lado, considerando un escenario pesimista consideraremos una baja en la demanda hasta un porcentaje máximo de reducción de demanda que haga el negocio aun rentable.

Resultados de acuerdo a variaciones de la demanda del proyecto (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle):

Tabla 72

Variaciones de la demanda del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle

Demanda	VAN	VAN	TIR	TIR
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Sube 25%	S/ 1 626 369,49	S/ 1 667 488,59	32%	39%
Igual	S/ 392 287,89	S/ 445 267,31	21%	24%
Baja 10%	-S/ 97 964,88	-S/ 37 371,43	15%	17%

Resultados de acuerdo a variaciones de la demanda del proyecto (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle):

Tabla 73

Variaciones de la demanda del proyecto aplicando ingeniería de detalle

Demanda	VAN	VAN	TIR	TIR
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Sube 25%	S/ 3 487 586,78	S/ 3 502 878,67	49%	62%
Igual	S/ 1 874 445,22	S/ 1 900 363,84	37%	47%
Baja 25%	S/ 276 574,57	S/ 325 994,43	20%	24%
Baja 30%	-S/ 40 614,87	S/ 16 104,07	16%	18%

C. Escenario de evaluación del costo de materia prima

Tabla 74

Escenario de evaluación del costo de materia prima

Escenario ante una variación del costo de la materia prima	
Escenario optimista	Existe una disminución del precio del acero
Escenario probable	Se mantienen precios actuales
Escenario pesimista	Existe un incremento del precio del acero por factores externos e inestabilidad política

Para la presente evaluación de sensibilidad se plantea un incremento promedio de 4.6% en el precio del acero como materia prima, dato propuesto por el INEI como variación de precio del acero en la región Cusco 2023, por consiguiente, se realizará la evaluación de sensibilidad con este porcentaje y porcentajes probables para ver el comportamiento de la rentabilidad.

Resultados de acuerdo a variaciones en el costo de la materia prima (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle):

Tabla 75

Variaciones en el costo de la materia prima del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle

Costo de materia prima	VAN		TIR	
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Baja 4,6%	S/ 466 715,32	S/ 517 467,17	22%	26%
Igual	S/ 392 287,89	S/ 445 267,31	21%	24%
Sube 4,6%	S/ 317 676,48	S/ 372 666,83	20%	23%
Sube 10%	S/ 229 870,06	S/ 286 977,20	19%	21%

Resultados de acuerdo a variaciones en el costo de la materia prima (Planteamiento aplicando ingeniería de detalle):

Tabla 76

Variaciones en el costo de la materia prima del proyecto aplicando ingeniería de detalle

Costo de materia prima	VAN	VAN	TIR	TIR
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Baja -4,6%	S/ 1 944 901,32	S/ 1 966 962,22	38%	49%
Igual	S/ 1 874 445,22	S/ 1 900 363,84	37%	47%
Sube +4,6%	S/ 1 803 744,73	S/ 1 833 177,48	36%	45%
Sube +10%	S/ 1 720 457,09	S/ 1 753 626,42	34%	43%
Sube +25%	S/ 1 487 624,71	S/ 1 529 359,98	31%	37%

D. Escenario de evaluación de la inversión de activos fijos

Tabla 77

Escenario de evaluación de la inversión de activos fijos

Escenario frente a una variación de la inversión en activos fijos	
Escenario optimista	Existe un incremento en la inversión de activos fijos (maquinaria)
Escenario probable	Se mantienen montos de inversión en activos fijos
Escenario pesimista	Se requiere disminuir los montos de inversión en activos fijos para poder iniciar con el proyecto.

Para la presente evaluación de sensibilidad se plantea un incremento promedio en la inversión en activos fijos por un alza en la demanda, como también se analiza el escenario en donde se deba reducir costos en adquisición de maquinaria, prescindiendo de maquinaria de contención o emergencia, lo que podría significar un 25% de reducción de costo total sin la reducción de la capacidad instalada del proyecto.

Resultados de acuerdo a variaciones en la inversión en activos fijos (Planteamiento sin la aplicación de ingeniería de detalle):

Tabla 78

Variaciones en la inversión en activos fijos del proyecto sin la aplicación de ingeniería de detalle

Activos fijos	VAN	VAN	TIR	TIR
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Sube +25%	S/ 102 212,21	S/ 161 741,60	17%	19%
Igual	S/ 392 287,89	S/ 445 267,31	21%	24%
Baja -25%	S/ 679 390,94	S/ 722 081,58	25%	31%

Resultados de acuerdo a variaciones en la inversión en activos fijos
(Planteamiento aplicando ingeniería de detalle):

Tabla 79

Variaciones en la inversión en activos fijos del proyecto aplicando ingeniería de detalle

Activos fijos	VAN	VAN	TIR	TIR
Variación	Económico	Financiero	Económico	Financiero
Sube +25%	S/ 1 591 037,38	S/ 1 629 752,10	32%	39%
Igual	S/ 1 874 445,22	S/ 1 900 363,84	37%	47%
Baja +25%	S/ 2 153 341,99	S/ 2 159 662,55	43%	57%

4.2. Propuesta de ingeniería de detalle

4.2.1. Recolección y verificación de datos

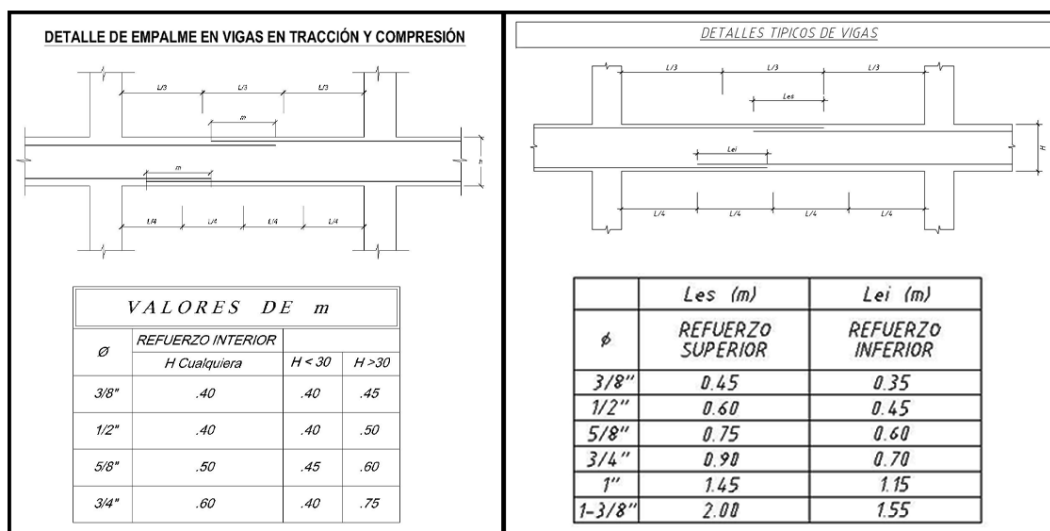
Los criterios y normas que rigen los trabajos de habilitación de acero, están expresamente descritas en la norma E060 del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, por lo cual es de público conocimiento los alcances de esta normativa. Esto permite tener una base legal sobre los criterios aplicados durante la generación de la ingeniería de detalle.

Aunque se cuenta con un marco normativo para dichos trabajos, en la práctica la supervisión de los trabajos de habilitación de acero referidos a la etapa de ejecución son cumplidas en estricto en base a la documentación de carácter contractual presente en los planos de ejecución, los cuales a sus vez tienden a variar en sus especificaciones técnicas según el tipo de obra y condiciones externas evaluadas y visadas por un profesional responsable, que en muchos casos tienden a variar ciertos criterios acorde a la particularidad propia de cada proyecto.

Es por esta razón, lo importante de esta primera etapa de verificación de los parámetros y especificaciones técnicas propias del proyecto en particular.

Figura 53

Variación del valor m para el traslape de barra de acero en vigas



Nota. Elaboración propia.

En esta etapa se da la conformidad de las especificaciones técnicas proporcionadas por los clientes para la habilitación del acero, en tal sentido es durante esta etapa en la cual se recopilada toda la información requerida para un correcto inicio de las actividades.

Otro dato importante a considerar previo a la etapa de modelado y gestión de la información es la de conocer el cronograma de ejecución de obra, con el fin de anticipar los envíos de acero previstos en los requerimientos de su programación. Aunque por el tipo de proyecto y entidad a la cual pertenezcan, no todos los proyectos contarán con esta información, teniendo así que considerar la coordinación con los responsables de los proyectos a fin de poder cubrir los requerimientos de acero.

La importancia de conocer el cronograma de ejecución de obra va más allá del simple hecho de prever las entregas de acero prefabricado con anticipación, sino más bien el valor de conocer esta información previo a la ejecución de obra, da una idea generalizada de los volúmenes de acero a emplearse durante toda su construcción, esto con el fin de prever el tamaño de la muestra a ser empleado en los procesos de iteración para la optimización del corte y posterior generación de planos de habilitado de acero y de esta manera estimar los volúmenes de compra a emplearse en los talleres de habilitado.

La justificación para esta consideración es la siguiente:

El proceso de optimización de acero descritas en los trabajos (Tica Gonzales, 2021) Y [Castro Atao, 2010] considera el uso total de acero requerido en un proyecto como variable inicial para la optimización de piezas descrita en sus trabajos, esto con el fin de minimizar al máximo los desperdicios por corte.

En su trabajo de investigación, el autor describe, como parte del análisis de optimización, la generación de una base de datos de todos los tipos de barras a emplearse en el proyecto; con lo que se puede inferir lo expuesto anteriormente en el presente trabajo de investigación, sobre el criterio del uso total de barras para la etapa de optimización.

En dicho criterio, la aplicación de estos procedimientos en una etapa constructiva, podrían considerarse como ideales puesto que conlleva a múltiples desafíos logísticos y por consiguiente económicos. Según los criterios de Nigel Slack y Alistar brandon-Jones en su libro “Operation and Proces Management 5th”, mencionan en su capítulo 10 “Resource planning and control” la importancia de un programa maestro de producción y la gestión de inventarios para evitar comprometerse con más de los se pueda necesitar.

Por lo que será fundamental generar un cronograma y plan de entrega de acero pre dimensionado para evitar los costos asociados a la sobre producción ya todo lo que conlleva como, por ejemplo:

- Mayores gastos en la gestión de almacenamiento
- Uso injustificado de instalaciones por sobre producción
- Perdida de liquidez por la sobre adquisición de acero
- Mayores gastos por el uso injustificado de la mano de obra propios para la fabricación de acero dimensionado, lo cual conllevaría a una reducción en la eficiencia operativa.

Además, las solicitudes o prestaciones por parte de los empresas o particulares no son por el cien por ciento del lote de acero, sino más bien por una parte prevista en el cronograma y planificación del proyecto.

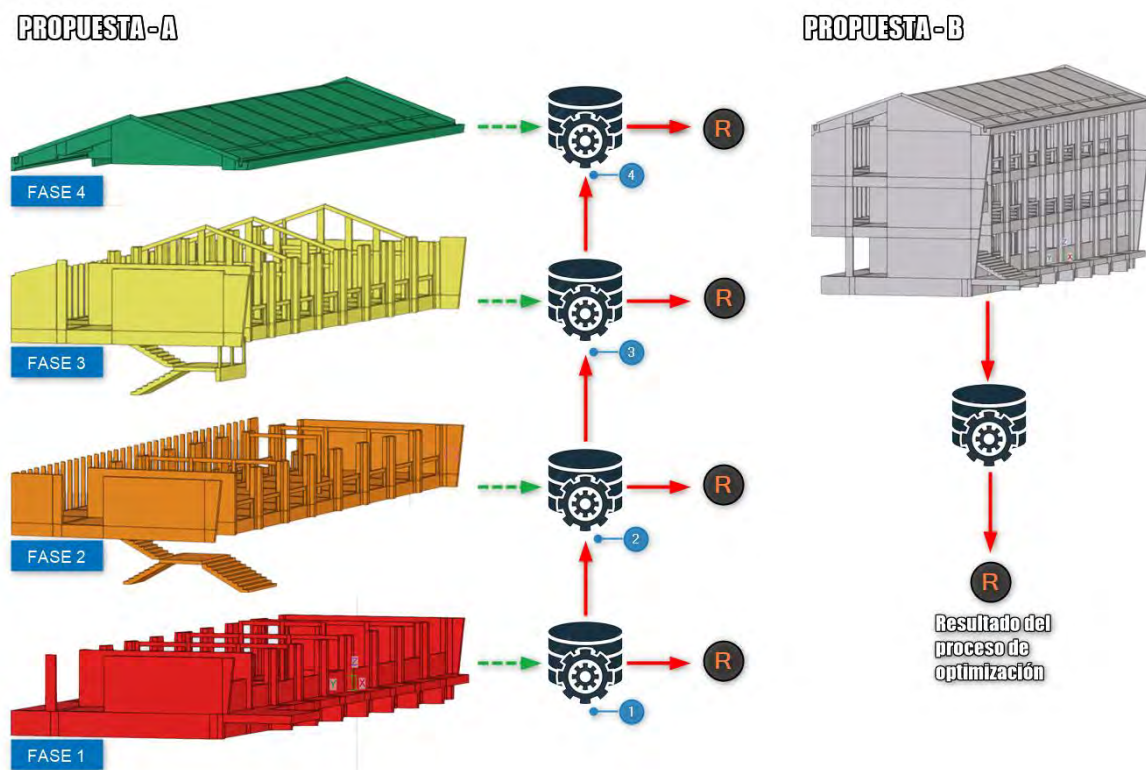
En tal sentido es de esperar que la consideración para el proceso de optimización de acero para la presente investigación, no abarque el cien por ciento del uso de acero para la optimización descritas en los trabajos (Chino Quispe y Zarate Chilquetuma, 2024) Y (Tica González ,2021) sino más bien este en función a los lotes requeridos por los contratistas y al

material existente en almacén producto de proyectos previos, documentados e inventariados en bases de datos previstos para estos fines.

La figura 54-propuesta A representa el criterio aplicado en la secuencia descrita para los procesos de optimización planteados en la presente investigación, mientras la figura 54 propuesta B representa la secuencia propuesta y empleada en los trabajos de (Chino Quispe y Zarate Chilquetuma, 2024), para la etapa de optimización.

Figura 54

Secuencia de procesos de optimización



Nota. Elaboración propia.

4.2.2. Proceso de modelado

4.2.2.1. Modelado de concreto.

Los elementos que conforman el modelo de concreto deberán reflejar a través de su geometría la secuencia constructiva propia para su ejecución, a fin de incorporar el acero de manera sectorizada e independiente.

Considerando lo señalado en el ítem Herramientas de modelado de concreto, el software empleado para el modelado de concreto nos ofrece una amplia gama de

posibilidades para la creación de cualquier elemento en particular, por lo que describir una secuencia de modelado, no ofrecería mayor aporte al que ya se tiene en las distintas plataformas relacionadas a la enseñanza y uso de dicho software, por lo cual la presente investigación no detalla del uso de estas herramientas, sino más bien brinda algunas consideraciones a tomar durante el proceso de modelado.

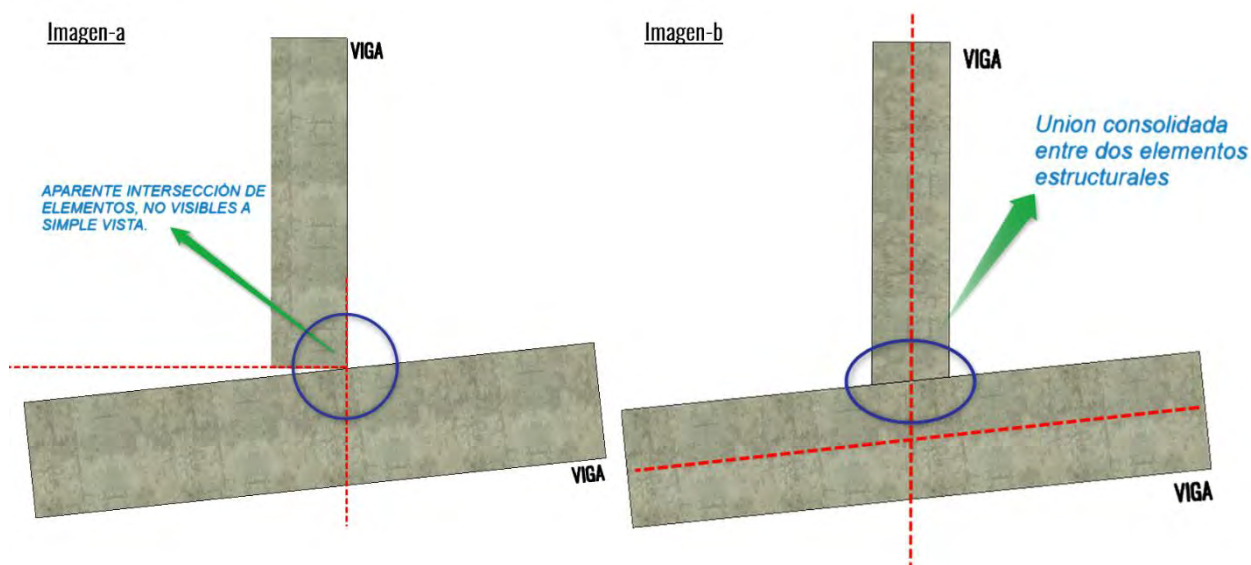
4.2.2.1.1. Consideraciones para el modelado de concreto

A. Excentricidades

Es común encontrar este tipo de errores en las uniones de dos o más elementos cuyas normales relativas a alguna de sus caras sea distinta a la unidad.

Figura 55

Excentricidades



Nota. Elaboración propia.

En muchas ocasiones existen uniones aparentes que dificultan los trabajos de modelado de acero y posterior metrado de concreto, tal como se muestra en las figuras 55.a, estos deben ser tratados como se indica en la figura 55.b, a fin de eliminar y evitar situaciones que dificulten los trabajos posteriores.

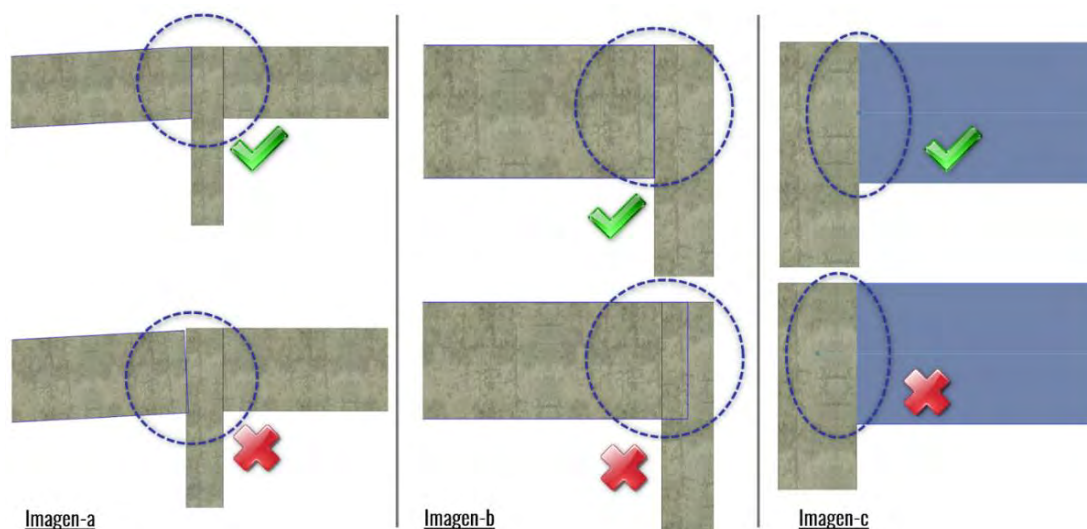
B. Uniones aparentes

La figura 56 muestra los tipos más frecuentes de uniones aparentes encontradas en los modelos de concreto. La figura 56.a representa aquellos elementos cuyas normales relativas difieren en pequeños ángulos con relación a objetos próximos en contacto con

normales unitarias, produciéndose una unión aparente; la figura 56.b representa a aquellos elementos cuya geometría sobrepasa el límite de la zona de contacto entre elementos vecinos; La figura 56.c representa talvez el error más común en los modelos con fines no estructurales, ya que de forma predeterminada Revit busca la unión de estos elementos en un modelo llamado analítico, por lo que se deberá desvincular todos los elementos próximos deshabilitando la propiedad “no permitir unión” o en inglés “Disallow join” de todos los elementos estructurales que tengan esta propiedad, seguidamente se deberá alinear las superficies en contacto sin sobrepasar los objetos próximos en contacto.

Figura 56

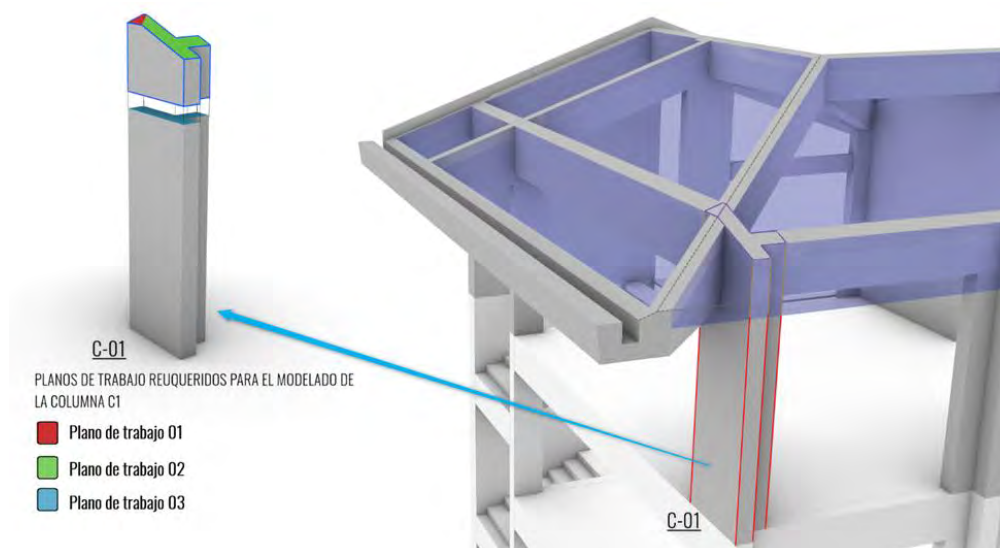
Uniones aparentes



Nota. Elaboración propia.

C. Representación exacta

Muchos de los elementos que componen un modelo estructural carecen de ser geométricamente regulares por las múltiples consideraciones previstas en las etapas de diseño arquitectónico, es por ello que la representación de estos deberá ser acorde a su disposición final en obra, de tal manera que se pueda apreciar en su verdadera magnitud su complejidad o simplicidad a la hora de incorporar el acero de refuerzo.

Figura 57*Representación exacta**Nota.* Elaboración propia.

La figura 57 muestra la correcta representación de la columna c-01 con 4 vigas y dos losas de cobertura con pendientes diferentes, para lo cual es necesaria el uso de tres planos de trabajo para su correcta adecuación.

Si bien es cierto el criterio de modelado semejante a su disposición final en obra plantee posibles inconvenientes frente a posteriores usos a de estos modelos; por ejemplo, las herramientas de “Piezas” en Revit permite dividir los elementos de un modelo en secciones independientes que pueden gestionarse de diferente manera que el objeto origen del cual se desprende, con el fin de usar el modelo para las etapas de planificación, exploración, o visualización más detallada. Dentro del software Tekla Structures al igual que en Revit existe una herramienta llamada “Pour Objects” similar a la de Revit, pero con el fin de gestionar los diferentes volúmenes para el uso en obra, esta herramienta es útil para gestionar las faces constructivas y coordinar los trabajos in situ de vaciado de concreto al igual que su programación.

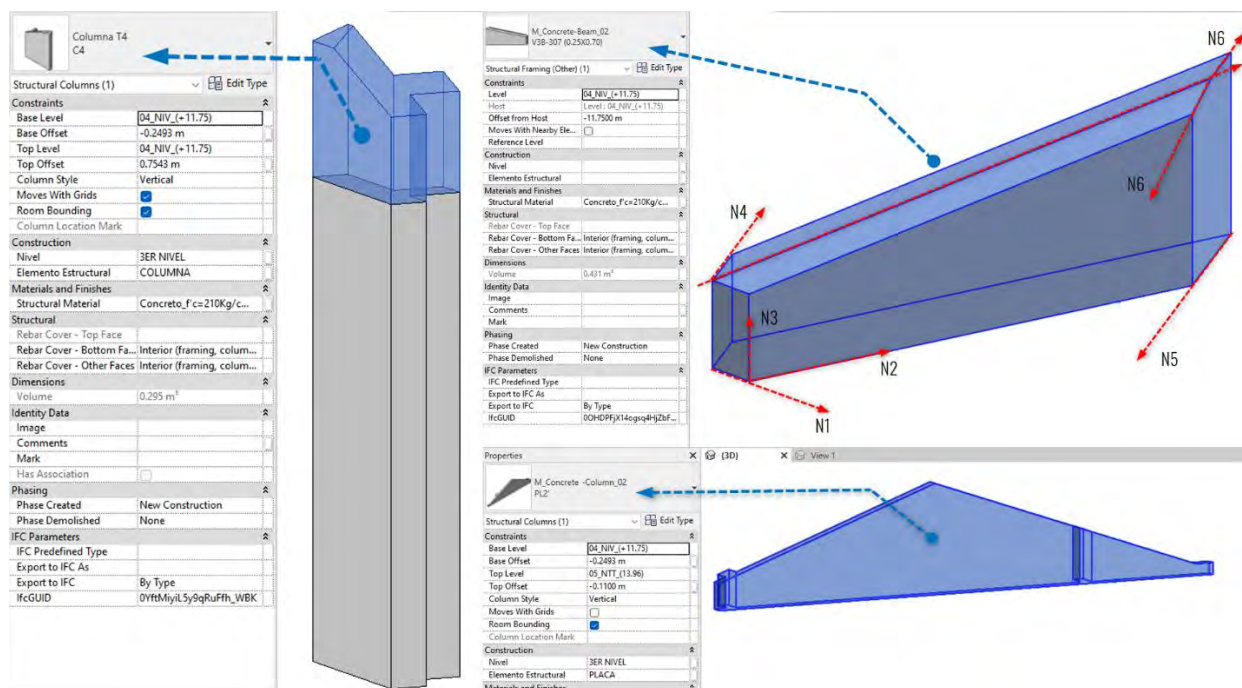
D. Uso de elementos nativos

La representación de un objeto dentro del entorno de Revit plantea el uso de dos conceptos de modelado, la primera enfocado en la variación dimensional o paramétrica de un objeto y la segunda enfocada solo en la representación abstracta de un objeto o

también llamada genérica, si bien un objeto representado mediante ambos conceptos puede tener la misma categoría, solo la generada bajo el enfoque paramétrico dispondrá de las condiciones apropiadas para un correcto uso y manejo del modelo en etapas posteriores, por lo tanto la opción a emplear en la presente investigación será la primera.

Figura 58

Uso de elementos nativos



Nota. Elaboración propia.

E. Parámetros empleados

Durante la etapa de modelado de concreto es esencial el uso de algunos parámetros que nos permitan complementar o gestionar la información en las distintas etapas empleadas para la documentación y producción de acero habilitado, mediante el uso del api la información proporcionada en este entorno inicial, podrá ser transferida a todos los demás a fin de reducir y optimizar el tiempo empleado en el acondicionamiento y configuración pertinente a cada software. Es por ello que, para garantizar la correcta gestión e interoperabilidad de elementos, será necesario considerar o implementar los siguientes parámetros:

- Material concreto 210 (A615 G60)
- Nivel
- Bloque

- Fase o etapas
- Tipo de elemento (Categoría)
- Nombre del elemento (Nombre del ejemplar)
- Datos del cliente (nombre del proyecto, ubicación, propietario)-en el anexo 5 se indican los datos a incluir.

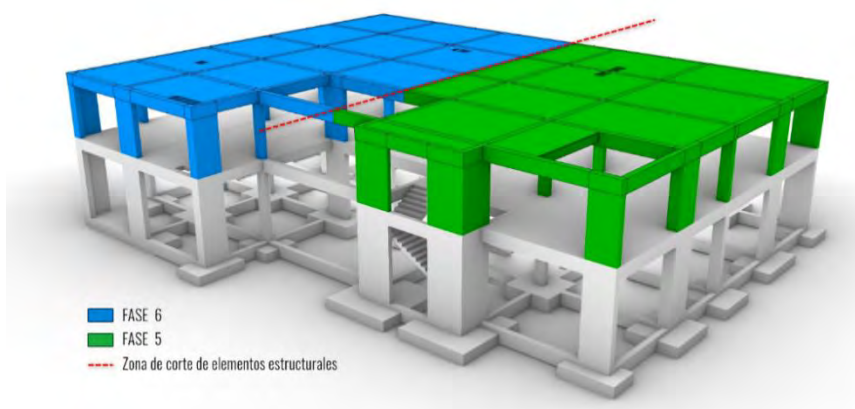
F. División de elementos

La división de elementos en un modelo obedece únicamente a los criterios de vertido aplicados en la etapa de ejecución de un proyecto, sea tradicional o bajo el enfoque de producción constante como lo es el sistema “Trenes de Trabajo” por lo que estas consideraciones se aplicarán posterior a la etapa de modelado, debido a las mejores condiciones que ofrece Tekla vs Revit en cuanto la división de elementos para su gestión. En tal sentido, todos los elementos estructurales se modelarán en Revit considerando criterios de vertido que no generen corte alguno en su estructura, salvo placas y columnas cuya altura de modelado siempre estará sujeta al nivel más bajo del fondo de viga superior.

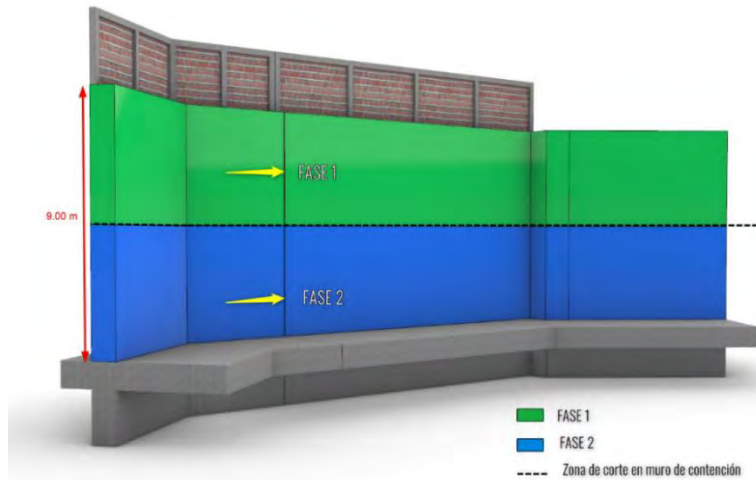
Es importante incorporar los criterios de ejecución de un proyecto en los modelos de concreto, puesto que los requerimientos de acero estarán en función de la sectorización empleada en las etapas de vertido, ayudando a mantener un control más eficiente de los lotes entregados y pendientes.

Figura 59

División de elementos

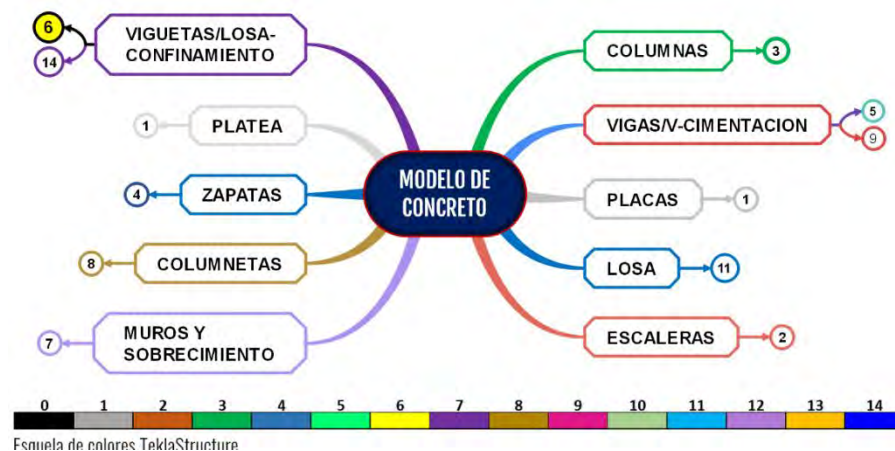


Nota. Elaboración propia.

Figura 60*División de elementos por fases**Nota.* Elaboración propia.**G. Esquela de colores**

La representación de todos los elementos de concreto mediante el uso de colores es sin duda una buena práctica a emplear, con el fin de mejorar la productividad en las distintas etapas posteriores al modelado de concreto. La aplicación de colores se registrará en función del tipo de elemento estructural, con el fin de mejorar la incorporación de acero y simplificar la manipulación y extracción de datos a través de la aplicación de filtros basados en su clase (Color).

La esquila de colores empleadas en la representación de los distintos tipos de elementos para la presente investigación se muestra a continuación:

Figura 61*Esquila de colores*

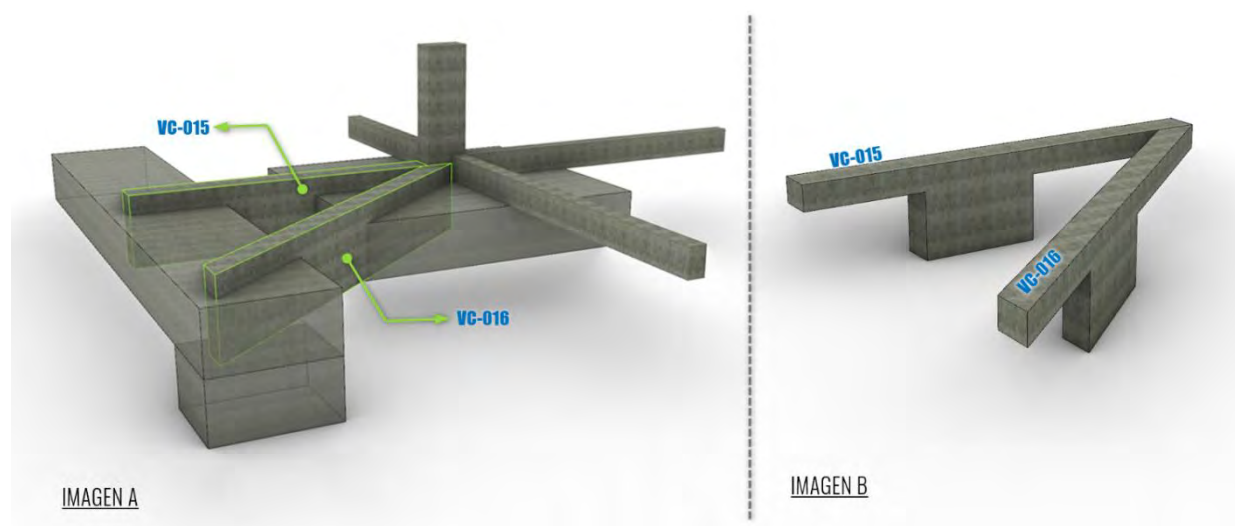
Nota. Elaboración propia.

H. Intersección o solapamiento de elementos

A raíz de los múltiples criterios asumidos durante la etapa de diseño estructural es muy frecuente encontrar estas situaciones en los modelos de concreto por lo que a continuación se describe los criterios empleados para su modelamiento.

Figura 62

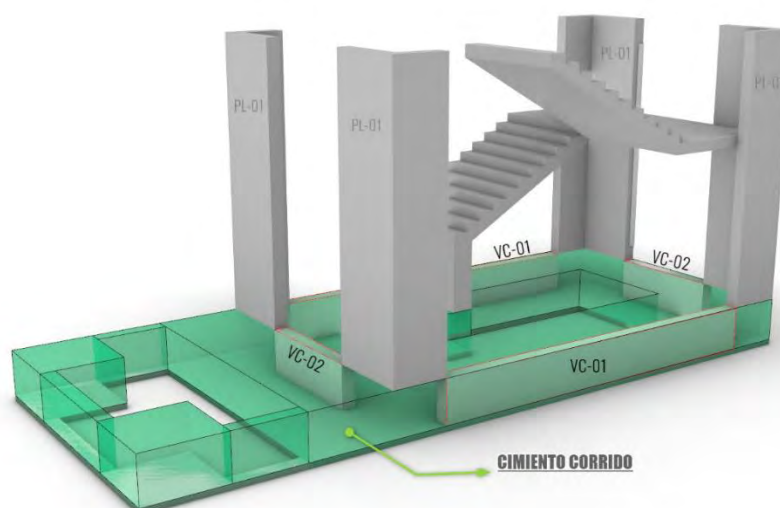
Intersección de elementos



Nota. Elaboración propia.

- Todos los elementos se modelarán en su real magnitud, sin considerar la intersección de estos frente a otros. (Figura 62.A)
- Para aquellos elementos cuya geometría este embebida una dentro de otra, se modelará independientemente a esta condición, en su misma ubicación y con sus dimensiones pertinentes. (Figura 62.B)

La intersección de estos elementos será notoria en el entorno de Tekla Structures a diferencia del entorno Revit, por lo que será de fácil identificación en los trabajos de modelado de acero. Además, dichas consideraciones suponen un problema en las etapas de metrado de concreto, puesto que al existir una intersección que no considera la sustracción de una parte, generará un error por traslape o solapamiento en dichos cálculos, por lo que en el ítem 4.2.8.2 Proceso de metrado de concreto se plantea un nuevo enfoque de metrado para la solución de dicha observación.

Figura 63*Solapamiento de elementos**Nota.* Elaboración propia.

4.2.3. Interoperabilidad

El proceso de trabajo bajo el enfoque BIM, ha generado una gran variedad de plataformas y entornos digitales enfocadas a la generación de modelos tridimensionales, los cuales a su vez distan mucho en sus componentes de modelamiento, interfaz y generación de información, con lo cual la capacidad de trabajar de manera colaborativa y efectiva entre los distintos sistemas, softwares y profesionales a lo largo de las diferentes fases de un proyecto, es uno de los más grandes problemas que afronta la industria de la construcción hasta la fecha.

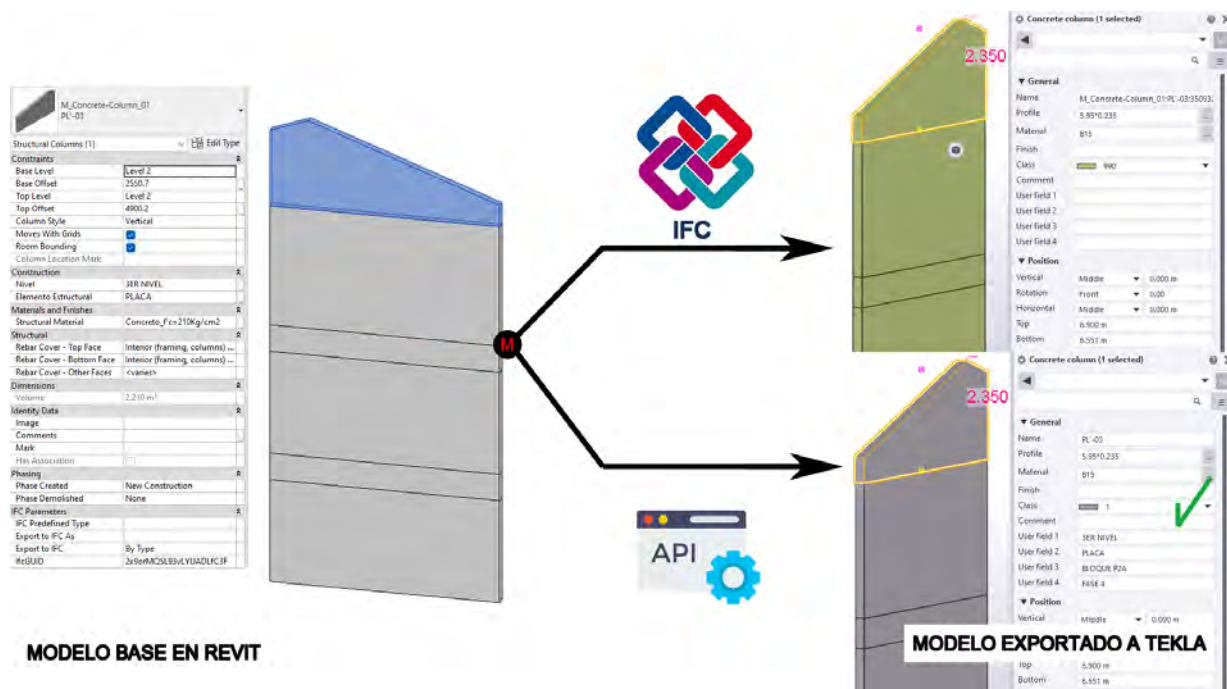
Iniciativas como la del IFC (Industry Foundation Classes) para el traspaso de información de modelos tridimensionales o el CSV (Comma-Separated Values) para la transferencia de datos, ha logrado mitigar la necesidad de intercambiar información entre los diferentes entornos de trabajo empleados en la metodología BIM.

Aunque el formato IFC ofrezca la posibilidad de traspasar cierta información de un entorno a otro, todavía dista mucho de ser una buena alternativa al momento de trabajar colaborativamente entre dos plataformas, una buena opción a considerar es la API (Application Programming Interface), que permite que dos softwares se comuniquen entre sí compartiendo información mutuamente de manera ágil, dinámica y nativa, siendo esta última la opción a considerar para los trabajos de interoperabilidad empleadas en el presente trabajo de

investigación, dado que la API al ser un entorno de programación elaborado por los propios creadores de las diferentes herramientas de modelado tridimensional, nos permiten hacer uso de todas sus herramientas bajo un entorno de programación distinto del cual fueron creado.

Figura 64

Modelo extraído de Revit 2023 y Tekla 2022



Nota. Elaboración propia.

La exportación de modelos debe contemplar todos los parámetros pertinentes para su metrado.

La figura 64 muestra el resultado de la exportación de un modelo mediante el formato IFC y a través de la API, siendo la primera una opción indirecta, puesto que la exportación no se da de manera dinámica, sino más bien el proceso consta de generar un archivo con el formato ifc, con el cual se podrá importar a los distintos softwares de modelado, además la gran parte de los parámetros asignados a estos elementos no son transferibles, la segunda opción por el contrario nos ofrece la posibilidad de exportar dicha geometría conjuntamente con todos los parámetros deseados de manera ágil y dinámica, frente a cualquier variación en el modelo original.

Aunque este enfoque aun no este aún muy difundido por lo complejo y tedioso que pueden llegar a ser manejar las estructuras de datos entre los diferentes softwares del mercado, sin duda alguna su aplicación su aplicación vale la pena puesto que se puede crear un entorno

más personalizado para la interacción entre ambos softwares, sin mencionar que para nuestro caso todo esto se repotencia con el uso de grasshopper que permite la gestión de toda esta información de manera fácil y sencilla.

Para el presente caso, el termino interoperabilidad solo se dará entre los softwares Revit y Tekla Structures, dato que el este último es un software de modelado de acero y concreto con un detalle constructivo más avanzado que el de Revit.

4.2.4. Importación de modelo

Los trabajos de incorporación de acero iniciarán con la importación del modelo estructural generado en software Revit, a través del software Grasshopper, por el cual se efectúan los trabajos de acondicionamiento, traspaso y la vinculación de información entre dichos softwares, mediante la aplicación de algunas herramientas basadas en API y algunas desarrolladas propiamente para este fin.

4.2.4.1. Vinculación De Softwares Mediante API

Es importante entender que la vinculación entre dos softwares bajo el concepto de interoperabilidad tiene que ser de comunicación rápida y efectiva que incremente la productividad y haga viable el trabajo entre dos softwares de distinto origen, por tal motivo el uso de la API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) será fundamental para este fin.

Como primer paso se procederá a la apertura simultanea de los softwares en cuestión, es decir que tanto Tekla y Grasshopper deberán estar abiertos, seguidamente se procederá a iniciar el aplicativo Rino.Inside cargada previamente en el entorno de Revit como plugin externo, puesto que este nos ofrecerá varios nodos* del cual se podrán hacer uso posteriormente, sin embargo para aquellas tareas que requieran de objetivo más personalizado o específico se usara la siguiente script de edición libre en el lenguaje de programación Python (GhPython script):

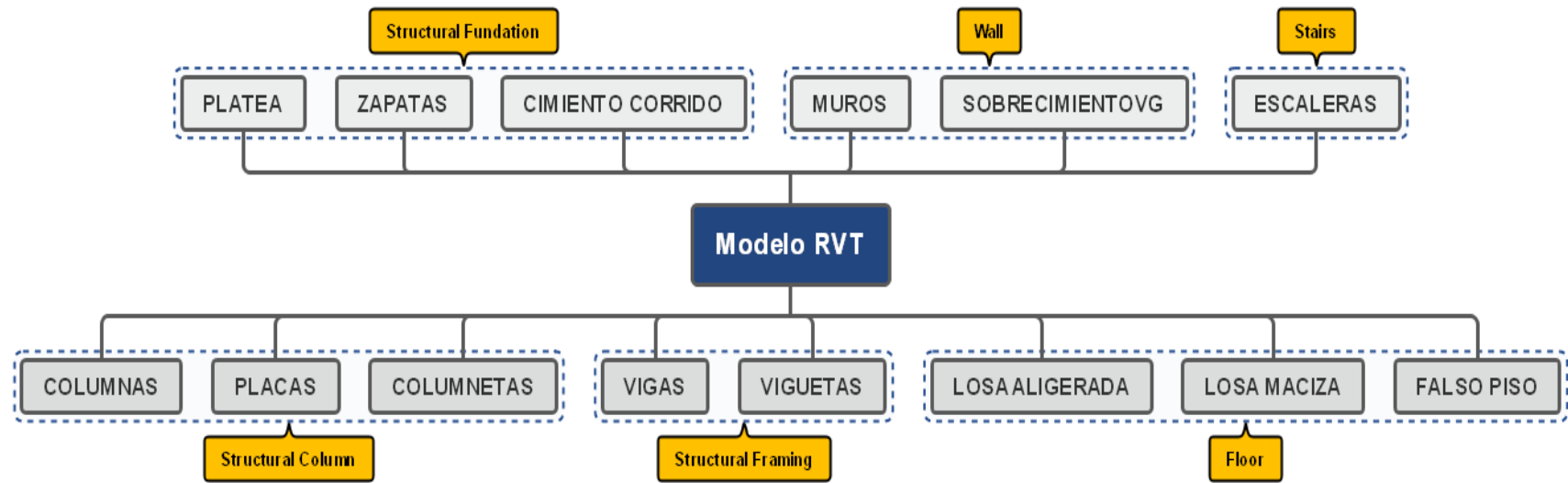
```
import rhinoscriptsyntax as rs
import clr
from Tekla.Structures.Model.UI import *
from Tekla.Structures.Model import*
from Tekla.Structures.Geometry3d import *
from Tekla.Structures import import*
model=Model()
#Codigo
model.CommitChanges()
```

Con la cual se podrá lograr el vínculo directo del software Revit dentro del entorno de Grasshopper para la obtención de información requerida en el proceso de importación de datos.

4.2.4.2. Traspaso de información

4.2.4.2.1. Importación de modelos geométricos

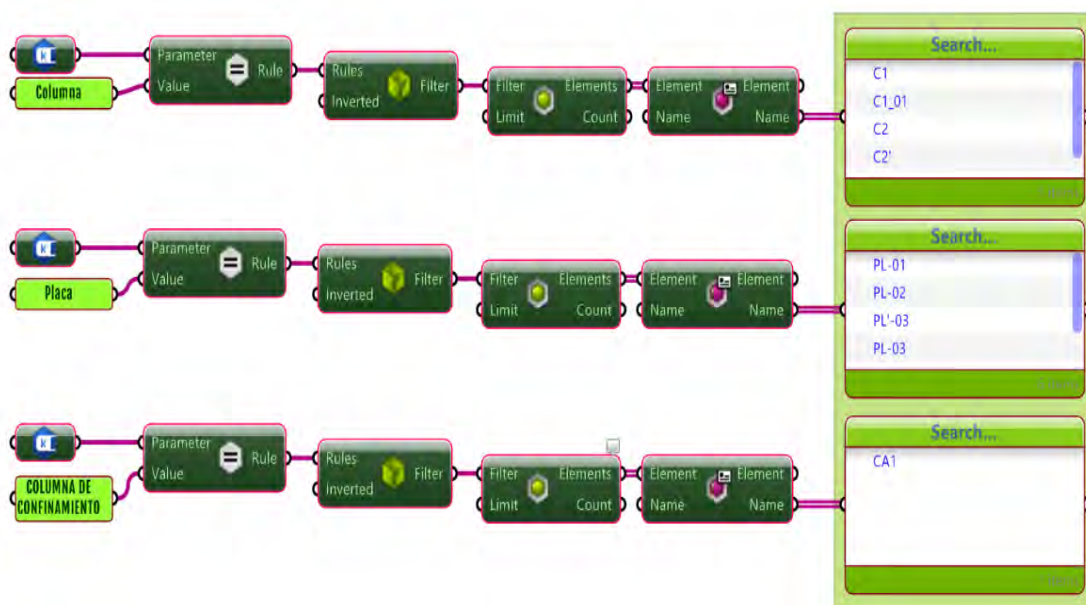
La importación de los elementos de concreto armado se harán respetando la estructura jerárquica empleada en Revit a nivel de categoría, con el fin de simplificar la creación de filtros de selección y visibilidad en dicho software, adicionalmente se creará una sub clasificación para algunas categorías con el fin de organizar de mejor manera aquellos elementos que pertenezcan a una misma categoría pero que sean de una familia o tipo diferente.

Figura 65*Importación de elementos geométricos**Nota.* Elaboración propia.

Para la importación de todas las categorías se hará uso de la siguiente script desarrollada en grasshopper, el cual busca a través del parámetro categoría, filtrar todos los elementos estructurales pertenecientes a una categoría descrita en la figura 66, seguidamente se genera un filtro adicional para la subdivisión de dichas categorías en los grupos requeridos para su exportación. (la explicación y secuencia de todos los nodos se detallará en el anexo 03).

Figura 66

Importación de modelos geométricos



Nota. Elaboración propia.

Con este procedimiento se logran importar todos los elementos estructurales de Revit a Grasshopper con la estructura deseada.

4.2.4.2.2. Importación de grillas y niveles

Las grillas y los niveles al no ser estos objetos volumétricos se proceden a importarlos como elementos de referencia a través de líneas las grillas y de planos de trabajo los niveles, esto con el fin de poder transformar esta información a grillas y niveles coherentes en el entorno de trabajo de Tekla structure.

La importación de grillas y niveles se obtendrá mediante la siguiente script:

Figura 67*Importación de grillas y niveles**Nota.* Elaboración propia

4.2.5. Exportación de modelo

Con toda la información requerida del software Revit dentro de grasshopper se procederá a la exportación de manera rápida y dinámica entre ambos softwares mediante API, pudiendo en el camino actualizar nuestro modelo, bajo cualquier modificación o cambio en el proyecto original.

4.2.5.1. Exportación de modelo a Tekla Structures

Teniendo el modelo de Revit importado dentro del entorno grasshopper, los elementos estructurales pasaran a tomar la denominación de Breps en alusión a sus siglas en ingles de Boundary representation o representación de límites en español, el cual hace alusión a un objeto tridimensional sin mayor propiedad más que las de su propia geometría, con lo cual se procederá a realizar una corrección de perspectiva para cada elemento, esto debido a las condiciones de creación de los objetos en el entorno de Revit; por ejemplo una viga creada en Revit cuya inserción de forma manual inicie en un punto A y termina en un punto B será diferente al de una iniciada en el punto B y finalizada en el punto A , puesto que ambos elementos tendrán coordenadas relativas completamente opuestas en su componente Z, tal como se muestra en la figura 68, esto debido a que cada objeto creado en Revit guarda consigo meta data intrínseca a su creación que son requeridas por su sintaxis de creación, por tal motivo al momento de exportar algún elemento se considera esta información como base para la generación de una nueva geometría bajo las propias condiciones y enfoque del nuevo software destinatario.

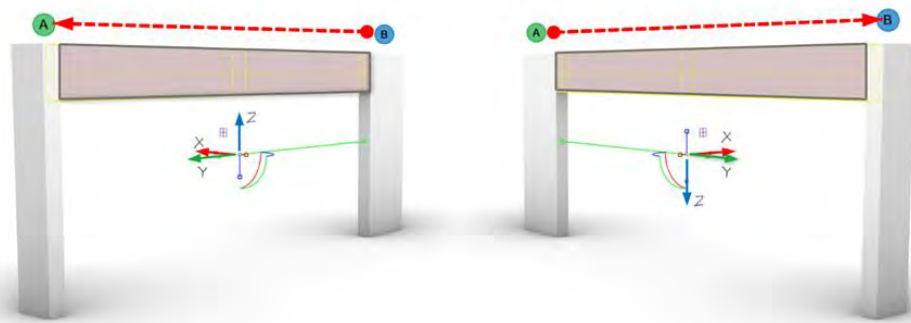
En tal contexto previo a la exportación de los elementos estructurales al software Tekla Structures será necesario corregir dichas coordenadas relativas a coordenadas

globales con el fin de evitar algún inconveniente en los procesos habilitación de planos o despiece.

La figura 69 muestra la exportación de la geometría sin considerar la corrección de coordenadas versus aquellas exportadas empleando el procedimiento para su corrección, el cual se muestra en la figura 69 (la explicación y descripción de los nodos empleados se desarrolla en el anexo 04)

Figura 68

Referencia interna según modelamiento



Nota. *Elaboración propia*

Figura 69

Corrección de geometría

	SIN CORRECCIÓN	CON CORRECCIÓN
MODELO		
DIBUJO		

Nota. *Elaboración propia*

Figura 70*Exportación de la geometría**Nota.* Elaboración propia

Al finalizar la exportación se procederá a identificar cada elemento exportado a través de un código único llamado GUID generado automáticamente dentro del software Tekla Structures, con el cual se podrán vincular los parámetros extraídos de Revit hacia Tekla, mediante el siguiente código desarrollado en Python para grasshopper:

```
import rhinoscriptsyntax as rs
import clr
from Tekla.Structures.Model.UI import *
from Tekla.Structures.Model import*
from Tekla.Structures.Geometry3d import *
from Tekla.Structures import*

self.Params.Output[0].NickName = 'Part'

model=Model()
m=barS.GetAllObjects()
drawing_handler = DrawingHandler()
x=[]

for drawing_object in m:
    if isinstance(drawing_object, Part):
        r=model.SelectModelObject(drawing_object.ModelIdentifier)
        x.append(r)

model.CommitChanges()
a = th.list_to_tree(x)
a.Flatten()
```

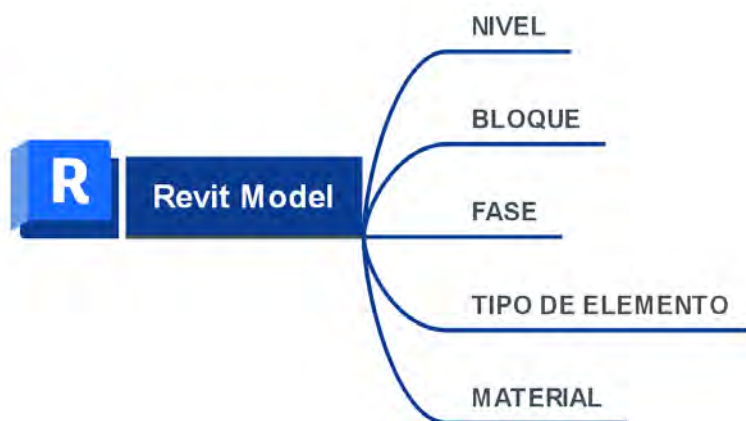
Para la exportación del modelo estructural a Tekla Structures se empleará el aplicativo Grasshopper-Tekla Live Link con el fin de poder contar con más herramientas que permitan la interoperabilidad entre estos dos softwares, además complementariamente se crearán nodos en Python para cubrir las distintas tareas durante las etapas de modelado y gestión del acero requeridas para la presente investigación.

4.2.5.2. Importación de parámetros

Durante el modelado de concreto se ha considerado algunos parámetros que deberán ser exportados hacia Tekla Structures los cuales se indican en el capítulo 4.2.2.1.1 consideraciones para el modelado de concreto-Parámetros empleados y se muestran en el siguiente diagrama:

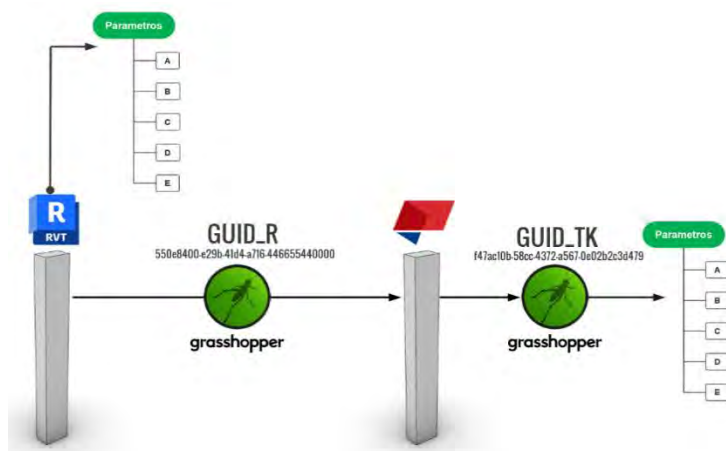
Figura 71

Importación de parámetros



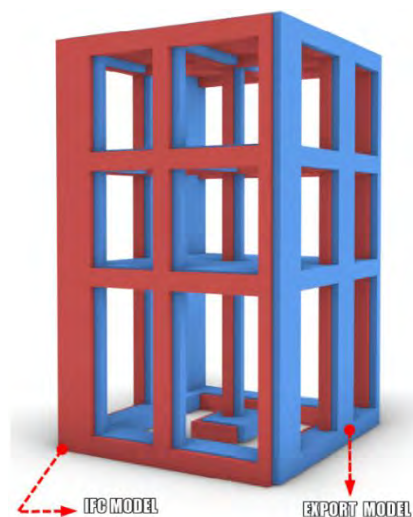
Nota. Elaboración propia

Para la correcta asignación de parámetros a los elementos exportados es importante rescatar el parámetro GUID (Globally Unique Identifier) obtenido previamente durante la exportación del modelo estructural, con el fin de poder identificar los parámetros que se le asignaran a cada elemento. Teniendo ya el identificador se procederá a obtener todos los parámetros asociados a cada elemento estructural del modelo inicial en Revit para después asociar cada parámetro en el elemento estructural correspondiente en Tekla Structures tal como lo describe la figura 72.

Figura 72*Asignación de parámetros**Nota.* Elaboración propia

4.2.5.3. Comprobación mediante IFC

En algunos casos finalizado la importación del modelo al igual que sus propiedades y respectivos parámetros es recomendable y una buena práctica la comprobación de la correcta exportación mediante el uso de un modelo IFC exportado desde Revit e importado en Tekla Structures con el fin de corroborar si todos los elementos han sido exportados de manera correcta espacialmente, además este modelo puede ser utilizado como una referencia de la ubicación durante las etapas de seguimiento y gestión del trabajo.

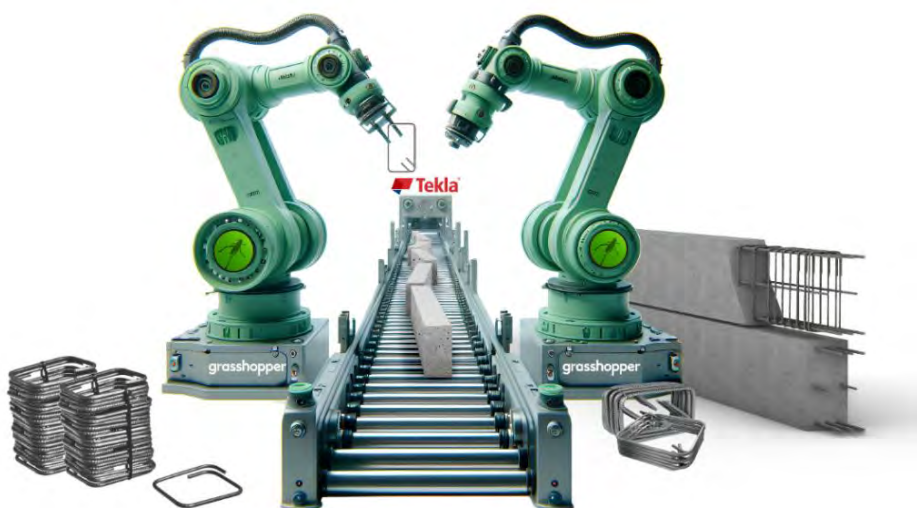
Figura 73*Comprobación mediante IFC**Nota.* Elaboración propia

4.2.5.4. Proceso de modelado de acero

Para el proceso de modelado se hará uso del software Tekla Structures como entorno principal de modelado por las razones descritas en el Capítulo 2.2.3.2 Herramientas de la metodología BIM-Herramienta de modelado de acero, adicionalmente se empleará el uso del software Grasshopper a fin de agilizar los trabajos de modelado mediante la automatización de procesos, sistematización de tareas, acondicionamiento de entornos, aplicación de filtros, selección y previsualización de corte de acero.

Figura 74

Proceso de modelado de acero



Nota. Elaboración propia.

4.2.5.5. Configuraciones del entorno tekla

Las consideraciones más importantes para un apropiado entorno de trabajo que permita la correcta interacción entre softwares y posterior modelado de acero se describen a continuación:

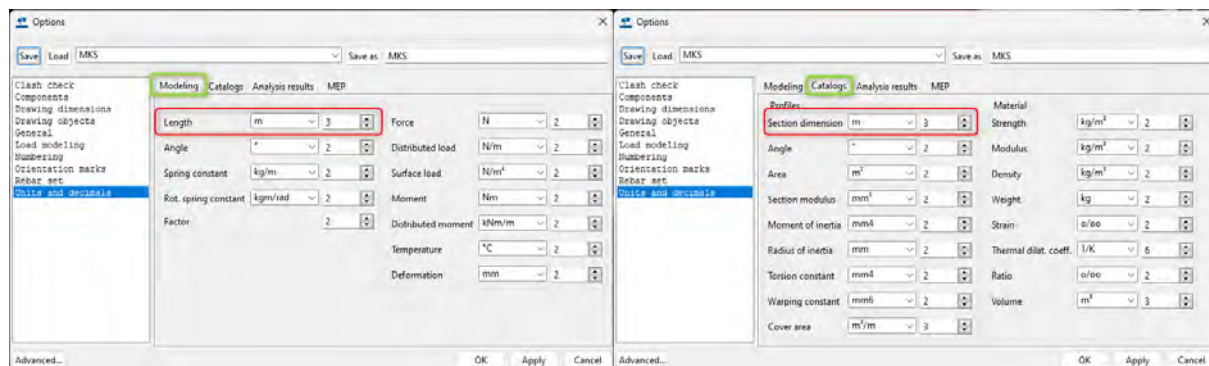
4.2.5.5.1. Unidades

Las unidades empleadas en el modelado de concreto son los metros, por lo que se emplearan las mismas unidades en el entorno de modelado de acero, con la particularidad de emplear tres decimales a las configuraciones de redondeo, esto con el fin de poder trabajar de manera más precisa y exacta la automatización de algunos procesos mediante el uso de la API en el entorno de Grasshopper, ya que las

configuraciones de dobleces y propiedades relacionadas con los distintos diámetros de barras, están en milímetros y no en metros.

Figura 75

Unidades de modelado



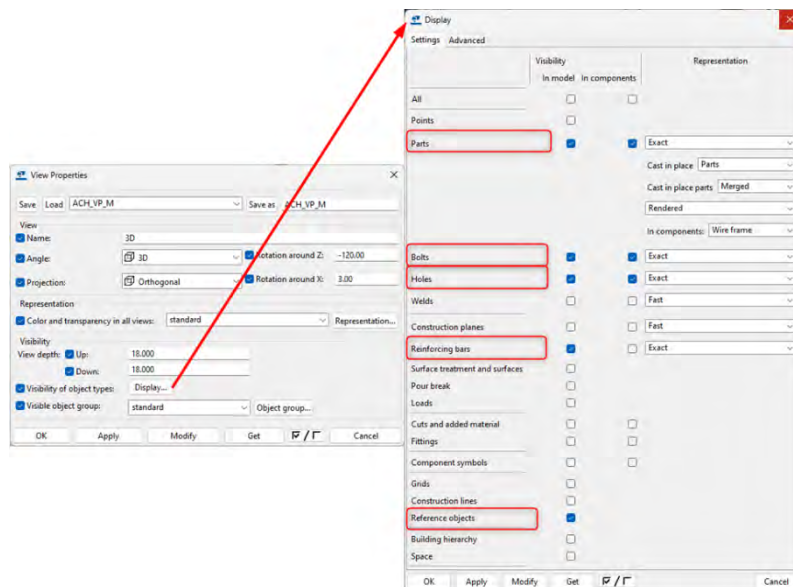
Nota. Elaboración propia

4.2.5.5.2. Configuración de visualización

Aunque las configuraciones de visualización del modelo se pueden modificar en cualquier momento es importante seguir el proceso de modelado en un entorno más limpio y optimo a fin de mejorar la eficiencia y evitar la modificación de objetos durante el modelado; por tal motivo solo los siguientes tipos de objetos serán visibles en todas las vistas:

Figura 76

Configuración de visualización tekla structure



Nota. Elaboración propia

Esto no quiere decir que los demás objetos no serán visibles o apreciables al momento de su creación inicial, sino más bien serán apreciables hasta antes del proceso de regeneración empleada para limpiar las vistas de los objetos con fines de previsualización o referencia de objetos guía o anotaciones temporales.

4.2.5.5.3. Configuración de filtros

El software Tekla Structures contempla dos funciones para la aplicación de filtros, el primero aplicado a efectos de visualización y el segundo a selección.

Las configuraciones de filtro se aplicarán a elementos de concreto y de acero con fines de selección y visualización bajo los siguientes criterios:

Figura 77

Configuración de filtros tekla structure



Nota. Elaboración propia

4.2.5.5.4. Configuración de catálogos

Todas las configuraciones necesarias para el doblado de acero dispuestas en la normativa peruana serán consideradas en estos catálogos como base de datos para su correspondiente uso de manera directa y automática en las distintas etapas del modelado de acero, para lo cual se crearán los siguientes catálogos:

Tabla 80

Configuración de catálogos

Catálogo	Nombre	Descripción
De barras	ASTM G60	Propiedades físicas de todas las barras comerciales empleadas en el modelado
	Concreto	Descripción de todas las calidades de concreto empleadas en el modelado
De materiales	Albañilería	Descripción de todos los tipos de albañilería empleadas en el modelado

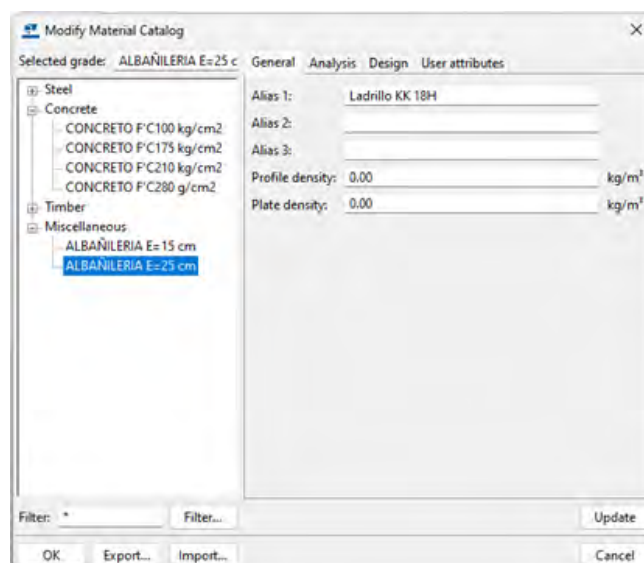
Nota. Elaboración propia

A. Catálogo de materiales

Este catálogo contendrá todos los materiales empleados en la ejecución del proyecto correspondientes a la etapa estructural, tales como las diferentes calidades del concreto, albañilería, aligerado y posibles materiales de encofrado a emplearse.

Figura 78

Catálogo de materiales



Nota. Elaboración propia

B. Catálogo de barras

Este catálogo contiene todas especificaciones de peso y dimensión propias para cada tipo de barra empleadas en la construcción según la norma E.060, al igual que ciertas propiedades referidas al uso y posterior análisis.

Figura 79*Catálogo de barras*

NAME	VALUE
GENERAL	
Code	EC
Grade	ASTM
Size	1/2
Usage	main
Nominal diameter	0.013 m
Actual diameter	0.013 m
Bending radius	0.038 m
ANALYSIS	
Weight per unit length	0.99 kg/m
Cross section area	129,000 mm ²
HOOKS	
Hook radius 90 degrees	0.038 m
Hook length 90 degrees	0.099 m
Hook radius 135 degrees	0.025 m
Hook length 135 degrees	0.125 m
Hook radius 180 degrees	0.026 m
Hook length 180 degrees	0.250 m
STANDARD CRANKING	
Cranked length type	Diagonal ratio
Cranked length	0.000 m
Crank extra offset	0.000 m
Crank straight length	0.000 m
STANDARD LAPPING	
Lap length	0.055 m

Nota. Elaboración propia

Los parámetros requeridos para consignarse dentro de los campos de análisis y ganchos obedecerán a lo indicado por la norma E.060 capítulo 7 “Detalles del Refuerzo” ítems 7.1, 7.2 y 7.3 de donde se desprende el siguiente cuadro referido al doblado de ganchos suplementarios para elementos con función sísmica:

Tabla 81*Dimensiones del doblado de ganchos suplementarios*

Tipo de Gancho/Esquema	Dimensiones
Gancho estándar con doblez de 180°	2db, >65mm
Gancho estándar con doblez de 90°	12db
Estribo con doblez a 90° (db ≤ 5/8")	6db
Grapa suplementaria con doblez a 90° (db ≤ 5/8")	6db
Estribo con doblez a 90° (db > 5/8")	12db
Grapa suplementaria con doblez a 90° (db > 5/8")	12db
Estribo con doblez a 135°	6db
Grapa suplementaria con doblez a 135°	6db

Nota. Elaboración propia

C. Diámetros interiores mínimos de doblado

Tabla 82

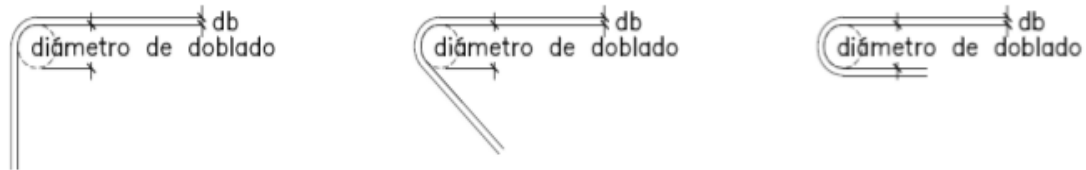
Diámetros interiores mínimos de doblado

Diámetro de las barras	Diámetro mínimo de doblado
1/4" a 1"	6 db
1 1/8" a 1 3/8"	8 db
1 11/16" a 2 1/4"	10 db

Nota. Elaboración propia

Figura 80

Diámetros interiores mínimos de doblado

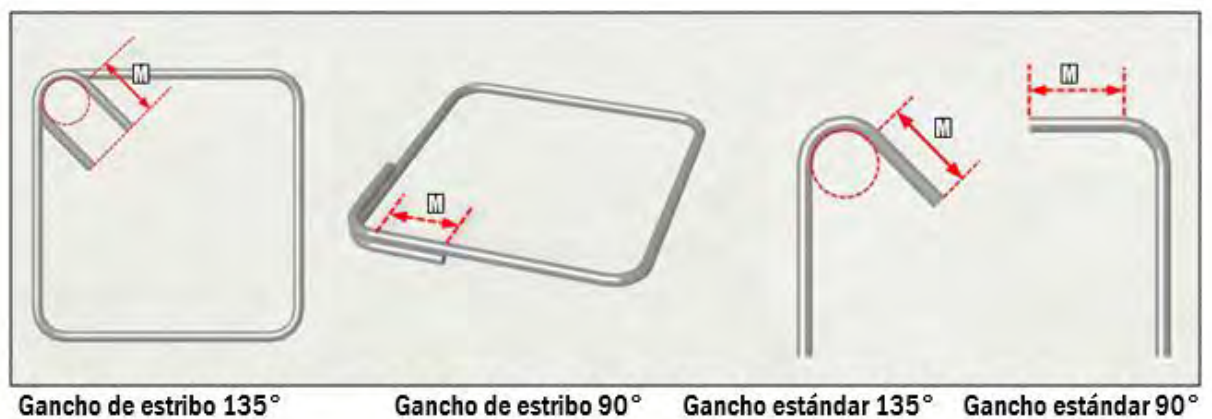


Nota. Elaboración propia

A continuación, se detalla los parámetros empleados dentro del catálogo de barras para cada tipo de barra usado comercialmente:

Figura 81

Parámetros por tipo de barra



Nota. Elaboración propia

Tabla 83*Diámetros de doblado de acero corrugado*

Diámetro de acero Ø 1/4"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	7,62 cm	
	180°	4db	2,54 cm	No cumple $\leq 6,65$ cm
Estribo	90°	6db	3,81 cm	
	135°	6db	3,81 cm	
Diámetro de acero Ø 3/8"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	11,43 cm	
	180°	4db	3,81 cm	No cumple $\leq 6,65$ cm
Estribo	90°	6db	5,72 cm	
	135°	8db	7,62 cm	
Diámetro de acero Ø 1/2"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	15,24 cm	
	180°	4db	5,08 cm	No cumple $\leq 6,65$ cm
Estribo	90°	6db	7,62 cm	
	135°	8db	10,16 cm	
Diámetro de acero Ø 5/8"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	19,05 cm	
	180°	4db	6,35 cm	No cumple $\leq 6,65$ cm

Estribo	90°	6db	9,53 cm
	135°	8db	12,70 cm

Diámetro de acero Ø 3/4"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	22,86 cm	
	180°	4db	7,62 cm	
Estribo	90°	12db	22,86 cm	
	135°	8db	15,24 cm	

Diámetro de acero Ø 1"				
Función	Angulo	Diámetro mínimo de doblado	Valor (cm)	Descripción
Gancho	90°	12db	30,48 cm	
	180°	4db	10,16 cm	
Estribo	90°	12db	30,48 cm	
	135°	8db	3.1 m	

Nota. Elaboración propia

4.2.5.5.5. Configuración de formas

Las herramientas de modelado de acero de refuerzo implementadas en el software Tekla Structures contemplan tres formas principales y uno alternativo de incorporar el acero en los elementos de concreto armado. A continuación, se mencionan estas tres formas:

- Creación de refuerzo de forma libre o manual, solo indicando la forma y la dirección.
- Creación de refuerzo a través de componente, el cual ya contiene todos los parámetros propios para su modelamiento.
- Creación de refuerzo a través de formas predefinidas, las cuales se incorporarán de forma automática perpendicular a las superficies de los elementos estructurales.

- Creación de refuerzo a través de aplicativos externos basados en API (Interfaz de Programación de Aplicaciones), los cuales podrán ser personalizados a necesidad y conveniencia del usuario.

Aunque si bien gran parte del modelado de acero se realice mediante el uso y aplicación del software grasshopper, la aplicación de esta herramienta de modelado mediante formas predefinidas proporcionará una manera fácil y practica de complementar el modelado de acero de aquellos elementos con unas geometrías irregulares y sin variación alguna en todo el proyecto; para lo cual será necesario la creación del catálogo de formas y de armaduras de la siguiente manera:

Figura 82

Catálogo de formas y armaduras

FORMA	1 QUIEBRE	RS-1N°	
	2 QUIEBRES	RS-2N°	
	3 QUIEBRES	RS-3N°	
	4 QUIEBRES	RS-4N°	
	+ 4 QUIEBRES	RS-5N°	

Nota. Elaboración propia

La sintaxis para la designación de cada forma dependerá del número de quiebres que vaya a tener, donde el prefijo RS significa Rebar Shape posteriormente se señala el número de quiebres de la forma para después finalizar con el numero asignado a la forma propiamente.

4.2.6. *Proceso de modelado de acero*

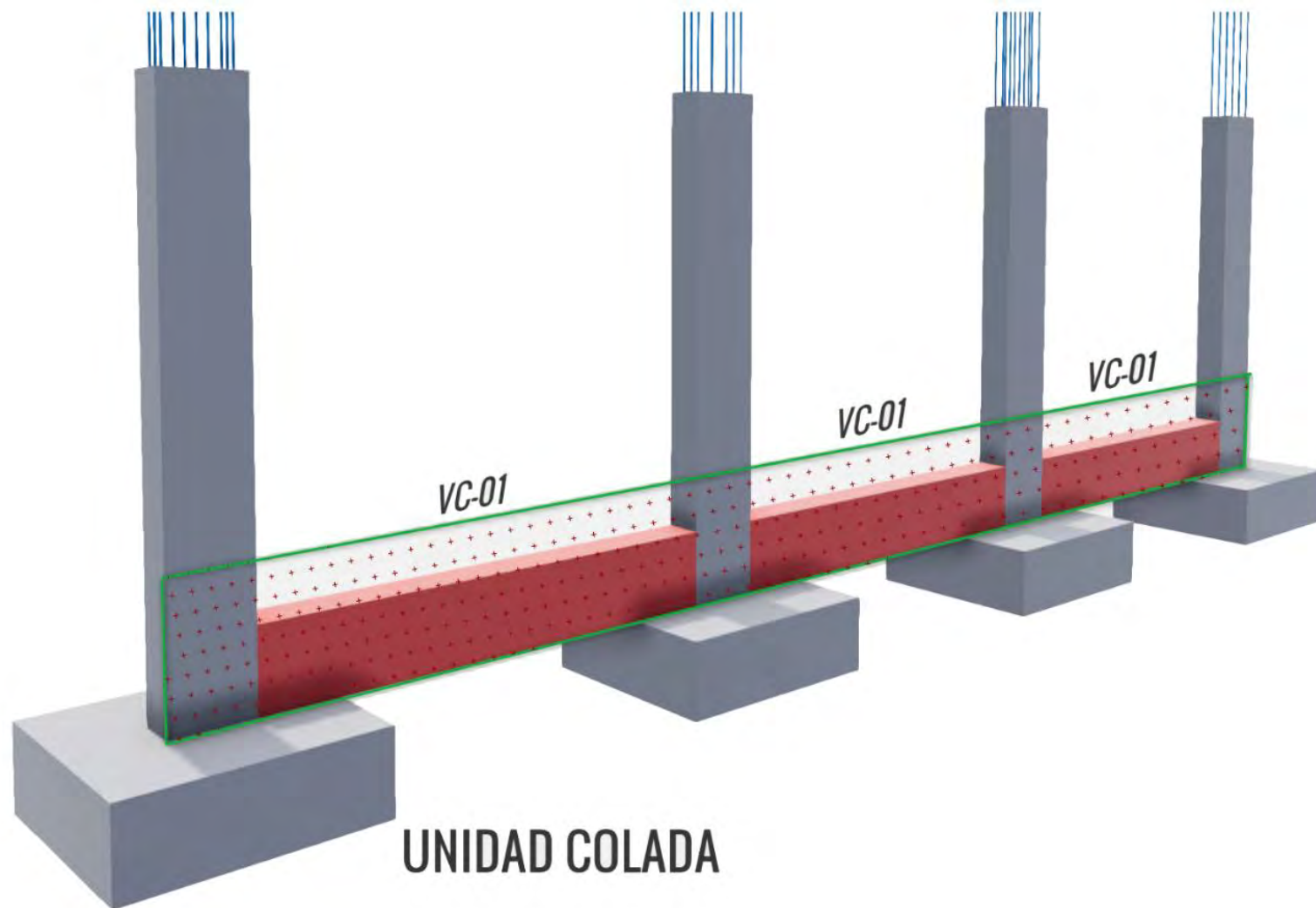
Para el modelado de acero dentro de cada tipo de elemento estructural se tendrán las siguientes consideraciones y el manejo de ciertos conceptos dentro del entorno de modelamiento que no ofrece el software Tekla Structures y los alcances que tendrá el uso del software Grass Hopper.

Para el modelado de acero de refuerzo se usará el concepto de unidad de colada empleada dentro del entorno de Tekla Structures para referirse a la agrupación de dos o más elementos

que conformen una misma etapa de vaciado en una misma etapa de construcción. Para la presente investigación la agrupación de elementos que conformen una unidad de colada solo tendrá el propósito de agrupar aquellos elementos que compartan el mismo acero longitudinal, a fin de poder agilizar el modelado del acero sin considerar las zonas de traslape, dado que esta consideración ya se preverá posteriormente en una etapa específica para detallar los cortes y traslapes bajo las condiciones que establece la normativa peruana; la figura 83 representa este concepto.

Figura 83

Representación de unidad de colada

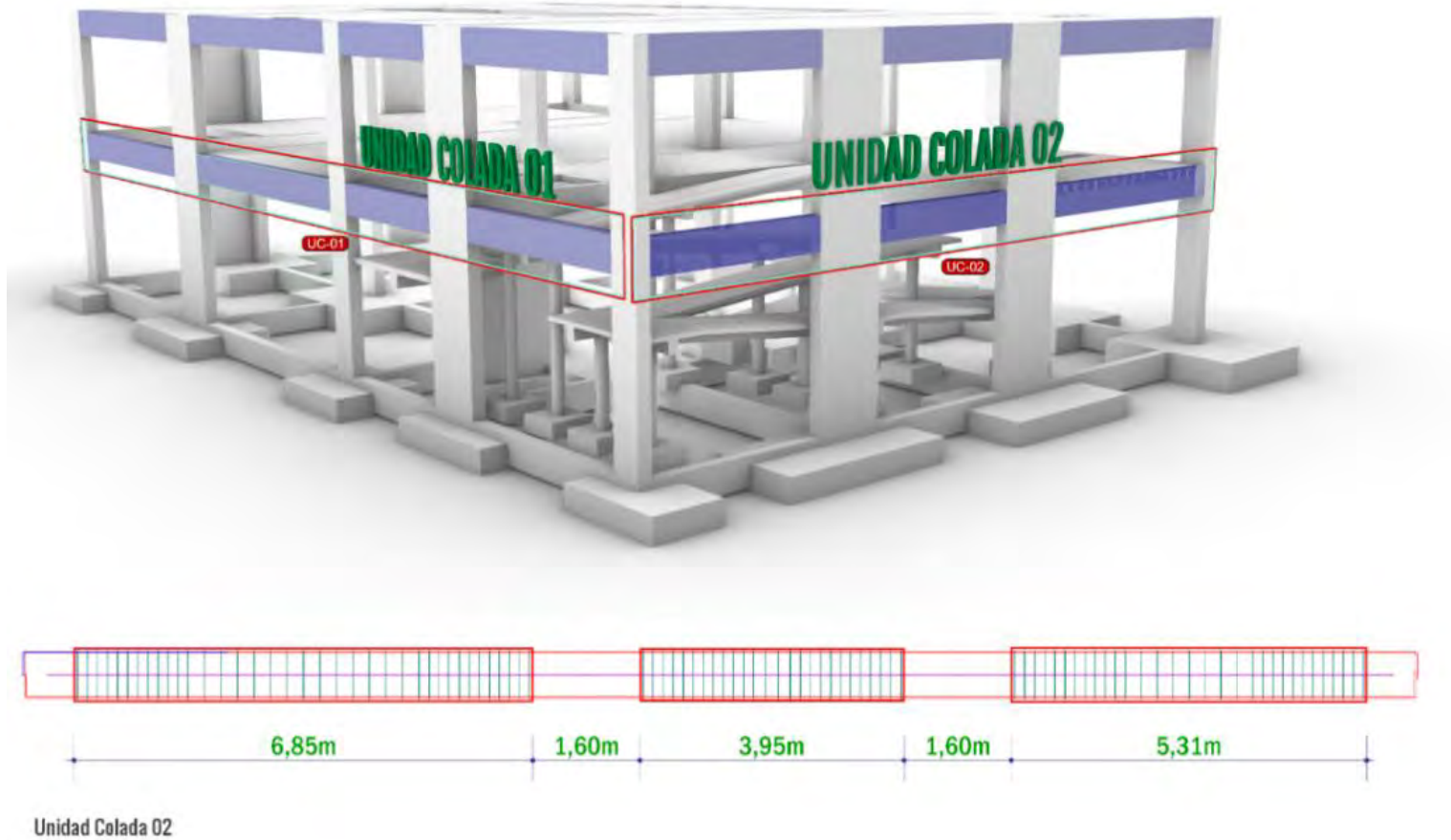


Nota. Elaboración propia

Con este concepto ya definido, como primer paso previo al inicio de la inclusión del acero de refuerzo se compondrán todas las posibles unidades de colada comprendidas en cada fase del proyecto y se codificarán tal como se describe en el capítulo 4.2.6.2 Codificación horizontal y vertical, para el caso puntual de vigas estas se conformarán como se indica en la figura 84 y se detallaran en espacios de trabajo independientes para incrementar la productividad; para el caso de columnas o elementos verticales se procederá a hacer exactamente lo mismo pero con toso los elementos que conformen un mismo contenedor para un grupo de barras verticales, la figura 83 muestra la conformación de unidades de colada en elementos verticales.

Figura 84

Unidades de colada en elementos verticales



Nota. Elaboración propia

En resumen, el criterio aplicado para la conformación de unidades de colada será determinado por la influencia de una barra frente a elementos estructurales semejantes en categoría estructural, ósea si el desarrollo de una barra de acero comprende la unión de uno o más elementos semejantes se conformará como unidad de colada.

4.2.6.1. Consideración para el modelado de acero

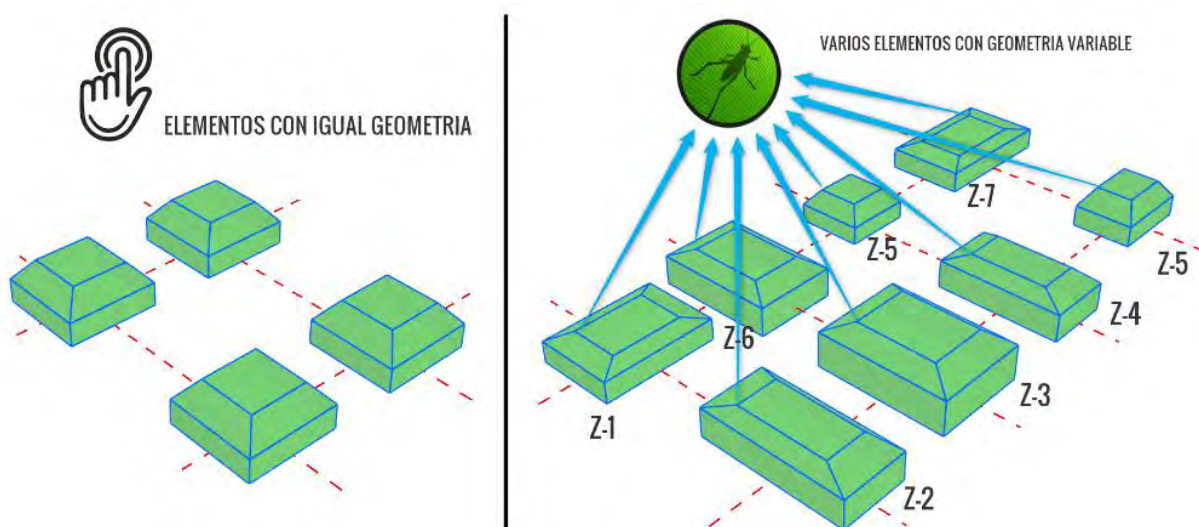
El modelado de acero se realizará a través del software Grasshopper para los siguientes elementos estructurales:

- Columnas
- Placas
- Vigas
- Viguetas
- Zapatas
- Mallas temperatura

Los elementos como plateas y losas macizas si bien podrían modelar su acero con Grasshopper se optará por hacerlos de forma manual puesto que al estar en contacto con las vigas y columnas su distribución de acero no es similar en toda su área por lo que es necesario respetar esos espacios a fin evitar interferencias posteriores a resolver. Lo mismo para las escaleras, estos por lo general presentan diferentes diseños estructurales que dificultan poder generar una herramienta que cubra todas estas posibilidades, sin embargo, el modelado de estos elementos se complementara con la creación de herramientas que simplifiquen su creación.

En cuanto a los elementos mencionados, estos al ser muy repetitivos y constantes en casi todo tipo de edificaciones se han previsto flujos de trabajo que automaticen su incorporación de acero reduciendo el tiempo requerido para su modelado.

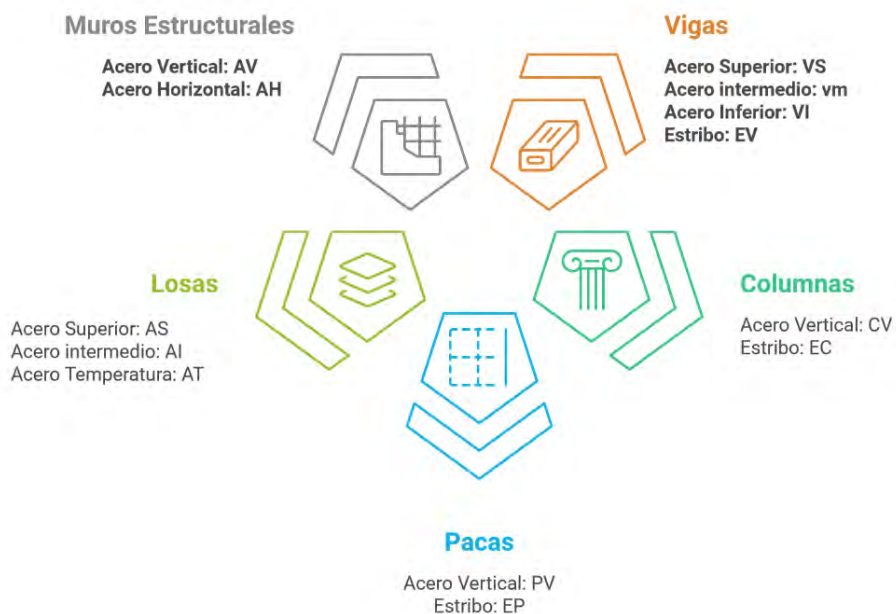
Si bien se podría incorporar el acero de refuerzo a cualquier elemento estructural mediante el software Grasshopper, es determinante sopesar el tiempo requerido para algunos elementos en particular, siempre y cuando no se presenten con frecuencia dentro del modelo en cuyo caso si podría ameritar la creación de una script particular que cubra esa demanda, tal como se muestra en la figura 84.

Figura 85*Elección de procesos a automatizar**Nota.* Elaboración propia

El modelado de acero a través de grasshopper parte de la posibilidad que ofrece la API de Tekla de poder generar una barra de acero a partir de dos puntos o un grupo a través de dos puntos y una dirección, por lo que en el entorno de grasshopper la representación de una barra de acero se expresará por medio de una línea o un grupo de ellas, esto en virtud a las grandes ventajas que nos ofrece este objeto susceptible a libre manipulación y descomposición dentro del entorno de Grasshopper con lo que el modelado de acero será de fácil uso e interacción.

4.2.6.1.1. Codificación de barras de acero según elemento estructural contenedor

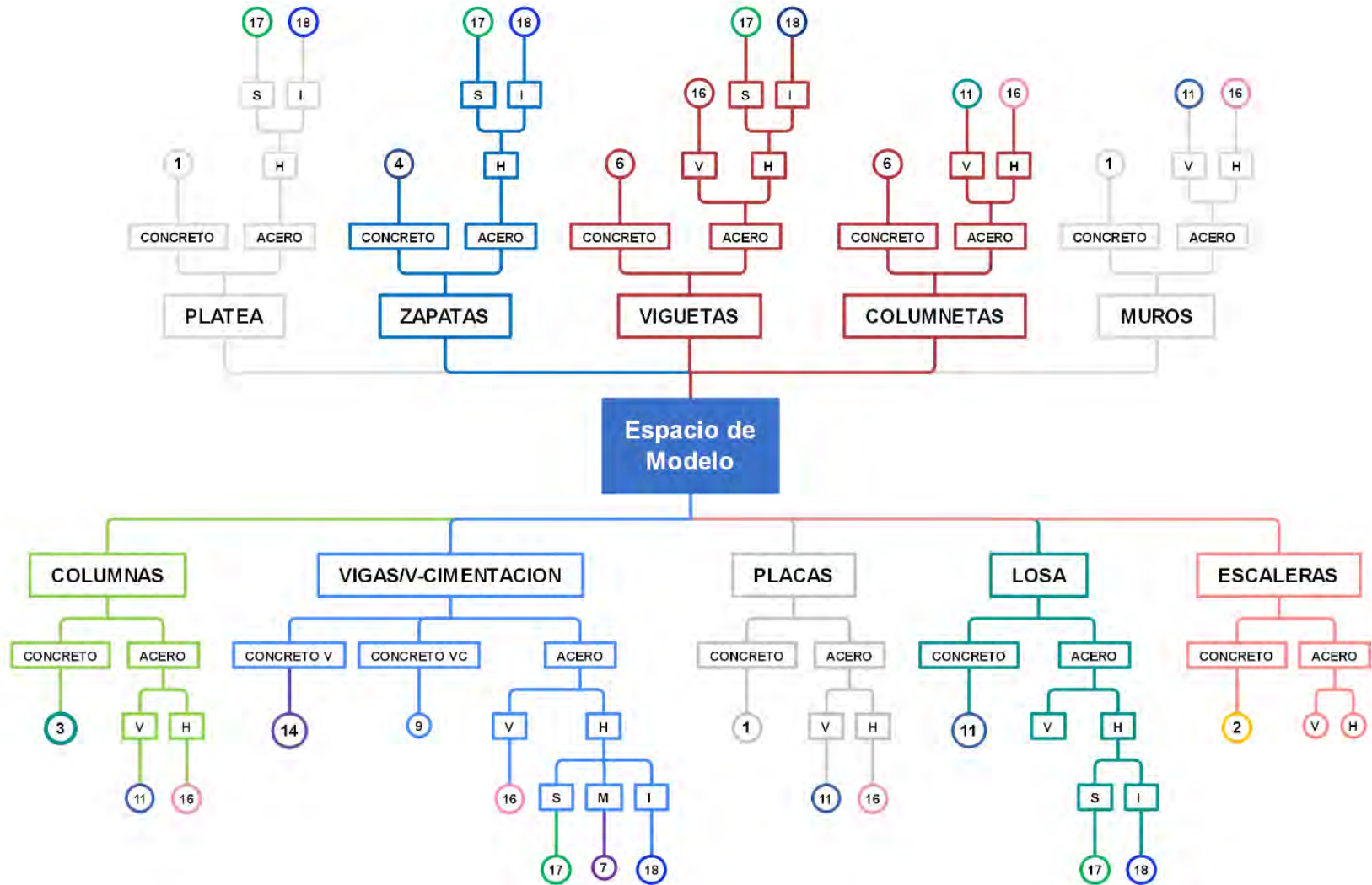
Como parte del modelado de acero es importante la codificación todas las barras según al tipo de elemento estructural al cual pertenece, con el fin de poder mejorar la identificación de una barra en las etapas de habilitación de acero y lectura en los planos de detalle. Esta información se dispondrá según el siguiente diagrama:

Figura 86*Codificación de barras de acero**Nota.* Elaboración propia

Todo aquel elemento estructural que no se encuentre dentro de esta clasificación se trata de adecuar en similitud al elemento más semejante.

4.2.6.1.2. Esquela de colores según elemento estructural

Con el fin de poder mejorar la productividad en las etapas de modelado se ha optado por asignar una clase o color a la representación visual de las barras según los espacios de trabajo en las cuales se harán uso; para las etapas de modelado se optará por asignarles un color según al tipo de elemento estructural al cual pertenecen y en las etapas dibujo se según el tipo de barra empleada. Por lo cual se empleará la siguiente esquela de colores para el modelo y para la etapa de dibujo:

Figura 87*Esquema de colores según elemento estructural**Nota.* Elaboración propia

4.2.6.1.3. Longitud de traslape y de desarrollo

Para las consideraciones de traslape y desarrollo primeramente se verificarán las especificaciones técnicas detalladas en los planos estructurales por los motivos señalados en el ítem (Recolección y Verificación de datos) con los que se garantizaran las longitudes de traslape y desarrollo previstas en la documentación contractual.

En caso no se cuente con esta información en las especificaciones se procederá a notificar al cliente el uso y la aplicación de lo señalado en la normativa E0.60 respecto al traslape y longitud de desarrollo.

4.2.6.2. Codificación horizontal

El sistema de gestión propuesta para la presente investigación plantea la creación de un código único para cada barra mediante la combinación de los parámetros extraídos anteriormente, de tal manera que cada barra pueda ser fácilmente ubicada en el elemento estructural al cual pertenece y al mismo tiempo poder ser referenciadas en las etapas de corte, almacenamiento y despacho respectivo.

El siguiente esquema representa el sistema de codificación empleada para el proceso de optimización y posterior gestión de una barra de acero a emplearse en un proyecto:

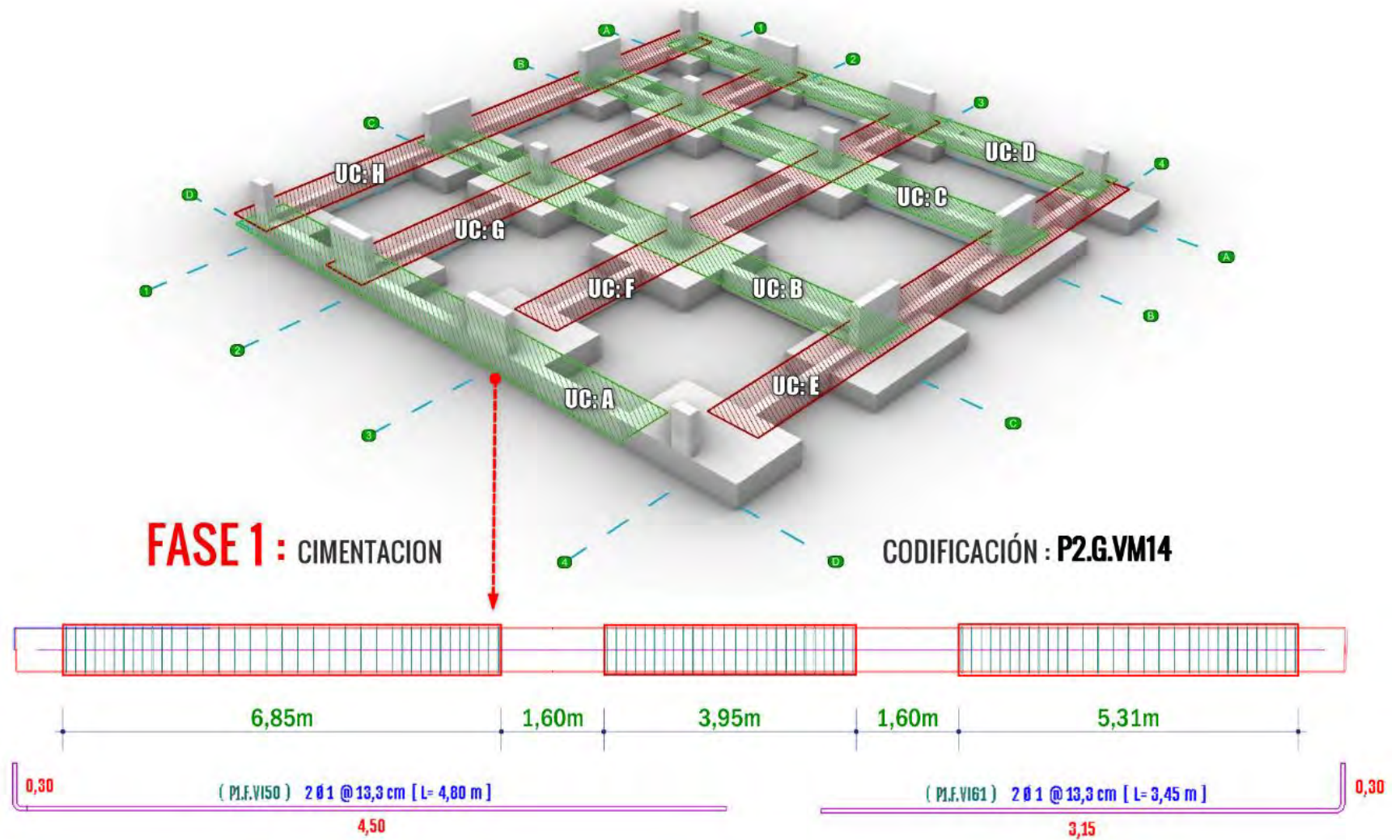
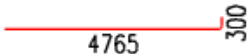
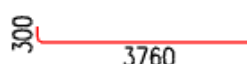
Figura 88*Sistema de codificación**Nota. Elaboración propia*

Tabla 84*Sistema de codificación*

Unidad Colada I					
Diámetro: 3/4					
Entrega	Fase	UC	Ubicación	Código	Forma
GEM	F1	I	13-14/O'- M	P1.I.VI50	
GEM	F1	I	13-14/O'- M	P1.I.VI61	

Nota. Elaboración propia

Para el ejemplo de codificación representado en la figura 87 se describe y detalla su interpretación a continuación:

- **Codificación: P2.G.M14**

- **Prefijo (P):**

La letra P indica el proyecto al cual pertenece el elemento estructural del cual se desprende dicha barra de acero, este prefijo puede derivar del nombre del proyecto si lo tuviera a fin de simplificar su identificación o puede ser asignado de manera arbitraria. u propósito es identificar rápidamente el proyecto al cual pertenece el elemento estructural.

- **Fase (2):**

El número 2 representa la fase específica en la que se utiliza dicha barra de acero. Los proyectos suelen dividirse en varias fases, y este número facilita la organización e identificación al momento de su empleo en obra o en planta.

- **Unidad Colada (G):**

La letra G indica la unidad colada al cual pertenece el elemento contenedor de una barra de acero de refuerzo. La unidad colada se refiere a una sección específica dentro del proyecto donde se empleará esta barra en cuestión.

- **Código Único de Identificación (M14):**

El código VM14 es un identificador único asignado a la barra de acero dentro de una unidad de colada. Este identificador es crucial para ubicar y rastrear la

ubicación de una barra durante y después del proceso de corte, para garantizar su correcta instalación dentro de cada unidad de colada.

Los elementos dentro de las regiones de color verde y roja, representan los grupos de elementos estructurales que conforman la Unidad de Colada, los cuales se codificarán alfabéticamente dentro de una fase de análisis descrita en el ítem 4.2.8 optimización de acero, en caso de exceder las 27 unidades de colada cuyo rango de nombre ira de A hasta la Z (A, B, C, D, E...Z) se procederá a duplicar cada una (AA, BB, CC, DD, EE...ZZ) a fin de no repetir ninguna codificación existente.

4.2.6.3. Codificación vertical

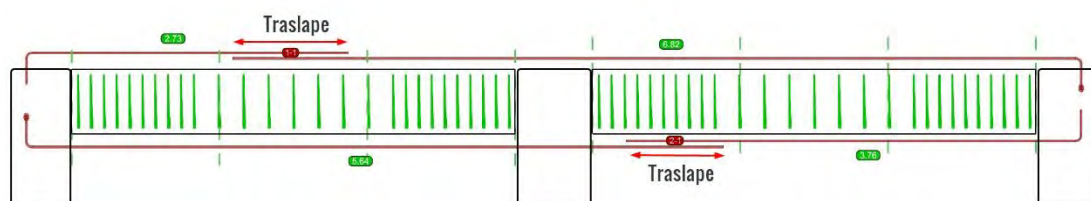
Para la codificación de unidades colada verticales se empleará la codificación numérica, asignándole el prefijo UC seguidamente de un valor numérico para identificarlo, esta notación quedaría de la siguiente manera: UC.X°, debiéndose iniciar siempre en la unidad y al igual que las unidades de colada en vigas se trabajarán independientes al modelo general.

4.2.6.4. Corte de acero

Finalizado la etapa de modelado de acero, bajo todas las consideraciones descritas previamente, se procederá a realizar el corte del acero en los lugares más convenientes de la unidad colada, respetando las zonas de traslape y longitudes de desarrollo previstas en la normativa peruana.

Figura 90

Corte de acero



Nota. Elaboración propia

4.2.7. Generación de planos

La generación de planos en el proceso de fabricación de acero pre dimensionado es fundamental e importante ya que servirán como guía en el proceso de producción y montaje de acero de refuerzo, para lo cual se emplearán dos tipos de planos, los referidos a la etapa de corte y al ensamblado con el fin de mantener una ejecución más rápida y precisa, mejorando la calidad y producción.

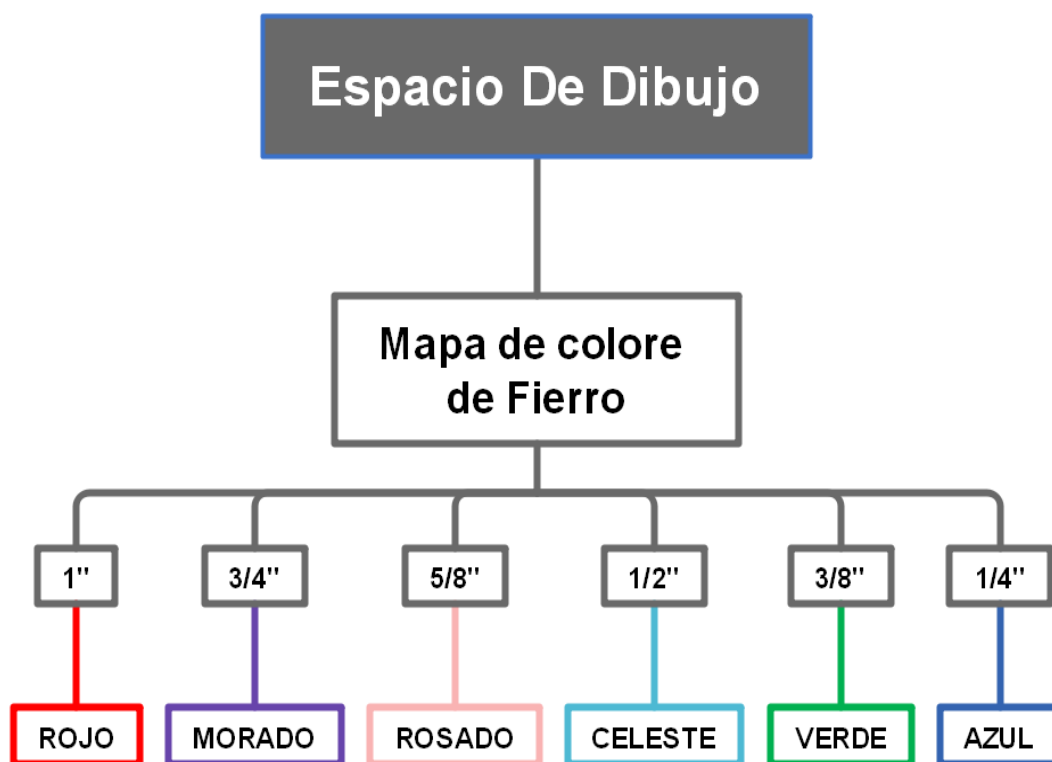
4.2.7.1. Generación de planos de ensamble o planos de detalle

Para una producción optima y eficiente de acero pre dimensionado es importante la gestión efectiva de esta documentación, que nos permitirán coordinar las distintas actividades de fabricación y montaje ya sea en planta o en obra. Además, el empleo de esta documentación técnica asegura la eficiencia y minimiza los errores en posteriores etapas en planta y en obra.

Para la generación de planos de ensamble se tendrán las siguientes consideraciones:

A. Esquema de colores

Para la correcta representación de un plano es importante respetar un esquema de colores que nos permita identificar y simplificar la interpretación de planos empleados en taller, para lo cual se estandarizaran los colores que se emplearan para cada tipo de barra representado en los planos de detalle de la siguiente manera:

Figura 91*Esquema de colores**Nota.* Elaboración propia**B. Organización de planos**

Para mantener un correcto orden en la gestión de los planos de detalle, estos tendrán que agruparse en tres grupos:

Planos que conformen la agrupación de uno o más elementos a través de unidades de colada, estarán dispuestos dentro de la ficha Cast Unit Drawings o “Planos de Unidades de Fundición”. Los planos que sean de planta o de corte estarán dentro de la ficha GA Drawings; y finalmente aquellos que conformen la unión de una o varias unidades de colada o de planos generales estarán dispuestos en la ficha Multidrawings.

Figura 92*Organización de planos*

Nota. Elaboración propia

C. Codificación de rótulos

Como se muestra en la figura 93 la información correspondiente a los planos se detalla a continuación:

Figura 93*Codificación de rótulos*

						PERÚ Ministerio de Educación		Viceministerio de Gestión Institucional		Programa Nacional de Infraestructura Educativa	
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DE SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA, SECUNDARIA Y EBA EN LA I.E. JUAN ESPINOZA MEDRANO, DISTRITO Y PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS - APURIMAC											
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: Cusco PROVINCIA: Antioquia DISTRITO: Antioquia				Proyectista: LUISA RODRIGUEZ DEL...				REVISADO: Ing. ...		APROBADO: Ing. ...	
PLANO: PLANO DE DESPIECE						UC-B				ESCALA: Indicada	
Tipo de elementos: VIGAS										FECHA: ...	
Tipo: ...										CODIGO: M-DT-01	

Nota. Elaboración propia

- **Información general:**

- Nombre del proyecto
- Ubicación del proyecto
- Nombre del cliente
- Numero de plano
- Fecha de creación
- Key-Plan

- **Información de detalle:**

- Nombre del conjunto
- Escala
- Tipo de elemento

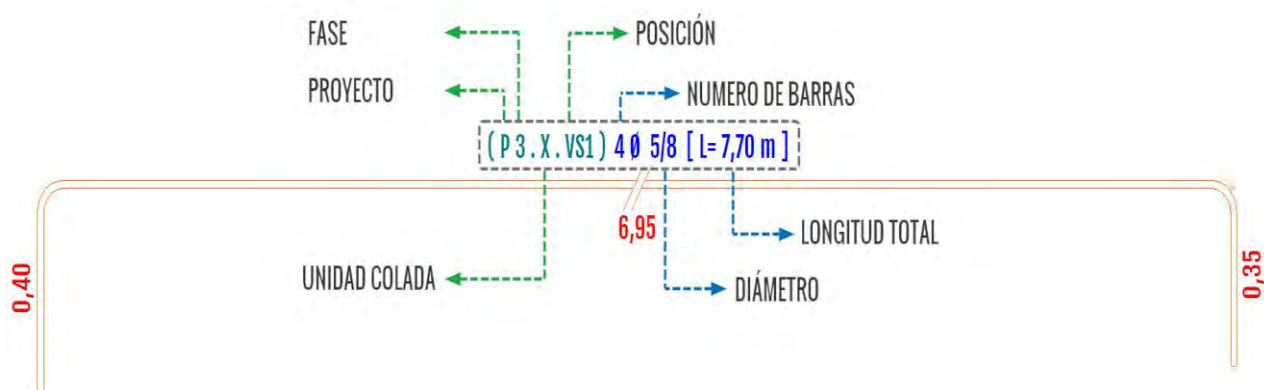
- Fase
- Diámetros de barras
- Número de piezas
- **Especificaciones técnicas.**
 - F'y del acero
 - Recubrimientos
- **Información del responsable del dibujo**
 - Nombre
 - Firma
 - Información de la empresa

D. Descripción técnica para barras de acero pre dimensionado

Para la elaboración de los planos de detallado es importante dotar de toda la información necesaria a cada barra que forme parte del desglose de cualquier elemento estructural o unidad colada a fin de poder mantener un control ordenado y organizado durante los procesos de corte, doblado, empaquetado y posterior habilitación en obra, para lo cual se plantea el etiquetado de una barra con la siguiente información descrita en la figura 93, el cual se empleara durante la etapa de optimización de la piezas.

Figura 94

Etiquetado de una barra de acero corrugado



Nota. Elaboración propia

4.2.7.2. Generación de planos de corte

Para la obtención de los planos de corte, previamente se deberá de haber culminado con los trabajos de optimización de todas las barras a emplearse en las fases

o etapas de un proyecto, para lo cual se plantea mejorar la representación de los resultados obtenidos por el software Cuting Optimizator después del proceso de optimización, las cuales se presentan a continuación:

Figura 95

Generación de planos de corte

Longitud	Materia	Cantidad	Etiqueta	Chatarra	Gráfico: 1D
9	acero	1 Ø 1/2"	0		
9	acero	1 Ø 1/2"	0		
9	acero	1 Ø 1/2"	0.05		
9	acero	1 Ø 1/2"	0.35		
9	acero	1 Ø 1/2"	0.25		
9	acero	1 Ø 1/2"	0.05		
9	acero	1 Ø 1/2"	2.45		
9	acero	2 Ø 1/2"	0		
9	acero	3 Ø 1/2"	0.05		
9	acero	3 Ø 1/2"	0		
9	acero	3 Ø 1/2"	0		
9	acero	4 Ø 1/2"	0.1		
9	acero	5 Ø 1/2"	0.05		

Nota. Elaboración propia

Aunque si bien se podría usar este formato, para la presente investigación se planteara reestructurar este formato mediante el software grasshopper para poder mejorar la presentación de los planos de corte de acero y hacerlo más eficiente para su interpretación.

Para este proceso primeramente se exportarán los resultados obtenidos después del proceso de optimización en formato dxf, bajo las configuraciones de unidad puesta en metros y las capas para cada tipo de objeto mediante nombres definidos por el usuario, una vez exportada la lista de cortes en formato CAD se vera de la siguiente manera:

Figura 98*Planos de corte de acero corrugado*

N°	Cant.	Nc.	Descripción de cortes barra Ø3/8" de 9m
1	21	4	
2	5	5	
3	1	3	
4	14	3	
5	12	2	
6	12	3	
7	17	3	

Nota. Elaboración propia

En la figura 98 en la primera columna se muestra la numeración propia de la lista de corte, la segunda columna muestra la cantidad de barras a cortar bajo un mismo patrón, la tercera columna muestra la cantidad de piezas producto del corte en una barra y finalmente la cuarta columna muestra una descripción detallada de los puntos de corte de una barra con los respectivos códigos de barra asignados.

4.2.8. Optimización de acero

Para el inicio del proceso de optimización es importante y fundamental el uso de un modelo estructural bien elaborado que servirá como punto de partida para el análisis del proceso de optimización. Dicho modelo deberá cumplir con todas las indicaciones y recomendaciones previstas en la presente investigación a fin de poder garantizar los resultados y maximizar los recursos a emplear, manteniendo una clara y correcta organización de trabajo que facilite el control y seguimiento acorde al cronograma de entregables requeridos. Con toda la información disponible se procederá al desarrollo del proceso de optimización implementada para la presente investigación.

4.2.8.1. Metrado de acero

Para el metrado de acero, Tekla nos ofrece varias herramientas dentro de su interfaz que permiten cuantificar toda la información requerida, sin embargo, existe una

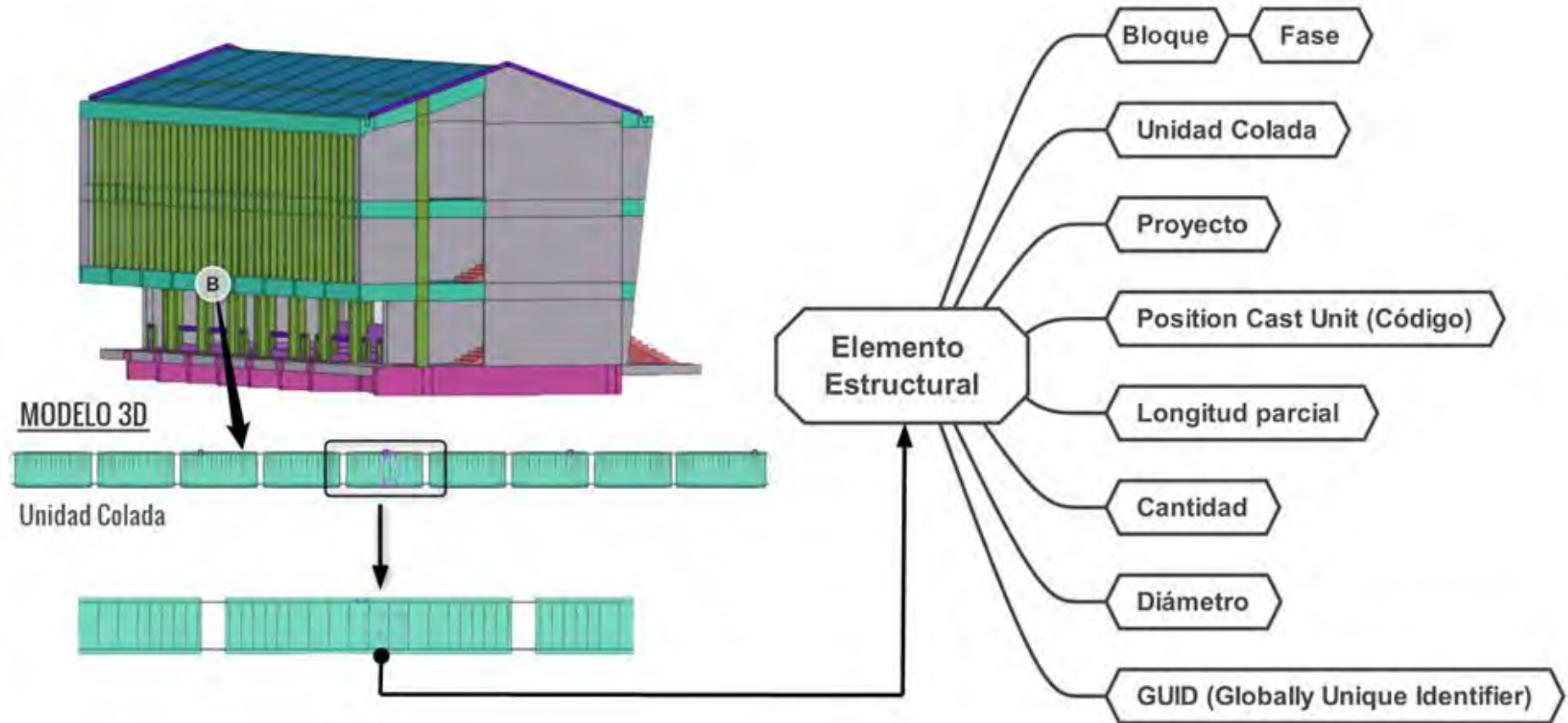
herramienta gratuita desarrollada por la comunidad de usuarios de Tekla Structures llamada TeklaPad, el cual haciendo uso de una interfaz de programación es capaz de extraer toda la información querida para el inicio del proceso de optimización, por lo que se empleara durante todo el proceso de metrado y extracción de datos.

Previo a la exportación cabe señalar que todos los objetos tendrán que ser numerados mediante la opción  Number modified objects (Number modified objects), dispuesto en los paneles de dibujo y reportes de la cinta de opciones de Tekla.

Toda la información a extraer y requerida para el proceso de optimización se detalla en el siguiente diagrama:

Figura 99

Diagrama de proceso para metrado



Nota. Elaboración propia

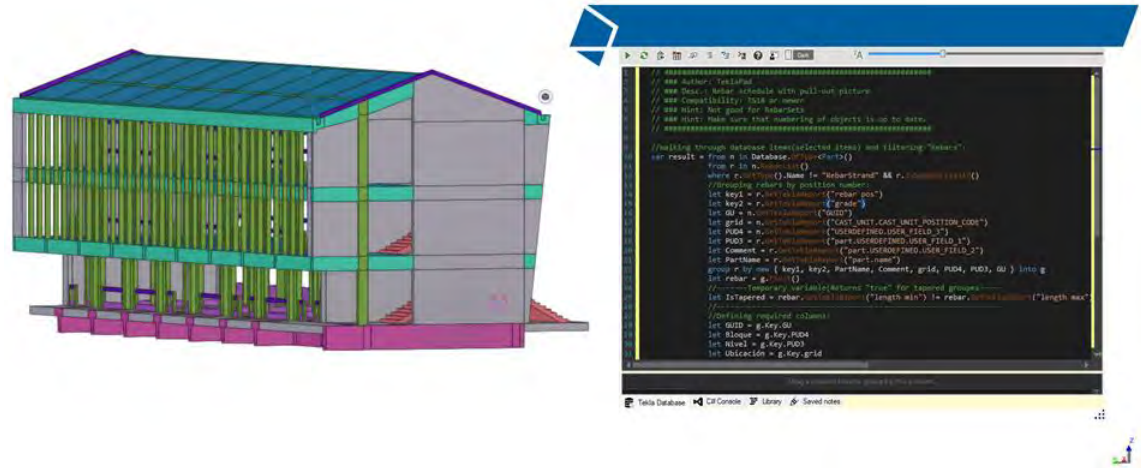
Para el proceso del metrado y extracción de datos se empleó la interfaz del software TeklaPad mediante la siguiente secuencia de código desarrollada en el entorno de programación de C#:

```
// #####
// ### Author: ACH_ARM
// ### Desc.: Rebar schedule with pull-out picture
// ### Hint: Make sure you only select parts
// ### Hint: Make sure that numbering of objects is up to date.
// #####
var result = from n in Database.OfType<Part>()
              from r in n.RebarList()
              where r.GetType().Name != "Rebar Strand" && r.IsGeometryValid()
              //Grouping rebars by position number:
              let key1 = r.GetTeklaReport("rebar pos")
              let key2 = r.GetTeklaReport("grade")
              let GU = n.GetTeklaReport("GUID")
              let grid = n.GetTeklaReport("CAST_UNIT.CAST_UNIT_POSITION_CODE")
              let PUD4 = n.GetTeklaReport("USERDEFINED.USER_FIELD_3")
              let PUD3 = r.GetTeklaReport("part.USERDEFINED.USER_FIELD_1")
              let Comment = r.GetTeklaReport("part.USERDEFINED.USER_FIELD_2")
              let PartName = r.GetTeklaReport("part.name")
              group r by new {key1, key2, PartName, Comment, grid, PUD4, PUD3, GU} into
g
              let rebar = g.First()
              //-----Temporary variable (Returns "true" for tapered groups-----
              let IsTapered = rebar.GetTeklaReport("length min") !=
rebar.GetTeklaReport("length max")
              //Defining required columns:
              let GUID = g.Key.GU
              let Bloque = g.Key.PUD4
              let Nivel = g.Key.PUD3
              let Ubicación = g.Key.grid
              let Codigo = g.Key.key1
              let Estandar = g.Key.key2
              let Elemento = g.Key.Comment
              let Elemento_Estructural = g.Key.PartName
              let Diámetro = rebar.GetTeklaReport("size")
              let Cantidad = g.Sum(x => x.GetNumberOfRebars()) //or g.Sum(x =>
x.GetTeklaReport("number"))
              let Long_Parcial = IsTapered == true ? "VAR" : rebar.GetTeklaReport("length")
              let Peso_Parcial = IsTapered == true ? "VAR" : rebar.GetTeklaReport("weight")
              let Peso_Total = IsTapered == true ? Math.Round(g.Sum(x =>
(double)x.GetTeklaReport("weight total", 6)), 3) : Peso_Parcial * Cantidad
              let Long_Total = IsTapered ? Math.Round(Peso_Total *
rebar.GetTeklaReport("length", 7) /
Long_Parcial * Cantidad
rebar.GetTeklaReport("weight", 7), 3) :
```

Tanto el vínculo como la recolección de datos se realizará automáticamente después de ejecutar el código anterior mencionado, mostrándonos como resultado el cómputo de toda la información requerida.

Figura 100

Recolección de datos mediante Teklapad

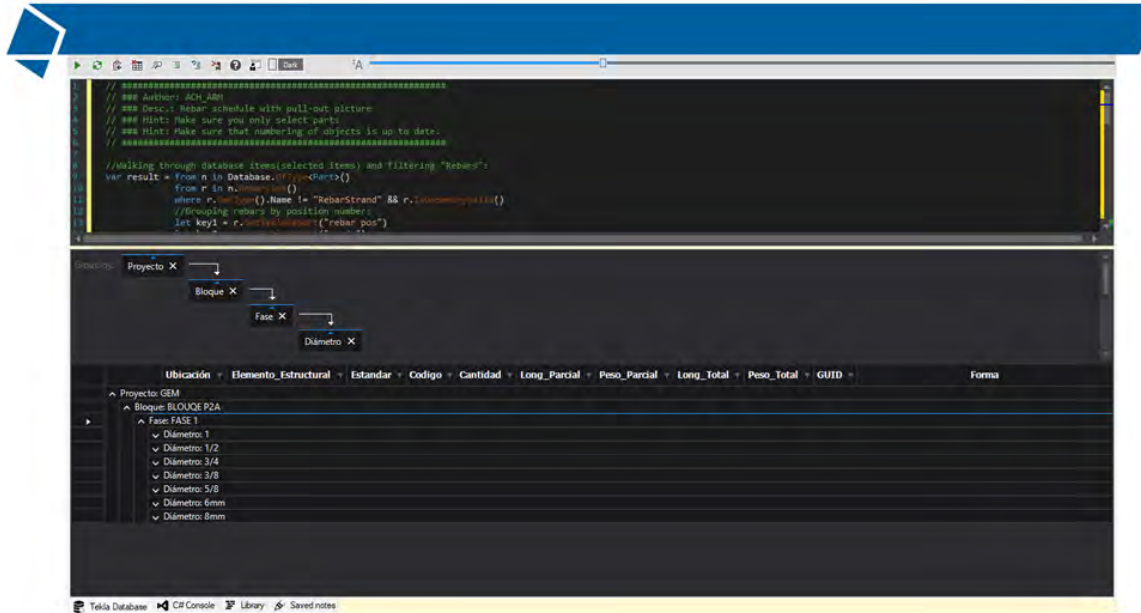


Nota. Elaboración propia

Posteriormente se procederá a filtrar esta información en función del proyecto, bloque, fase al cual pertenezcan cada elemento estructural, para finalmente hacer un filtro según el tipo de barra empleado. tal como se muestra en la figura 100.

Figura 101

Aplicación de filtros metrados de acero



Nota. Elaboración propia

Finalmente se exportará esta información en formato xlsx respetando la esquematización o agrupación empleada previamente en el software TeklaPad hacia el entorno de Excel como se ve a continuación:

Figura 102

Exportación de información

METRADOS DE ACERO										
Proyecto: "GEM"										
Entidad: PRONIED										
Especialidad: Estructuras										
Fecha: Sunday, October 10th 2023										
Modulo: Bloque P2A										
Hecho Por:										
Ubicación	Elemento_Estructural	Código	Cantidad	Long_Parcial	Peso_Parcial	Long_Total	Peso_Total	GUID	Forma	
Proyecto: GEM										
Bloque: BLOUQ P2A										
Fase: FASE 1										
Diámetro: 1"										
<-1.2>/<-1.2>	VC-01	M11	2	4.0	15.86	8	31.72	6a28c177-1b5b3-4200-bcf4-eff8be4816e	3.76	0.30
<-1.2>/<-1.2>	VC-01	M12	2	5.0	19.88	10	39.76	6a28c177-1b5b3-4200-bcf4-eff8be4816e	4.77	0.30
<-1.2>/<-1.2>	VC-01	M11	2	4.0	15.86	8	31.72	d3514d77-a1f5-41af-be14-46306fbdc80	3.76	0.30
<-1.2>/<-1.2>	VC-01	M12	2	5.0	19.88	10	39.76	d3514d77-a1f5-41af-be14-46306fbdc80	4.77	0.30
<-1.2>/<-1.2>	VC-01	M11	2	4.0	15.86	8	31.72	6d3e31b7-292a-4d54-a780-da497b161330	3.76	0.30
								6d3e31b7-292a-4d54-a780-da497b161330		

Nota. Elaboración propia

4.2.8.2. Proceso de metrado de concreto

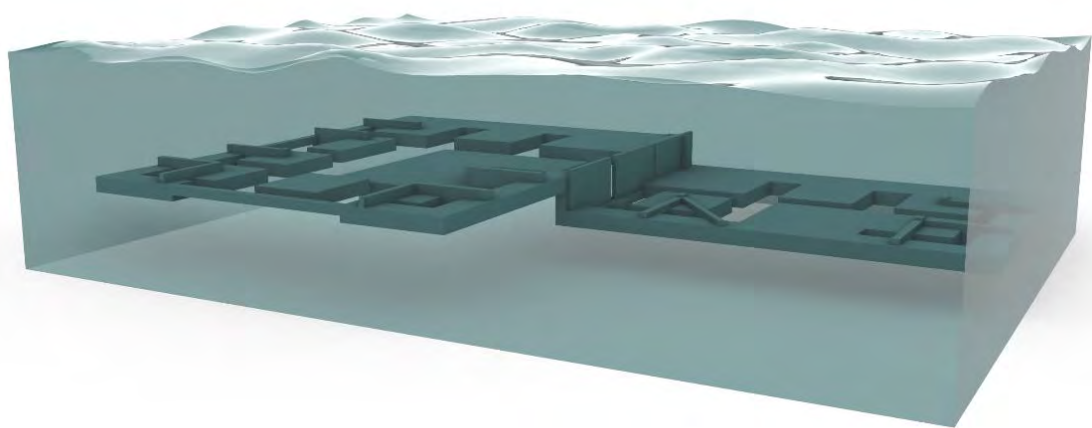
Para el metrado de concreto se tendrán en cuenta todas las recomendaciones del capítulo 4.2.2 correspondientes al modelado de concreto, el metrado de concreto se debe abordar de la siguiente manera:

En vista que el metrado de concreto puede representar ambigüedad frente a posibles intersección de algunos elementos estructurales, tal como se muestra en la imagen A del capítulo III, se planteara el concepto bien definido en el principio de Arquímedes para el cálculo de volúmenes, el cual sostiene que “Un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza de flotación hacia arriba igual al peso del fluido que ha desplazado.”, lo cual en términos metrado de volúmenes de concreto implica generar una geometría regular que contenga dichos elementos

estructurales y hacer una sustracción de volúmenes, de tal manera que todas las geometrías serán sustraídas del objeto contenedor, dejando cada una espacio equivalente a su representación geométrica, de tal manera que dos objetos que tengan intersección alguna no podrán sustraer este espacio dos veces, como que no sucedería si se haría si se cuantifica cada elemento por serado.

Figura 103

Proceso de metrado de concreto

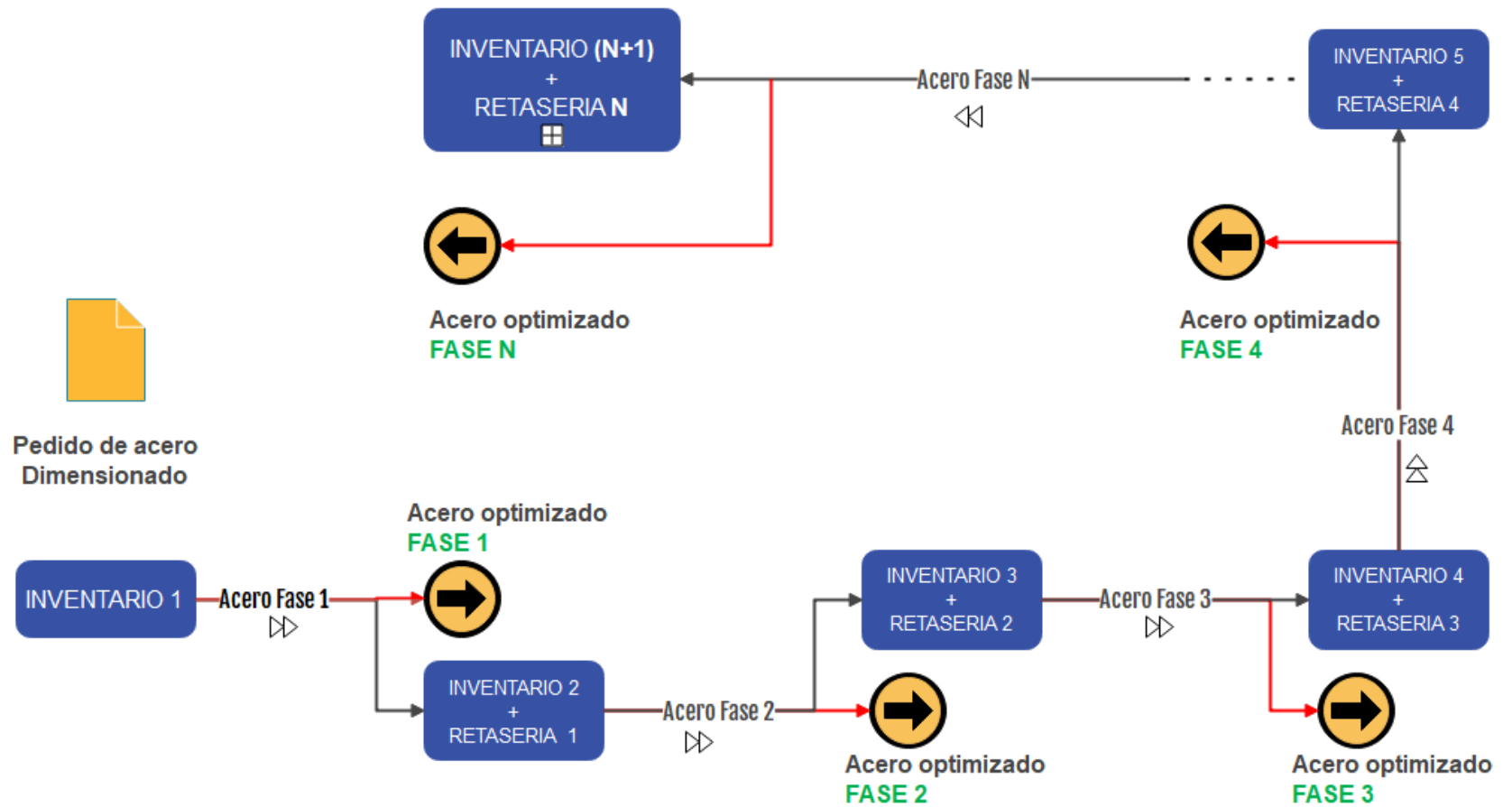


Nota. Elaboración propia

Aunque varios softwares ya prevén esta situación especial para el cómputo de volúmenes, solo tendrán valor real si se considera el modelado de estos objetos bajo sus condiciones, específicamente dentro del software Revit considerando la sustracción de elementos bajo intersección, pero como anteriormente se había señalado para nuestros fines de trabajo no es una opción estas consideraciones, por tal motivo se plantea esta opción muy ingeniosa para su computo, la figura 103 describe el concepto del principio de Arquímedes bajo nuestro enfoque.

4.2.8.3. Optimización por fases constructivas

Tal como se indica en la figura 54 y descrito en el ítem 4.2.1 especificaciones técnicas, el criterio de optimización empleada en la presente investigación será progresiva y modular en función del acero empleado en cada una de las fases propuestas inicialmente; la lógica empleada para este proceso se indica a través del siguiente diagrama:

Figura 104*Diagrama de optimización por fases constructivas**Nota.* Elaboración propia

Para la elección del software de optimización más adecuado, se llevó a cabo un análisis comparativo entre dos herramientas especializadas en la optimización lineal, los criterios para su elección no solo dependerán de su capacidad de optimización, sino también de las herramientas y del costo beneficio que esta nos pueda ofrecer.

4.2.8.4. Elección del software de optimización a emplear

La elección del software a emplearse es fundamental, ya que este repercutirá directamente en la eficiencia del proceso, la reducción de desperdicios y los costos operativos, con el siguiente análisis garantiremos que la herramienta a emplear nos ayude a la optimización de recursos y a mejorar la sostenibilidad de la empresa.

4.2.8.4.1. Prueba comparativa de capacidad de optimización

Para estas pruebas los softwares fueron ejecutadas bajo las mismas condiciones de hardware y establecidas bajo máximo rendimiento de análisis en configuración y sometidas a la misma prueba, con el fin de garantizar un análisis objetivo y justo.

A. Simulación 01

Para la primera prueba se efectuó la siguiente optimización con los siguientes datos:

Tabla 85

Datos de entrada para la optimización – Simulación 01

Nº	Largo	Cantidad
1	1,34	10
2	7,12	10
3	1,75	10
4	2,25	10
5	5,64	10

Nota. Elaboración propia

• Resultados de mermas o chatarra del software Cutlogic 1d

Tabla 86

Resultados de merma o chatarra del software Cutlogic 1d

Longitud de chatarra	Cantidad	Total
----------------------	----------	-------

0,13	10	1,3
1,11	5	5,55
0,68	5	3,4
6,75	1	6,75
Total		17 m

Nota. Elaboración propia

• **Justificación:**

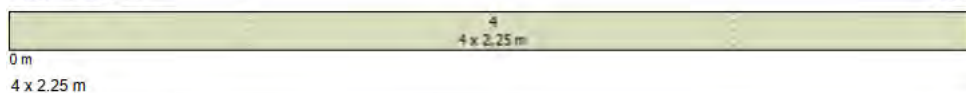
#	Exis. #	Descripción	Almacén	Largo	Coste/un	Coste tot	Usad.
1	1		Default	9 m			22
Total				198 m			22

#	Pieza #	Descripción	Pedido #	No cort	Largo	Coste/un	Coste tot	Corte
1	1				1.34 m			10
2	2				7.12 m			10
3	3				1.75 m			10
4	4				2.25 m			10
5	5				5.64 m			10
Total					181 m			50

1. 9 m 1x

100.00% Piezas 4

#1
acero



2. 9 m 10x

98.55% Piezas 2 Desperdicio 0.13 m

#1
acero



3. 9 m 5x

92.44% Piezas 3 Desperdicio 0.68 m

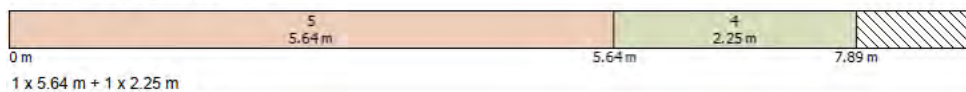
#1
acero



4. 9 m 5x

87.66% Piezas 2 Desperdicio 1.11 m

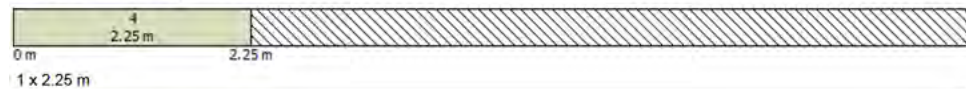
#1
acero



5. 9 m 1x

25.00% Piezas 1 Desperdicio 6.75 m

#1
acero



• **Resultados software Cuting Optimizator**

Tabla 87

Resultados software Cuting Optimizator

Longitud de chatarra	Cantidad	Total
0,13	10	1,3
1,11	10	11,1
0,96	1	0,96
3,64	1	3,64
Total, chatarra		17 m

Nota. Elaboración propia

• **Justificación:**

Longitud	Materia	Cantidad	Etiqueta	Chatarra
9	acero	10	Ø 1/2"	0.13
9	acero	10	Ø 1/2"	1.11
9	acero	1	Ø 1/2"	0.96
9	acero	1	Ø 1/2"	3.64

Gráfico: 1D					
7.12			1.75		
5.64			2.75		
1.34	1.34	1.34	1.34	1.34	1.34
1.34	1.34	1.34	1.34		

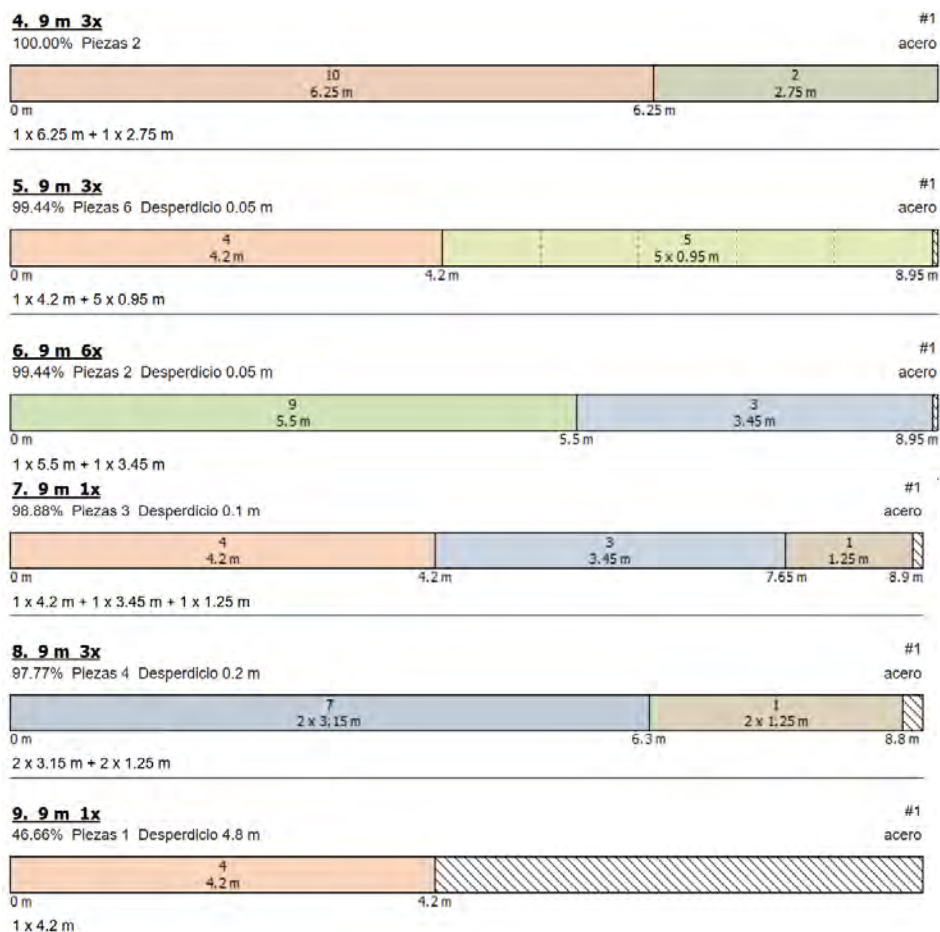
B. Simulación 02

Para la segunda prueba se efectuó la siguiente optimización con los siguientes datos:

Tabla 88

Datos de entrada para la optimización – Simulación 02

Nº	Largo	Cantidad
1	1,25	12
2	2,75	8
3	3,45	10
4	4,2	5
5	0,95	15
6	1,85	10
7	3,15	7
8	2,5	8



- Resultados software Cuting Optimizator**

Tabla 90

Resultados software Cuting Optimizator

Longitud de chatarra	Cantidad	Total
0,05	9	0,45
0,1	1	0,1
0,2	3	0,6
4,8	1	4,8
Total, chatarra		5,95

Nota. Elaboración propia

- Justificación:**

Longitud	Materia	Cantidad	Etiqueta	Chatarra
9	acero	3	Ø 1/2"	0
9	acero	3	Ø 1/2"	0
9	acero	4	Ø 1/2"	0
9	acero	1	Ø 1/2"	0
9	acero	6	Ø 1/2"	0.05
9	acero	3	Ø 1/2"	0.05
9	acero	1	Ø 1/2"	0.1
9	acero	3	Ø 1/2"	0.2
9	acero	1	Ø 1/2"	4.8

Gráfico: 1D				
6.25			2.75	
3.45	1.85	1.85	1.85	
2.75	2.5	2.5	1.25	
3.15	2.75	1.85	1.25	
5.5			3.45	
4.2	0.95	0.95	0.95	0.95
4.2	3.45			1.25
3.15	3.15	1.25	1.25	
4.2				

- **Tabla resumen**

Tabla 91

Resultados de la prueba comparativa de capacidad de optimización

Software	Prueba Número 1	Tiempo	Prueba Número 2	Tiempo
	Chatarra		Chatarra	
Cutlogic 1d	17 m	9 s	5,95 m	35 s
Cuting Optimizator	17 m	1s	5,95 m	1,5 s

Nota. Elaboración propia

De análisis anterior de puede inferir que ambos softwares presentan resultados muy semejantes, por tano la elección del software a elegir dependerá de otros factores que no sean referidos a su capacidad de optimización, dado que en este punto ambos softwares demostraron tener buenos resultados.

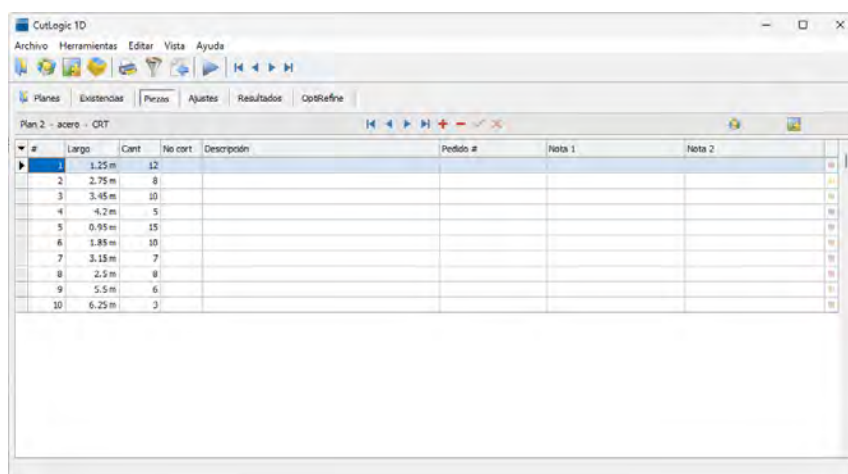
4.2.8.4.2. Prueba comparativa de herramientas

En este punto el software Cutlogic 1d nos ofrece más herramientas que complementas a los trabajos de optimización, tales como un reporte más detallado, la posibilidad de poder generar códigos de barra para las partes, etc., mientras el software Cutting Optimizator nos ofrece herramientas básicas pero que cumplen plenamente con las tareas propias de optimización.

- **Interfaz Cutlogic 1dd**

Figura 105

Interfaz Cutlogic 1dd

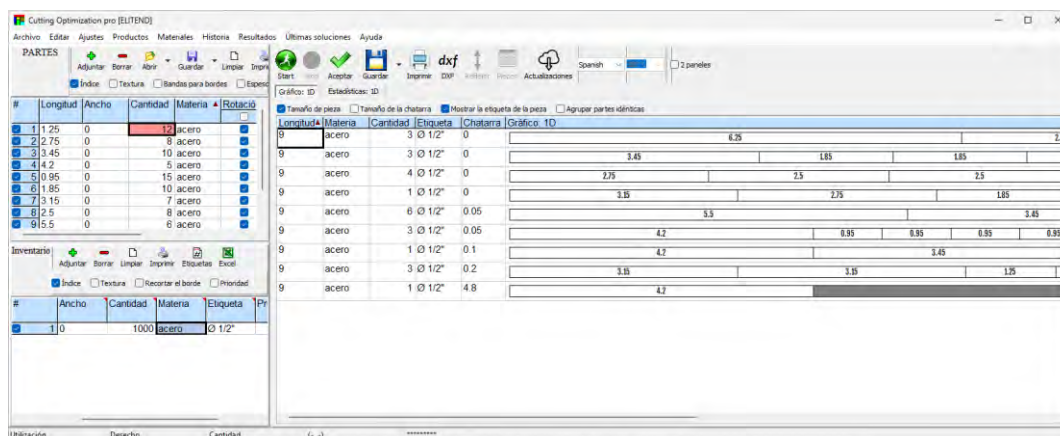


Nota. Elaboración propia

- **Interfaz Cutting Optimizator**

Figura 106

Interfaz Cutting Optimizator



Nota. Elaboración propia

Con las apreciaciones anteriores se puede concluir que el software Cutlogic 1d posee una mejor interface y herramientas para el proceso de optimización lineal.

4.2.8.4.3. *Análisis comparativo de costo beneficio*

En este punto analizaremos el costo real de una licencia para cada una de estos softwares, siendo este punto muy importante para el uso de una u otro software.

A. Costo de licencia Cutlogic 1d

Figura 107

Costo de licencia Cutlogic 1d



CutLogic 1D Editions

	Community Edition	Professional Edition	Enterprise Edition
Cutting plan limitations (per one plan)			
Max number of all parts	250	3,000	unlimited
Max number of different part sizes	10	50	unlimited
CutLogic 1D License (for one computer)	Free	\$799	\$1,599
	Download	Buy Now	Buy Now

Nota. Elaboración propia

B. Costo de licencia Cuting Optimizator

Figura 108

Costo de licencia Cuting Optimizator

Price

(For 1 (one) company; VAT not included.)

Cutting Optimization pro - 1 license (1 user, 1 computer)	55 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 2 licenses	80 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 3 licenses	105 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 4 licenses	120 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 5 licenses	150 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 6 licenses	180 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 7 licenses	210 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 8 licenses	240 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 9 licenses	270 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 10 licenses	300 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 20 licenses	600 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 30 licenses	900 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 50 licenses	1500 Euro
Cutting Optimization pro - pack of 100 licenses	3000 Euro

Nota. Elaboración propia

Tabla 92*Costo de licencias*

Software	Costo de una Licencia
	Costo en soles
Cutlogic 1d	S/.221,10
Cuting Optimizator	S/.3 036,20

Nota. Elaboración propia

De los costos que nos ofrece cada software en sus respectivas páginas web podemos concluir que el software Cuting Optimizator tiene un coste inferior al software Cutlogic 1d.

Finalmente, la elección del software a emplear se fundamentará a través de siguiente cuadro resumen comparativo entre estos softwares:

Tabla 93*Análisis comparativo de softwares*

Análisis Comparativo	Cutlogic 1D	Cuting Optimizator
Análisis De Optimización		
Herramientas		
Tiempo de procesamiento		
Precio		

Nota. Elaboración propia

De la tabla anterior se concluye que el mejor software costo beneficio por el cual se puede optar es el software CUTING OPTIMIZATOR por lo que para la presente investigación se empleara en todos los procesos de optimización de acero requeridos.

4.2.8.5. Proceso de Optimización

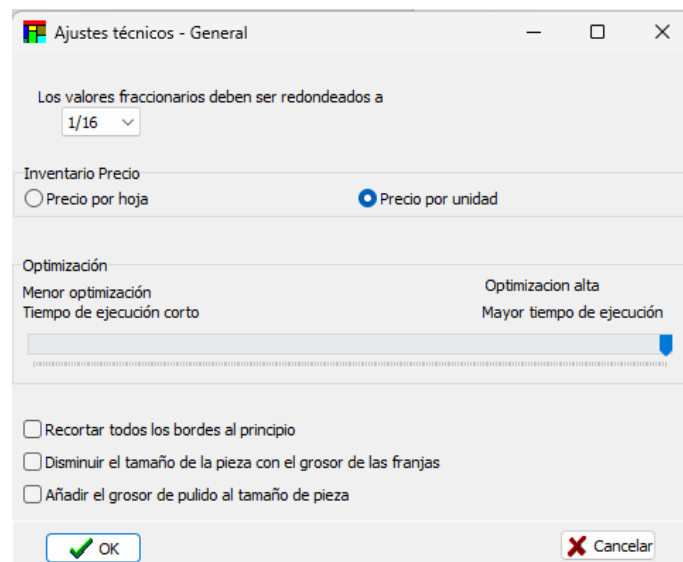
Para el proceso de optimización se empleará el software Cuting Optimizator, al cual se le importará toda la base de datos perteneciente a la primera fase, previo a iniciar con el proceso de optimización se tendrá que tener en cuenta las siguientes configuraciones:

- La cantidad de acero prevista en el inventario será un número arbitrario de barras en proporción a la magnitud de la fase inicial puesto que por fines académicos la simulación de optimización se realizará sin considerar un stock de barras existente ni la de un inventariado de retazos previos disponible, para fines prácticos se considerará un stock inicial de 5 000 barras para cada ejemplar, con lo cual al

Inventario						
<div> Adjuntar Borrar Limpiar Imprimir Etiquetas Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud	Ancho	Cantidad	Materia	Etiqueta	Precio
☒ 1	9	0	5000	acero	Ø 1/2"	29.9

finalizar el proceso de optimización se cuantificarán la cantidad de barras empleadas y los retazos excedentes sin usar.

- Tenido en cuenta que la potencia del hardware influye significativamente en la eficiencia y velocidad de optimización, la configuración empleada dentro de los ajustes generales del software se establecerá como “optimización alta” ya que para la presente investigación se empleó el uso de una laptop MSI GE76 2021 RTX 3080 cuyas especificaciones técnicas se muestran en el anexo 11, con la cual se conseguirán mejores resultados para nuestro análisis.



- Una vez finalizado el proceso de optimización se exportarán los resultados en formato dxf y se agregarán los retazos excedentes al nuevo inventario para las siguientes iteraciones.

Spanish 2 panels

Gráfico: 1D Estadísticas: 1D

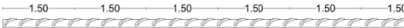
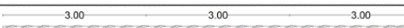
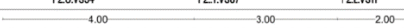
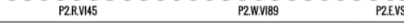
☒ Tamaño de pieza ☐ Tamaño de la chatarra ☒ Mostrar la etiqueta de la pieza ☐ Agrupar partes idénticas

Longitud	Material	Cantidad	Etiqueta	Chatarra	Gráfico: 1D
9	acero	1	Ø 1/2"	0	
9	acero	1	Ø 1/2"	0	
9	acero	1	Ø 1/2"	0.05	
9	acero	1	Ø 1/2"	0.35	

En esta etapa lo que se busca es mejorar la presentación grafica de los resultados obtenidos anteriormente, mediante el aplicativo 9.0 descrita en el anexo 06 se modificaran los planos de corte del archivo dxf acorde al formato empleado previsto para este fin tal como se muestra en la figura 111.

Procesamiento de resultados en grasshopper

N°	Cant.	Nc.	Descripción de cortes barra Ø3/8" de 9m
1	21	4	<div> <div>2.50</div> <div>3.50</div> <div>1.50</div> <div>1.50</div> </div> <div> <div>P2.R.VS14</div> <div>P2.W.P19</div> <div>P2.E.VS11</div> <div>RES.</div> </div>
2	5	5	<div> <div>1.80</div> <div>2.00</div> <div>1.50</div> <div>3.00</div> <div>0.70</div> </div> <div> <div>P2.R.VS14</div> <div>P2.R.VS14</div> <div>P2.W.VS9</div> <div>P2.E.VS11</div> <div>RES.</div> </div>
3	1	3	<div> <div>4.00</div> <div>3.00</div> <div>2.00</div> </div> <div> <div>P2.R.VI24</div> <div>P2.E.VS19</div> <div>P2.B.VI12</div> </div>
4	14	3	<div> <div>4.00</div> <div>4.00</div> <div>1.00</div> </div> <div> <div>P2.R.VS31</div> <div>P2.M.VS34</div> <div>P2.C.VI23</div> </div>
5	12	2	<div> <div>8.40</div> <div>0.60</div> </div> <div> <div>P2.W.VS9</div> <div>RES.</div> </div>
6	12	3	<div> <div>3.70</div> <div>3.70</div> <div>1.60</div> </div> <div> <div>P2.R.VS15</div> <div>P2.D.VS23</div> <div>P2.E.VS1</div> </div>
7	17	3	<div> <div>4.00</div> <div>3.00</div> <div>2.00</div> </div> <div> <div>P2.M.VI56</div> <div>P2.W.VS38</div> <div>P2.E.VI98</div> </div>

N°	Nro.	Nc.	Descripción de cortes Ø3/8" barra de 9m
32	4	3	 <p>5.40 2.50 1.10</p> <p>P2.E.PM34 P2.Y.VS13 P2.R.PM78</p>
33	4	6	 <p>1.50 1.50 1.50 1.50 1.50 1.50</p> <p>P2.R.E.S15 P2.R.E.S15 P2.R.E.S15 P2.R.E.S15 P2.R.E.S15 P2.R.E.S15</p>
34	4	3	 <p>3.00 3.00 3.00</p> <p>P2.U.VS54 P2.T.VS87 P2.E.VS11</p>
35	4	3	 <p>4.00 3.00 2.00</p> <p>P2.M.PS67 P2.X.PS9 P2.S.VS12</p>
36	4	3	 <p>3.20 4.30 1.50</p> <p>P2.R.VI45 P2.W.VI89 P2.E.VS11</p>
37	4	2	 <p>4.50 4.50</p> <p>P2.J.VS14 P2.F.VS64</p>
38	4	2	 <p>6.50 2.50</p> <p>P2.H.VS23 P2.F.VS45</p>

Nota. Elaboración propia

4.2.9. Descripción de proyectos

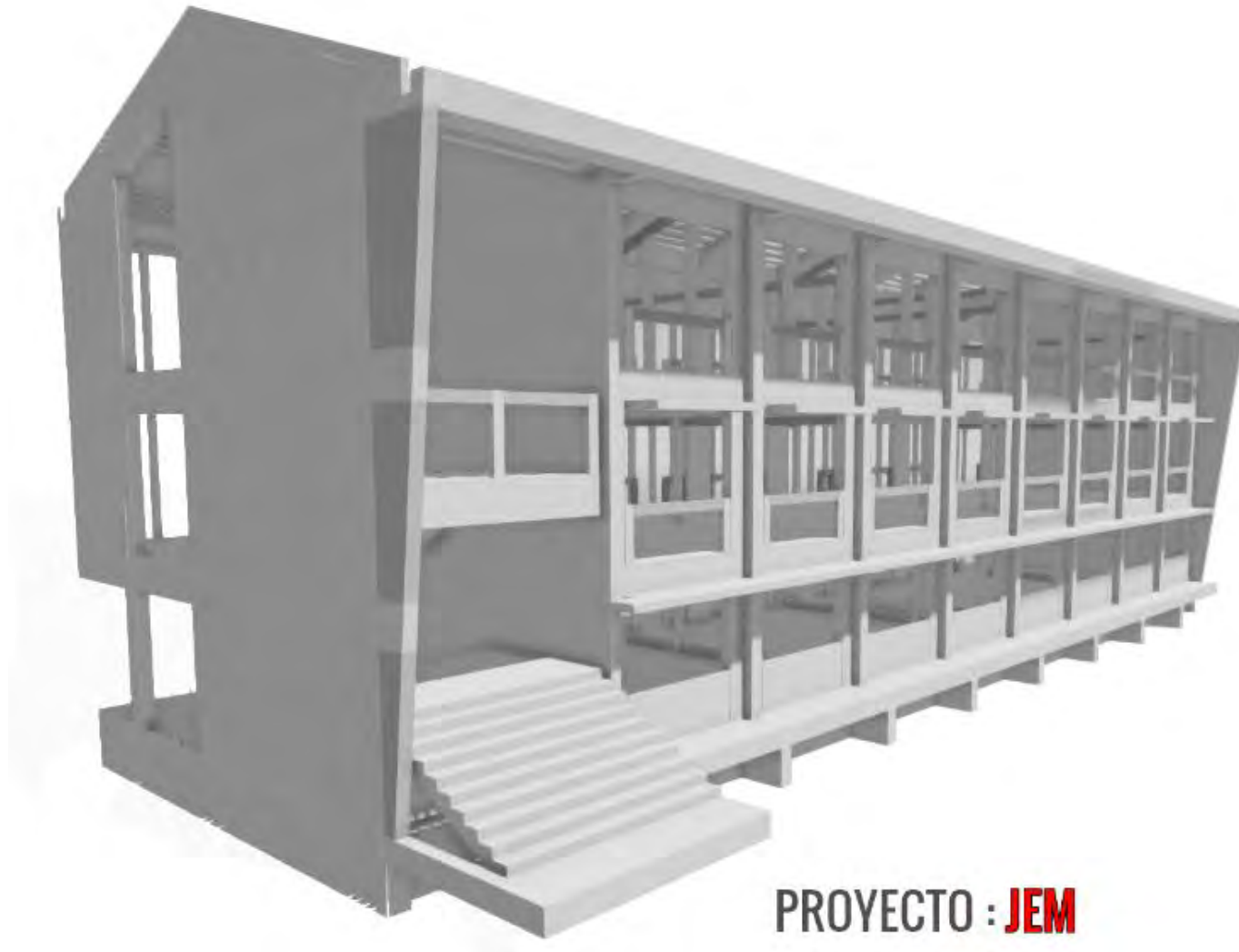
Para la presente investigación tomaremos como muestra el análisis de 3 proyectos educativos cuyos expedientes fueron aprobados por el programa Nacional de infraestructura educativa (PRONIED) para garantizar la confiabilidad de datos, los cuales de detallan a continuación:

A. Proyecto N° 1

- **Nombre:** I.E JUAN ESPINOZA MEDRANO
- **Ubicación:** Avenida Perú N°561
- **Distrito:** Andahuaylas
- **Provincia:** Andahuaylas
- **Departamento:** Andahuaylas
- **Bloque:** P- 2A
- **Área:** 310 m²
- **N° Pisos:** 3

Figura 110

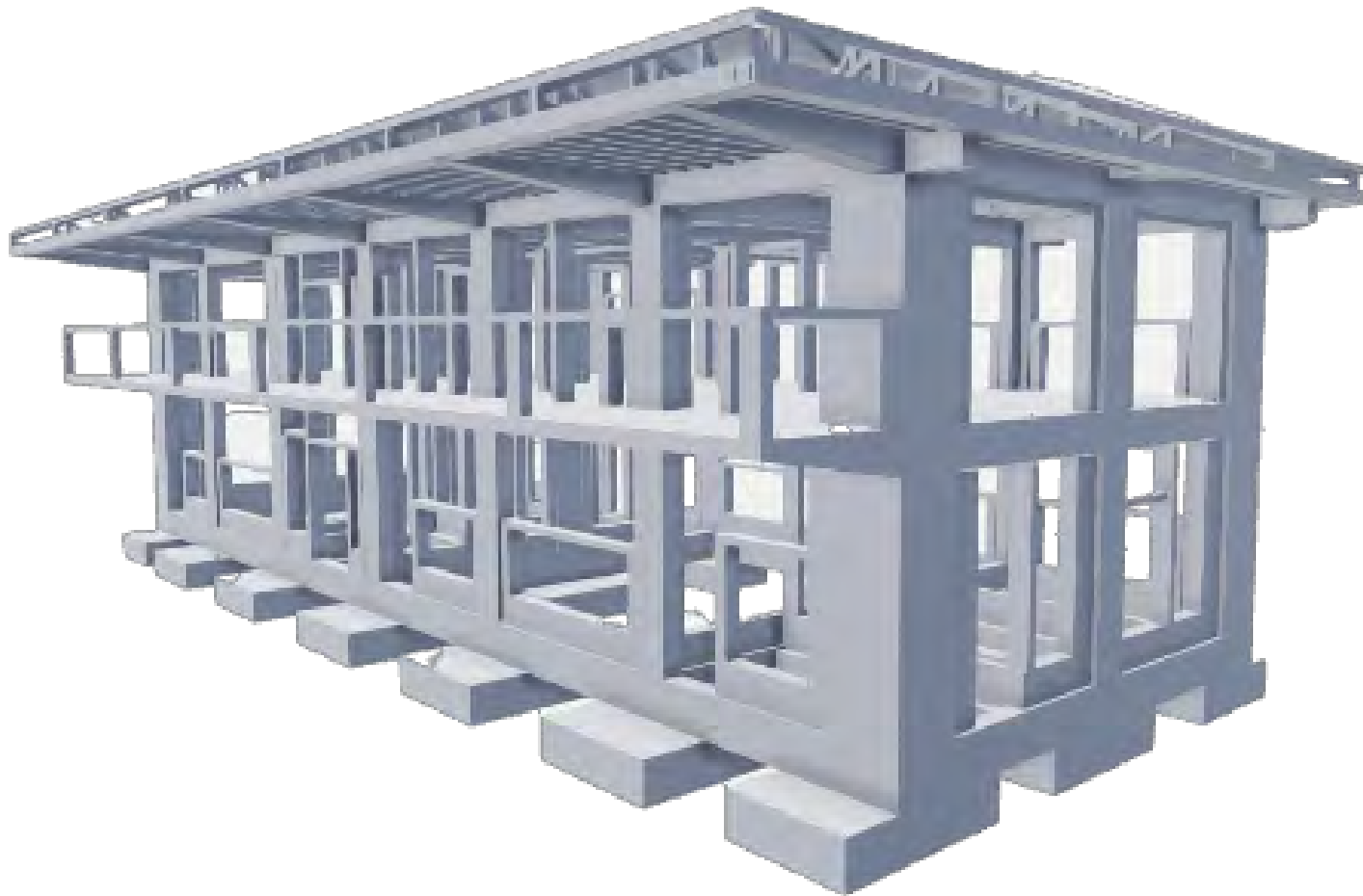
Proyecto N° 1



Nota. Elaboración propia

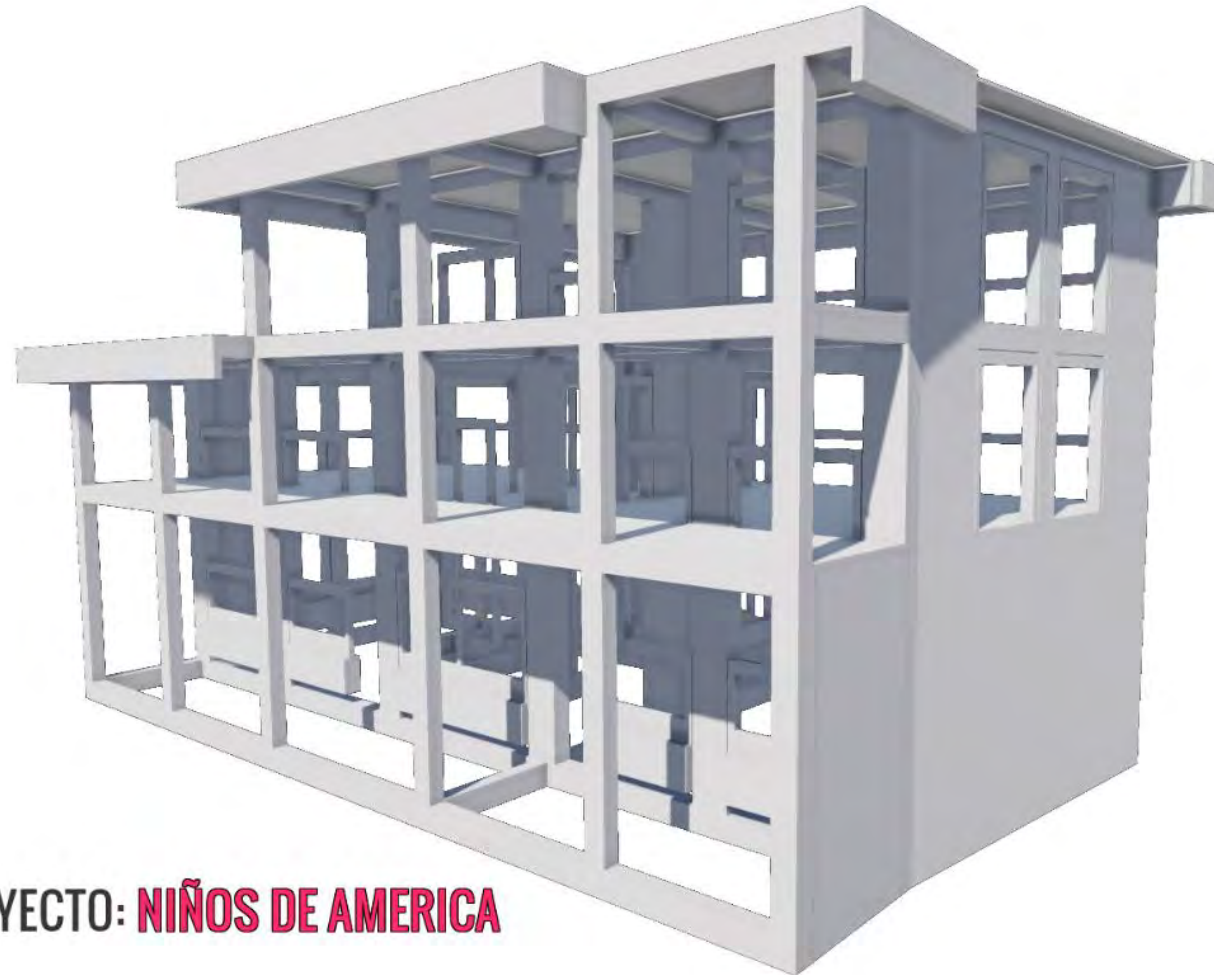
B. Proyecto N° 2

- **Nombre:** I.E N° 646 CHINCHERO
- **Ubicación:** Calle Los Pinos S/N en el Distrito de Chinchero
- **Distrito:** Chinchero
- **Provincia:** Chinchero
- **Departamento:** Cusco
- **Bloque:** B
- **Área:** 207 m²
- **N° Pisos:** 2

Figura 111*Proyecto N° 2**Nota.* Elaboración propia

C. Proyecto N° 3

- **Nombre:** I.E N°439 NIÑOS DE AMERICA
- **Ubicación:** Urb. Ucchullo Grande Pje. San Antonio S/N
- **Distrito:** Cusco
- **Provincia:** Cusco
- **Departamento:** Cusco
- **Área:** 230 m²
- **N° Pisos:** 3

Figura 112*Proyecto N° 3*

PROYECTO: NIÑOS DE AMERICA

Nota. Elaboración propia

4.2.9.1. Proceso de modelado de concreto y acero

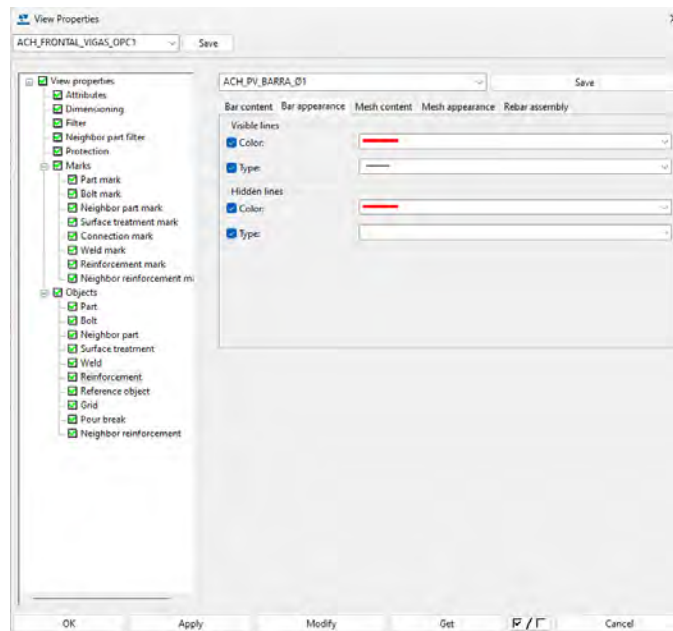
Para el proceso de modelado se tendrá en cuenta lo descrito en los capítulos referidos al modelado de acero y de concreto con referencia a las configuraciones de previas al modelado.

4.2.9.2. Configuración de esquila de colores para cada tipo de acero

Se procederá a configurar y asignar el color correspondiente a cada tipo de barra de acero corrugado según diámetro para tener un mejor manejo de los tipos de barras empleadas en un proyecto.

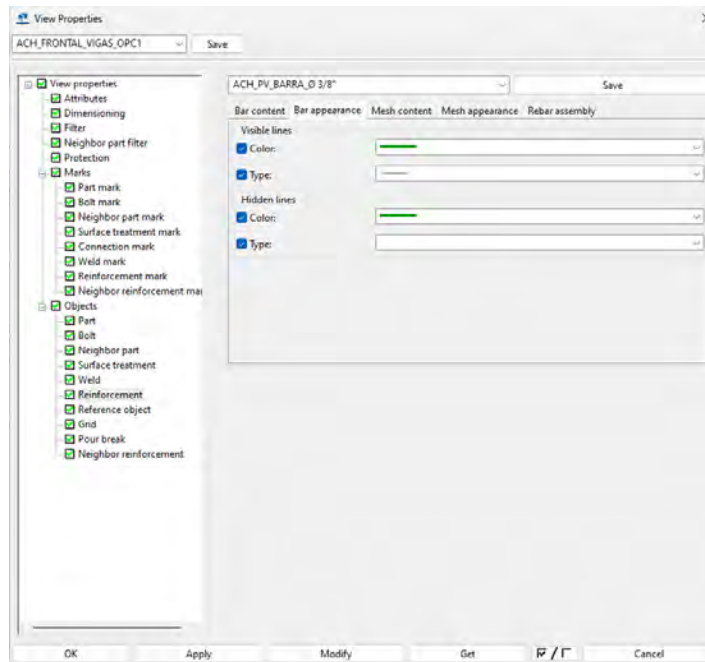
- **Barra de 1/4 “**

El color empleado para este tipo de barra será el color azul con las características RGB (0,0,225), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista.



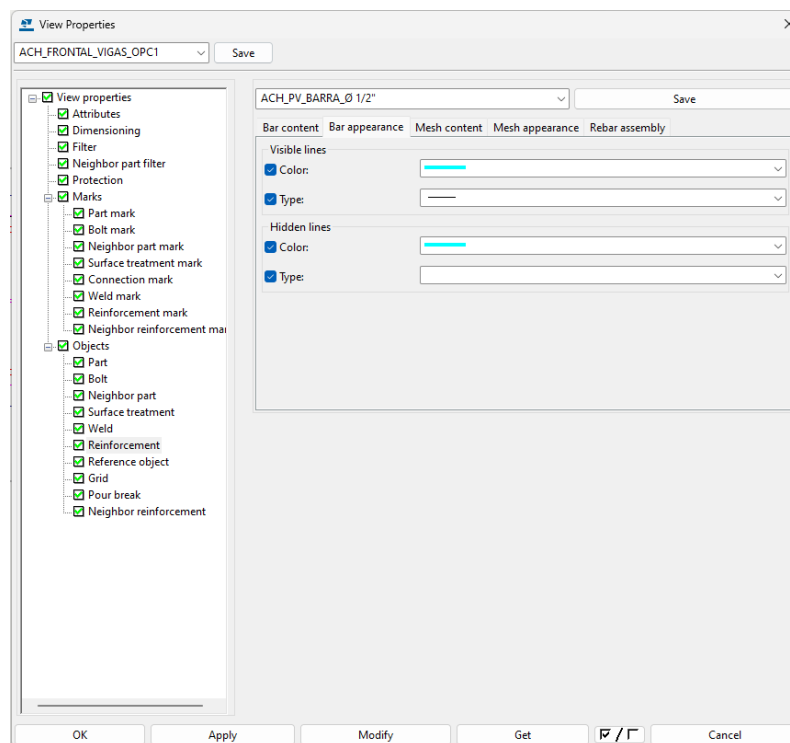
- **Barra de 3/8 “**

El color empleado para este tipo de barra será el color verde con las características RGB (0,225,0), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista.



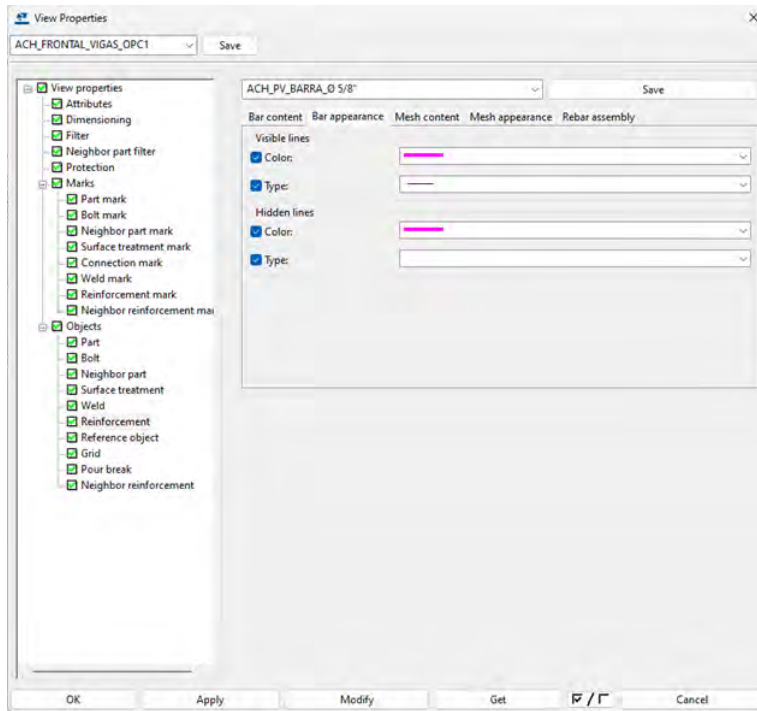
- **Barra de 1/2 “**

El color empleado para este tipo de barra será el color celeste con las características RGB (173, 216, 230), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista.



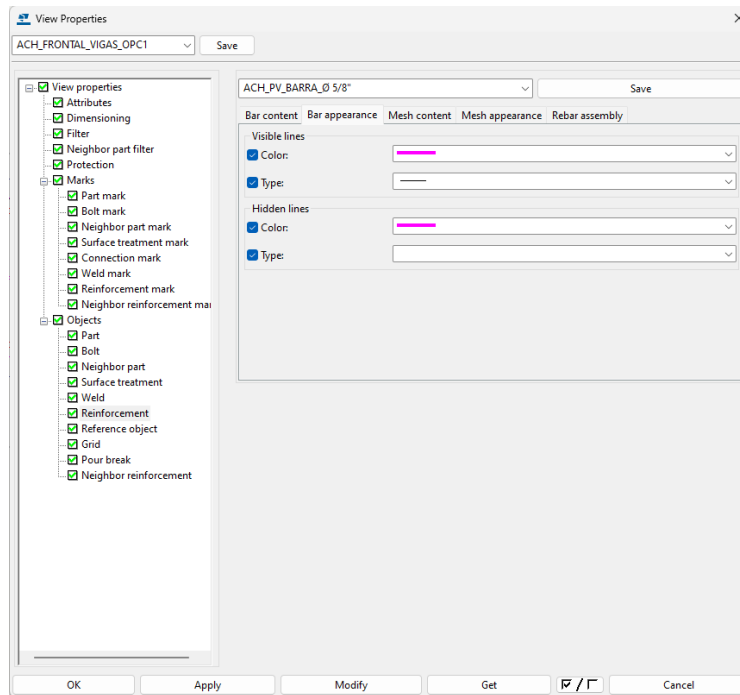
- **Barra de 5/8 “**

El color empleado para este tipo de barra será el color rosado con las características RGB (255, 192, 203), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista.



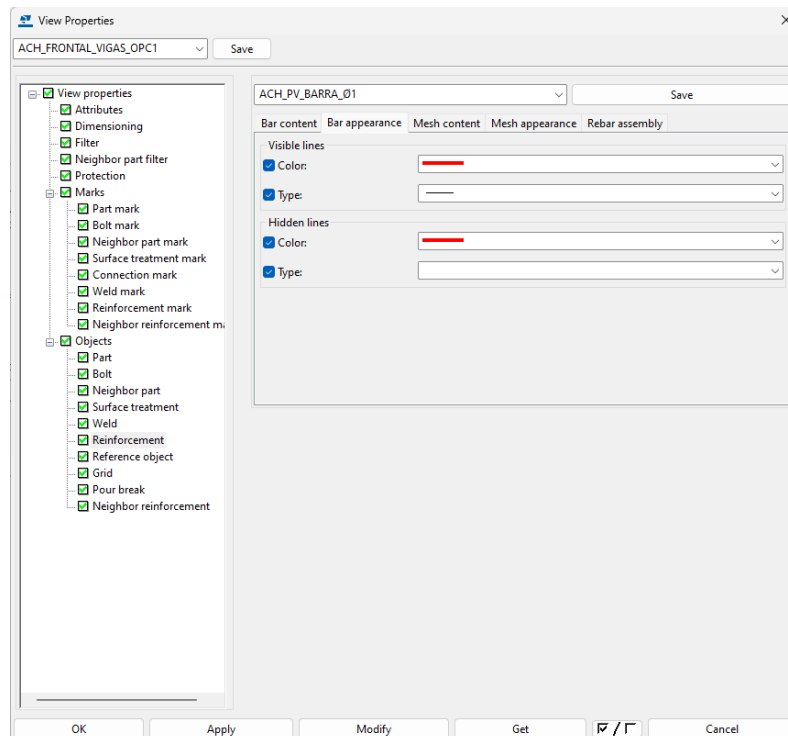
- **Barra de 3/4 “**

El color empleado para este tipo de barra será el morado con las características RGB (128, 0, 128), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista



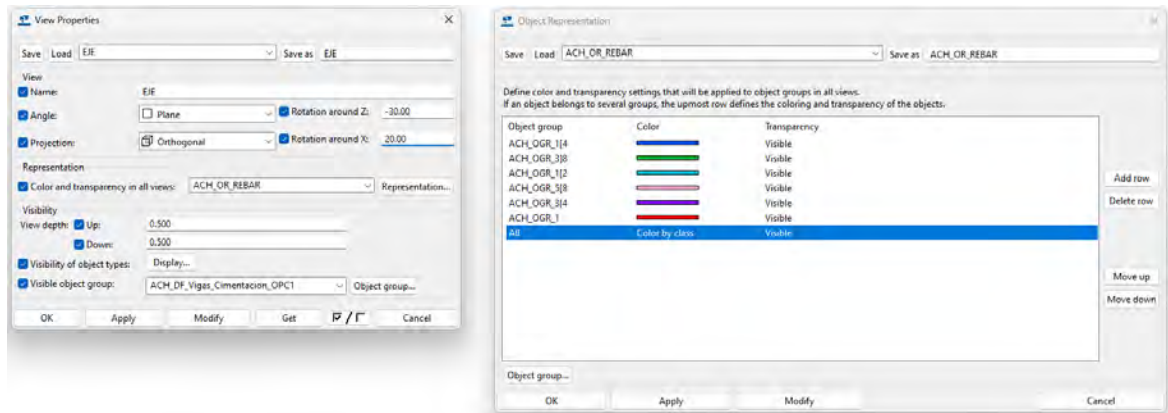
• Barra de 1 “

El color empleado para este tipo de barra será el rojo con las características RGB (225, 0, 0), que se asignará dentro de las configuraciones de visualización en el espacio de dibujo y de modelo como una opción más de vista.



4.2.9.3. Configuración de filtro de visualización

En el apartado de modelo se empleará la configuración descrita anteriormente para la representación visual de cada barra mediante la siguiente configuración:



4.2.9.4. Modelamiento de acero

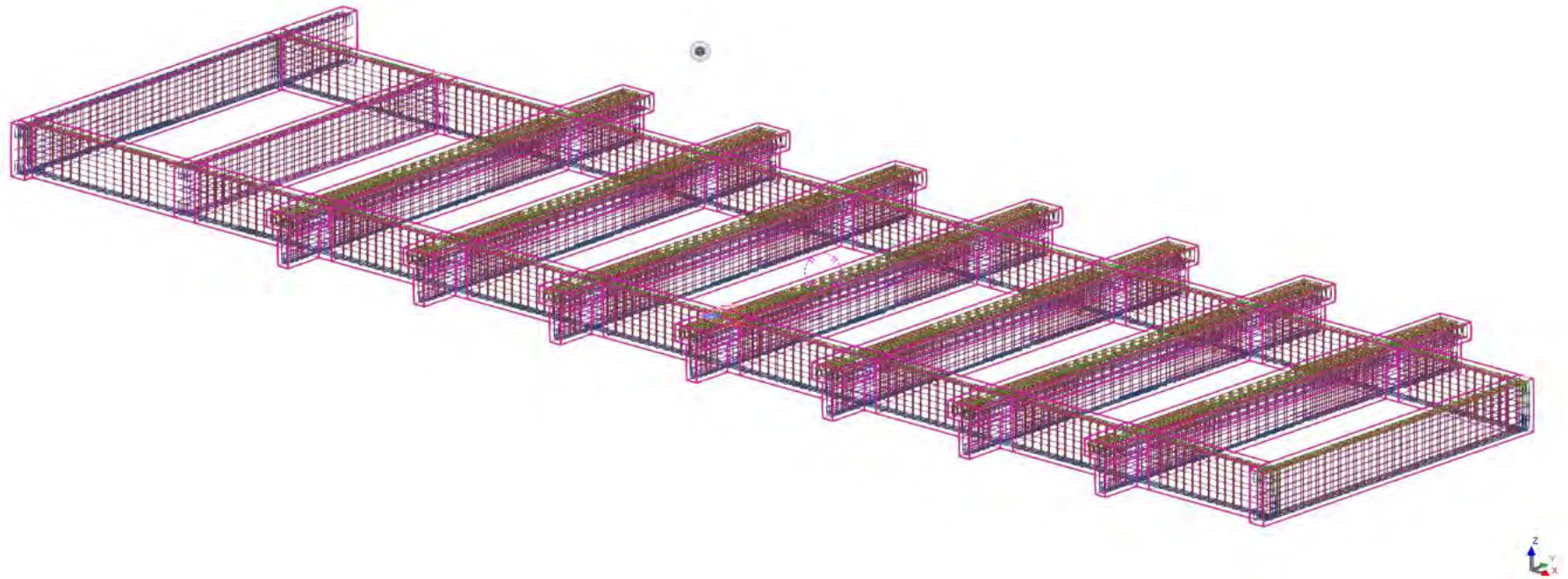
A continuación, se presenta el proceso de modelado de acero, destacando los detalles más relevantes generados durante el desarrollo del modelo.

4.2.9.4.1. *Modelado de viga de cimentación*

- **Modelado de viga de cimentación**

Figura 113

Modelado de acero de refuerzo en vigas de cimentación

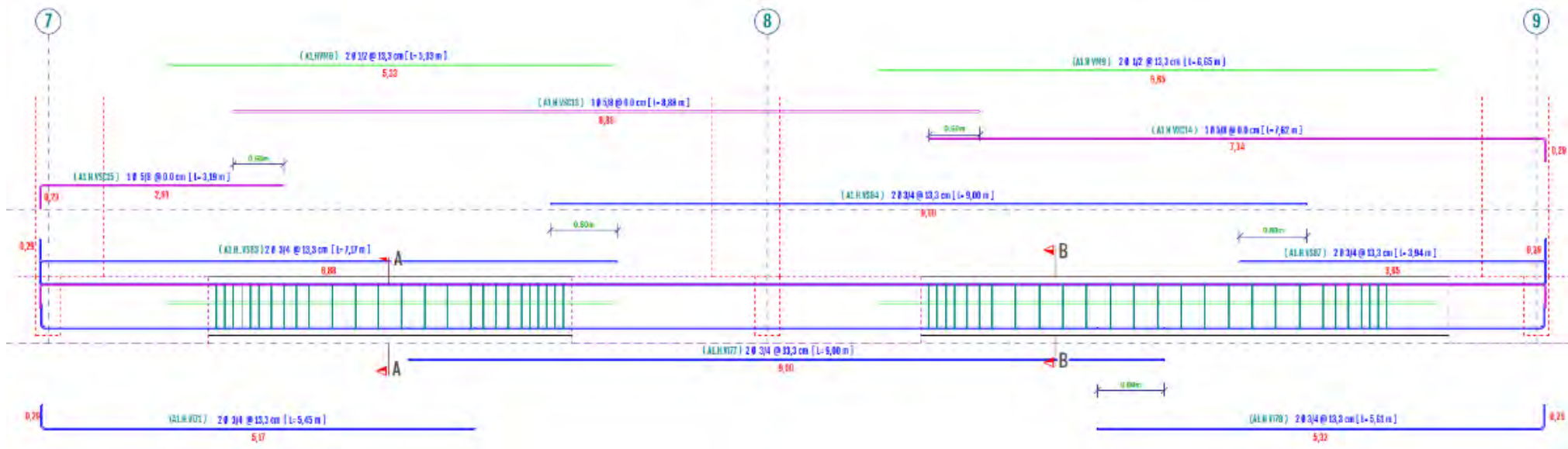


Nota. Elaboración propia

- **Detalle unidad colada viga de cimentación**

Figura 114

Detalle unidad colada viga de cimentación



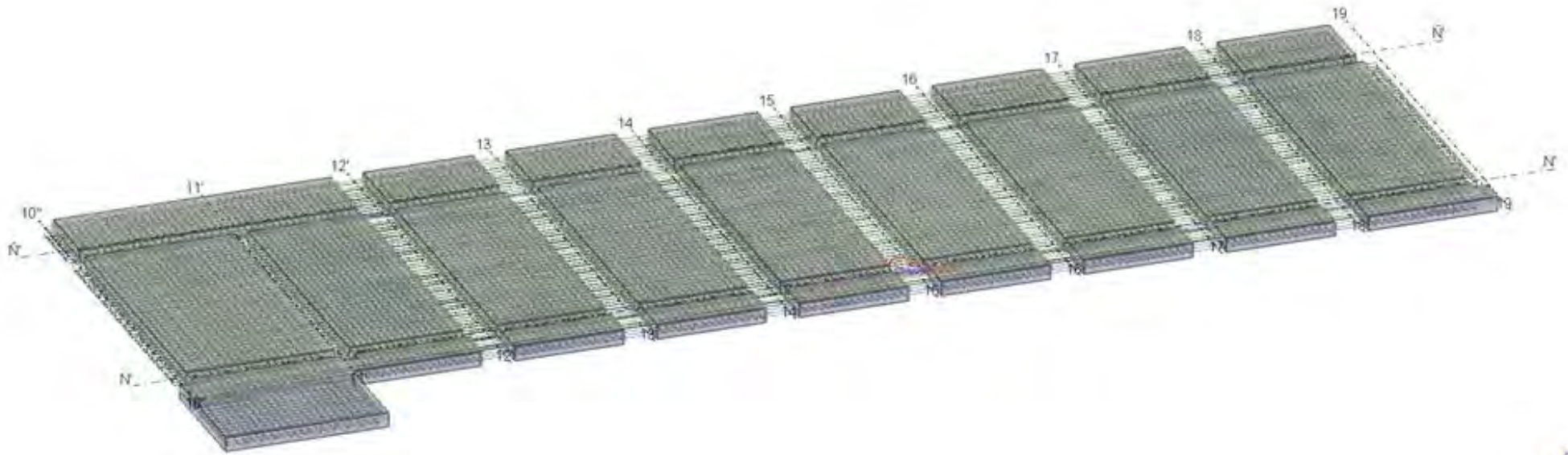
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.2. *Modelado de platea de cimentación*

- **Modelado de acero en platea de cimentación**

Figura 115

Modelado de acero en platea de cimentación



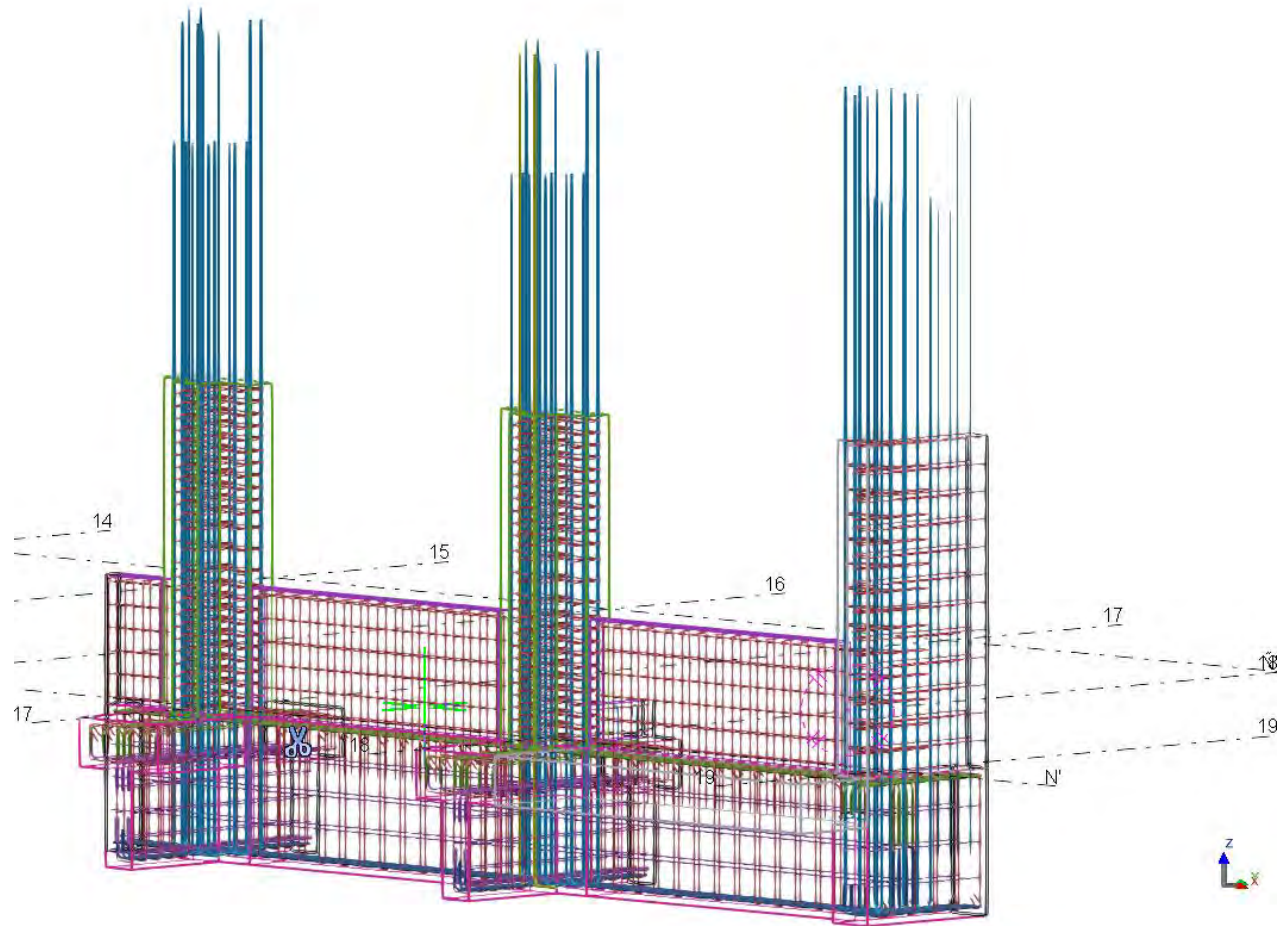
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.3. Modelado de acero vertical

- Modelado de acero en columnas (Detalle de arranque columnas)

Figura 116

Modelado de acero en columnas (Detalle de arranque columnas)

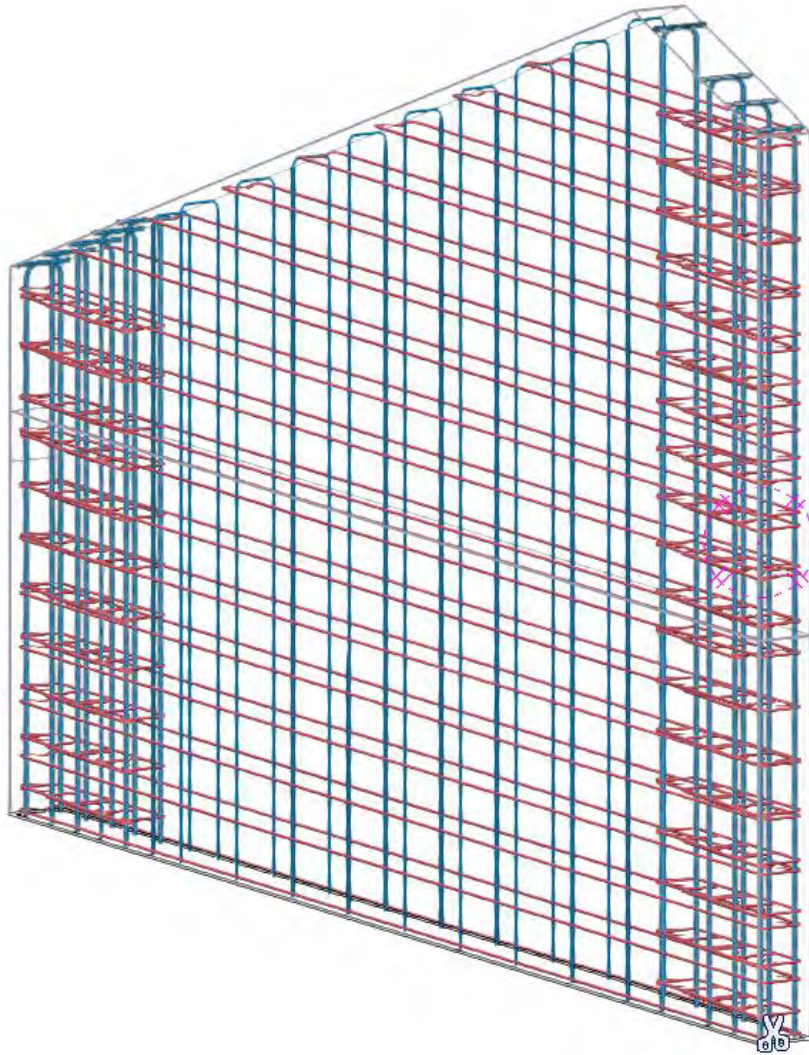


Nota. Elaboración propia

- **Modelado de acero en placas (detalle de finalización de barras verticales)**

Figura 117

Modelado de acero en placas (Detalle de finalización de barras verticales)

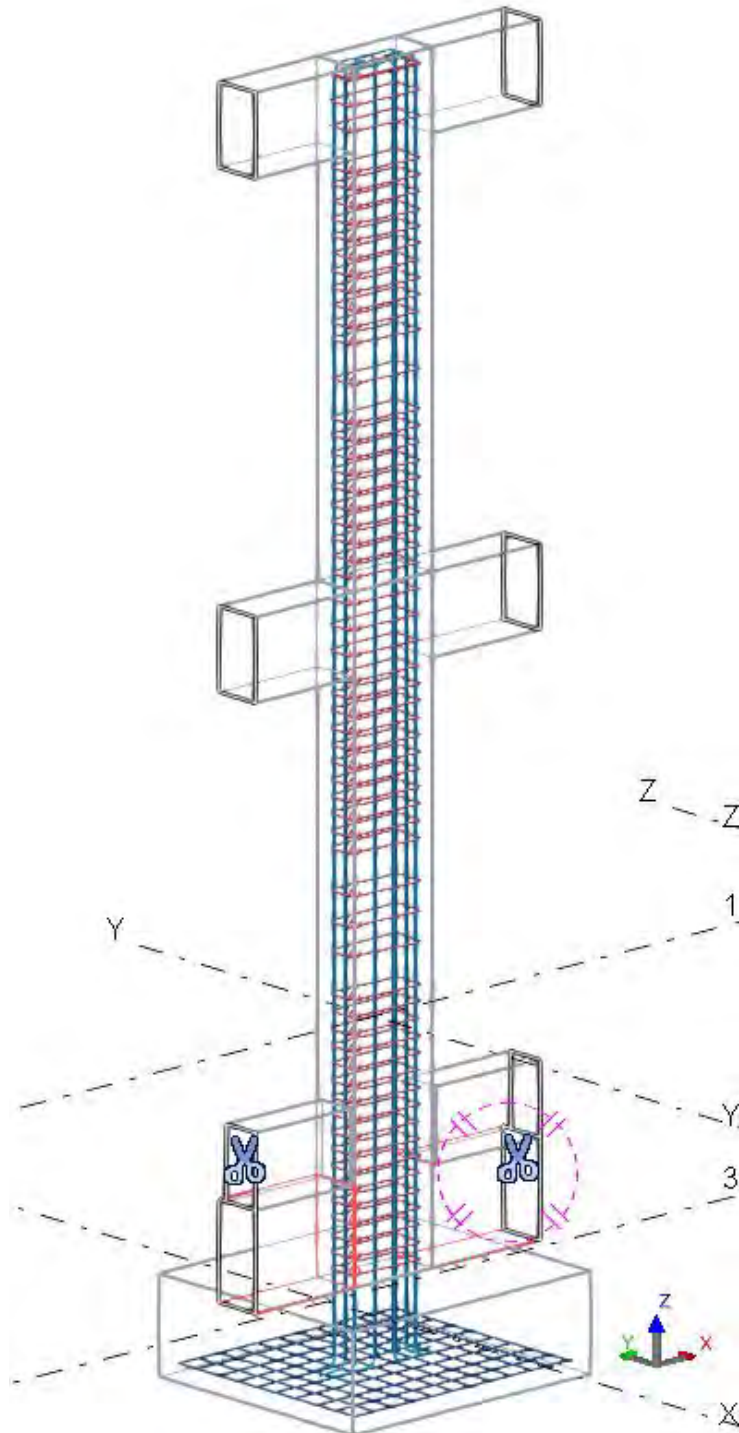


Nota. Elaboración propia

- **Modelado de acero en columnas (detalle de unidad colada en columnas)**

Figura 118

Modelado de acero en columnas (Detalle de unidad de colada en columnas)

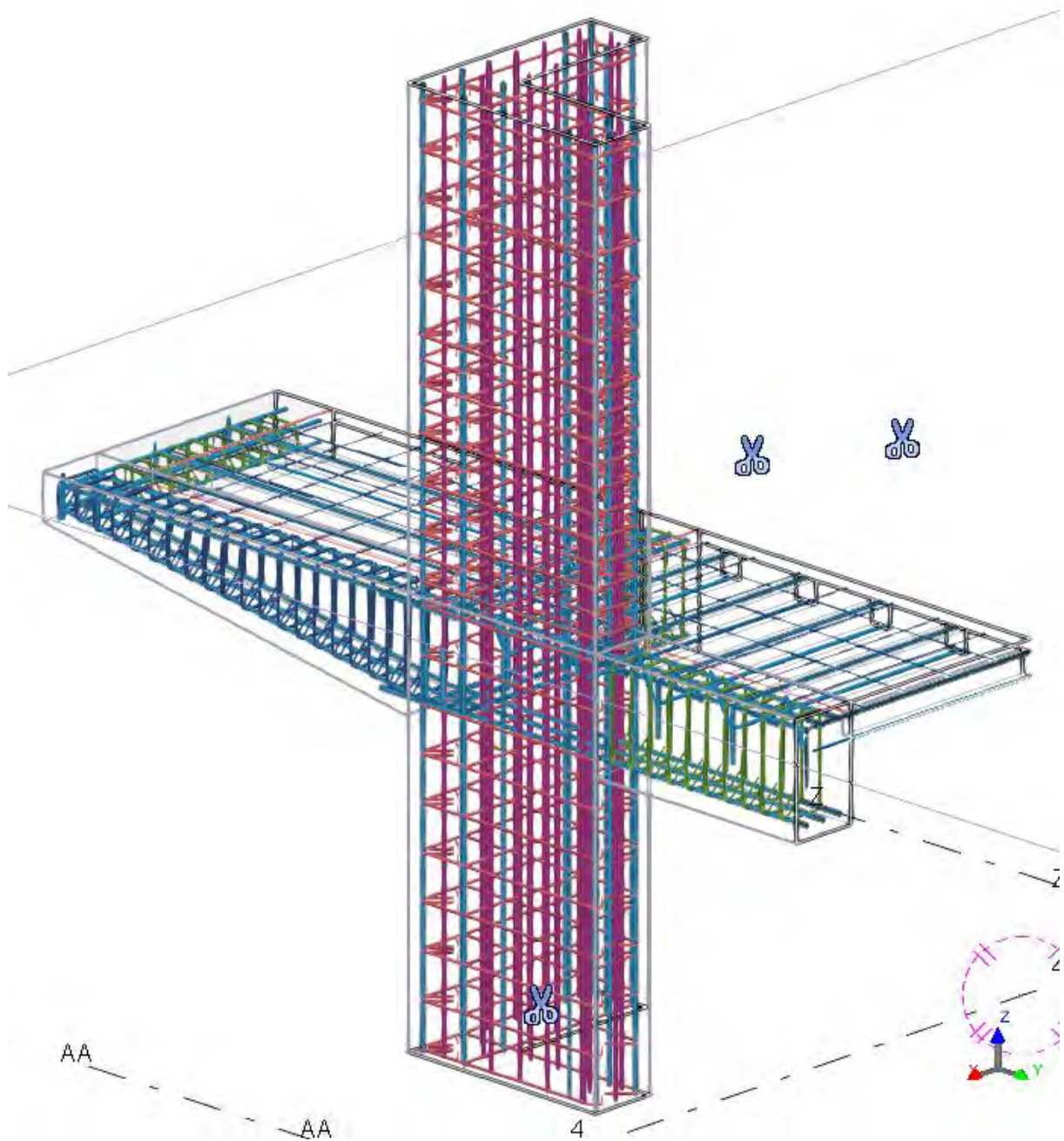


Nota. Elaboración propia

- **Modelado de acero en columnas (Detalle de columna / viga en volado)**

Figura 119

Modelado de acero en columnas (Detalle de columna/viga de volado)

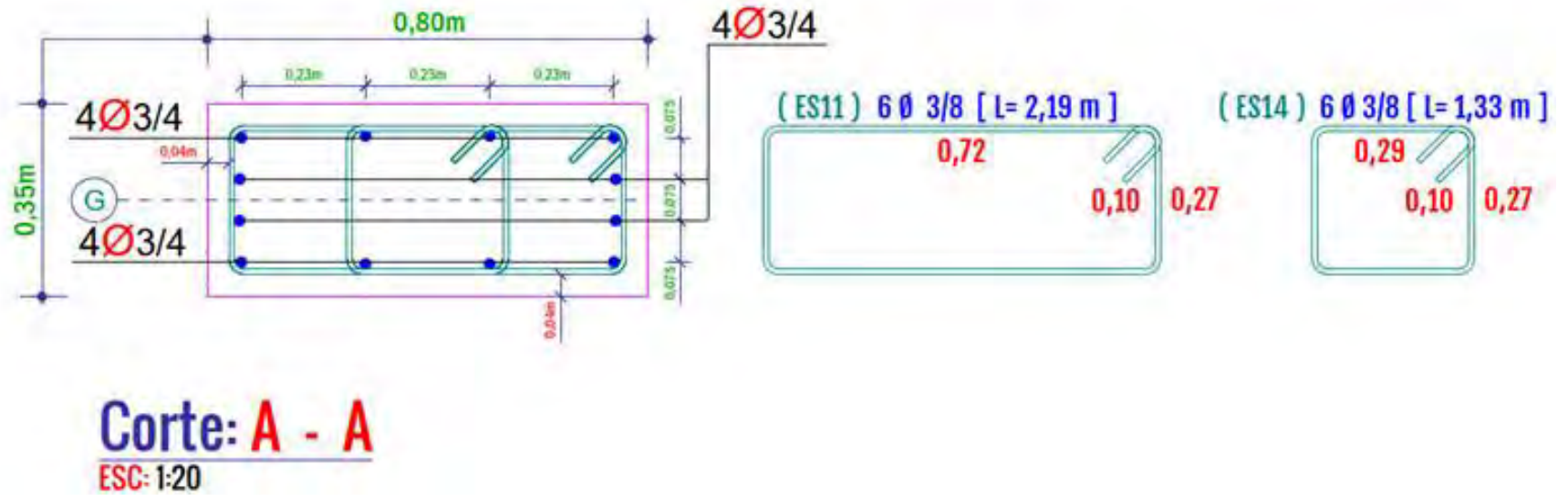


Nota. Elaboración propia

- Modelado de acero en columnas (Sección transversal)

Figura 120

Modelado de acero en columnas (Sección transversal)



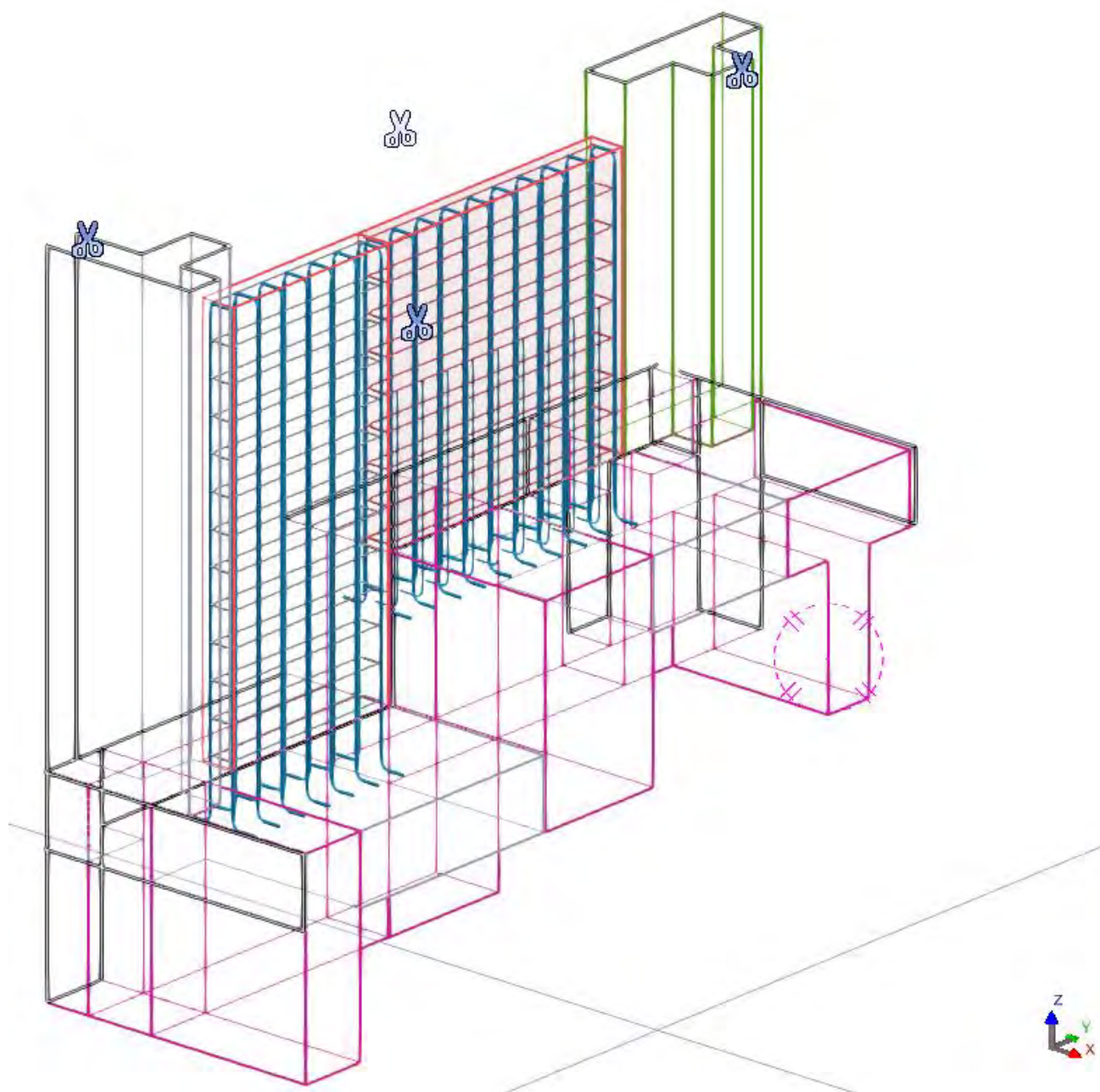
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.4. Modelado de acero en cimientos corridos

- **Modelado de acero en cimiento corrido (detalle de anclaje en platea de cimentación)**

Figura 121

Modelado de acero en cimiento corrido (Detalle de anclaje de platea de cimentación)



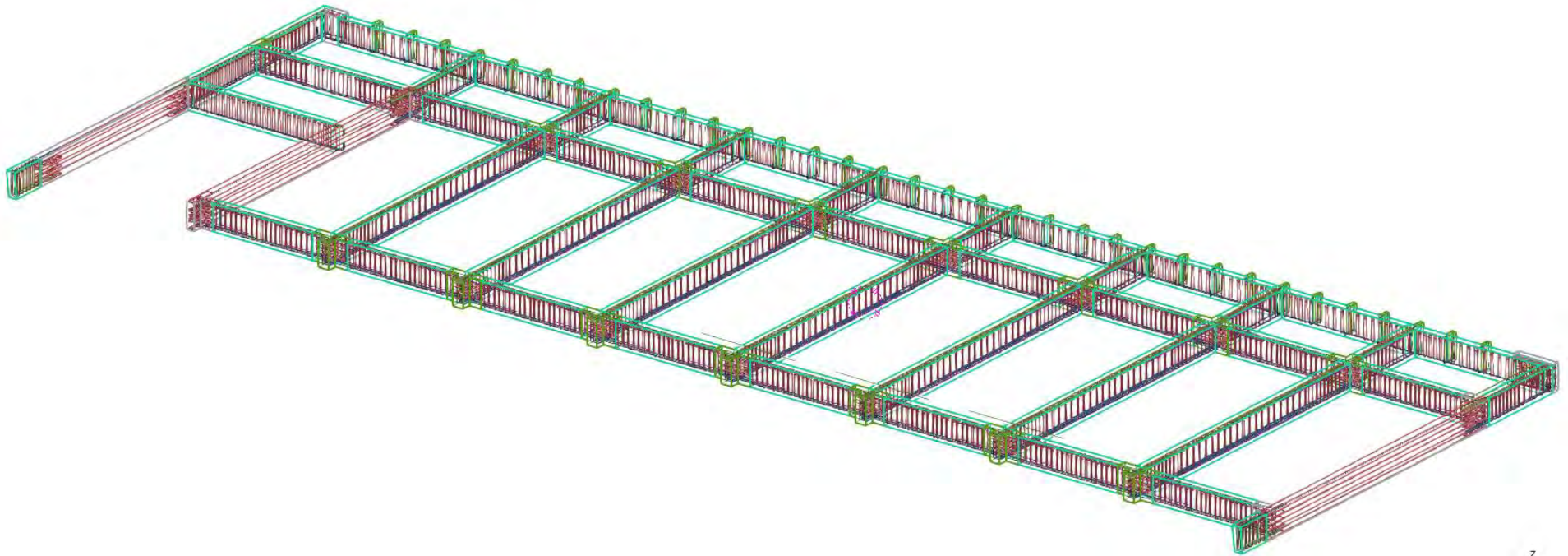
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.5. Modelado de acero en viga

- Modelado de acero en viga (Detalle de vigas en losa)

Figura 122

Modelado de acero en viga (Detalle de vigas en losa)



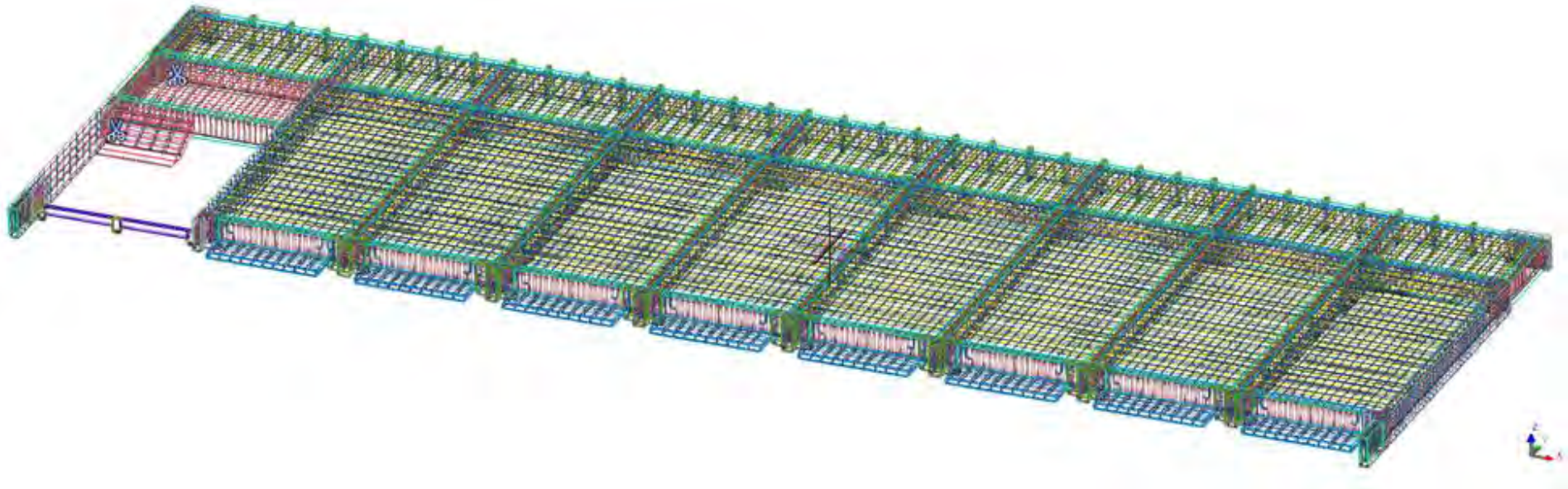
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.6. *Modelado de acero en losa*

- **Modelado de acero en losa aligerada**

Figura 123

Modelado de acero en losa aligerada



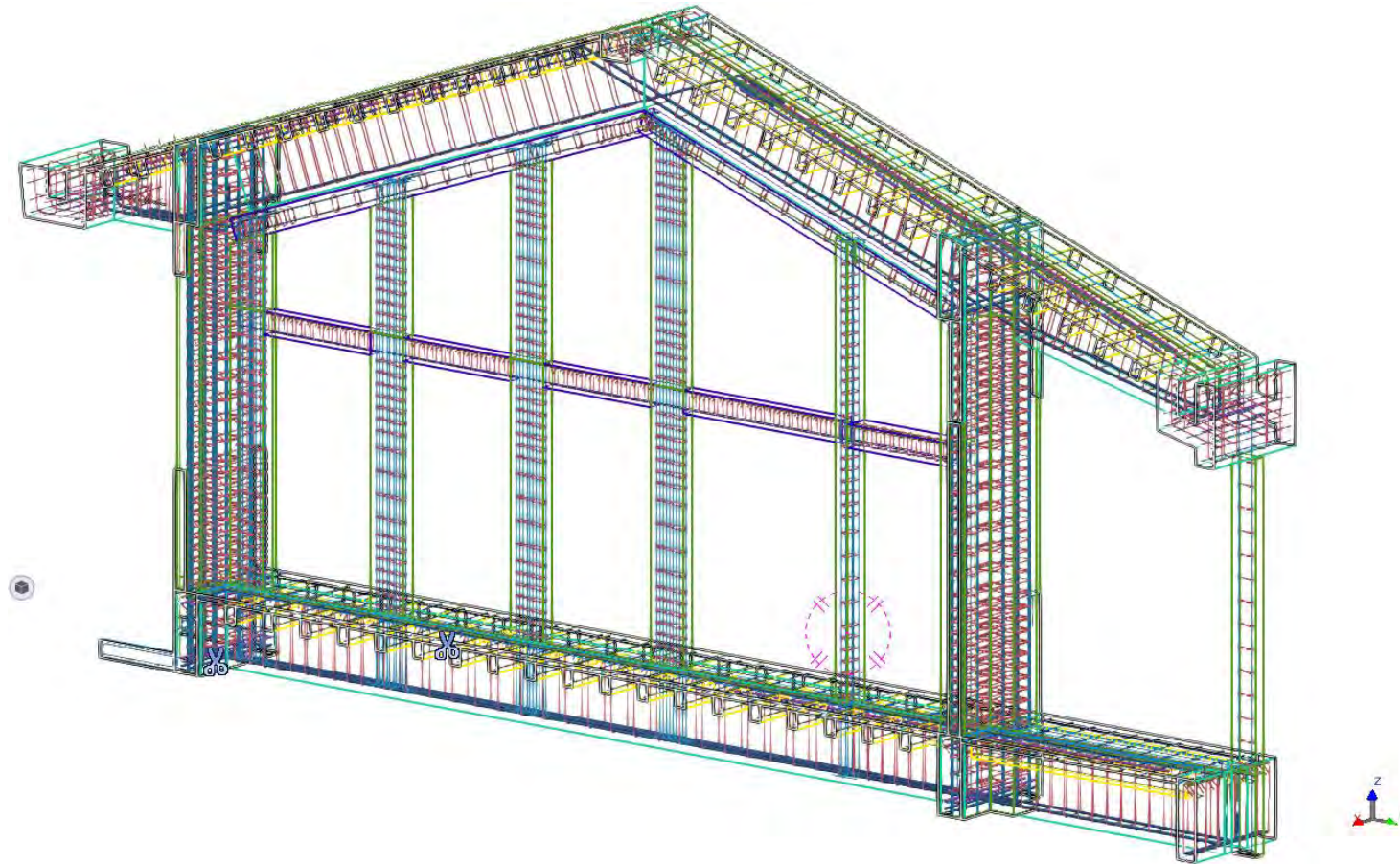
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.7. Modelado de acero en viguetas y columnetas

- Detalle de acero en columnetas y viguetas

Figura 124

Detalle de acero en columnetas y viguetas



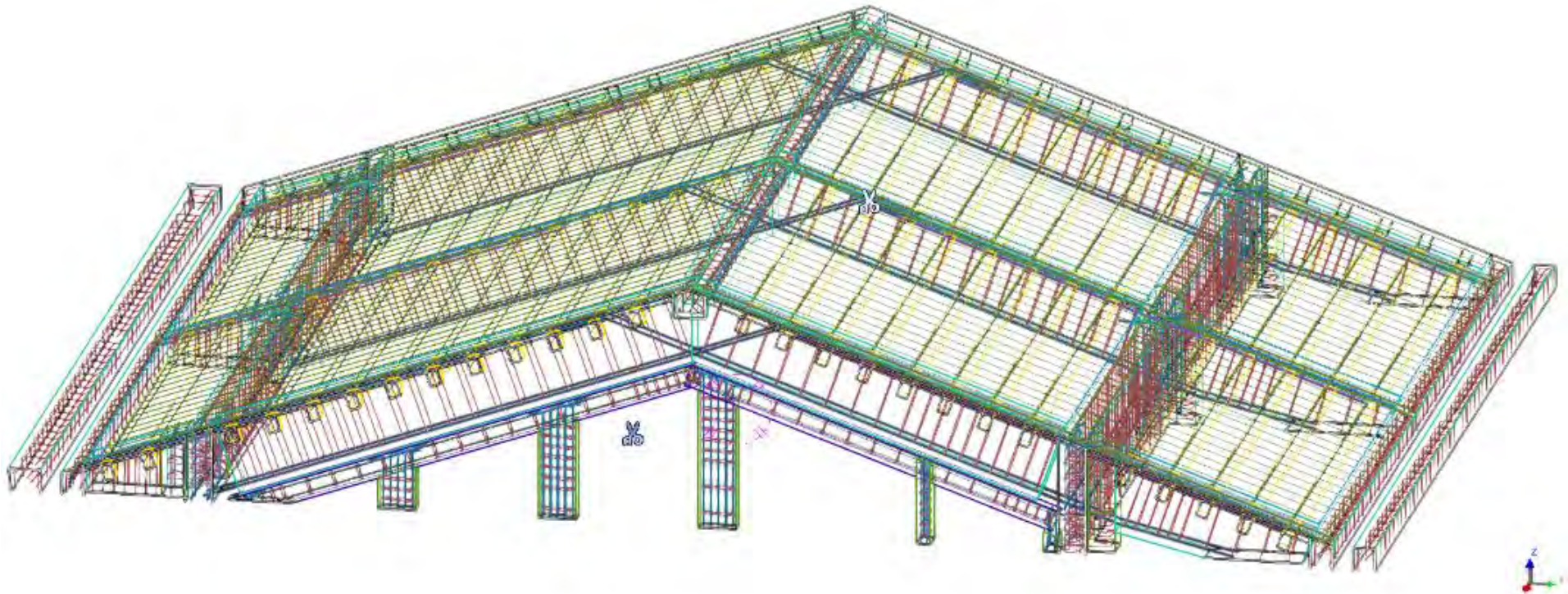
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.8. Modelado de acero cobertura

- Modelado de acero en cobertura (Detalle en vigas)

Figura 125

Modelado de acero en cobertura (Detalle en vigas)

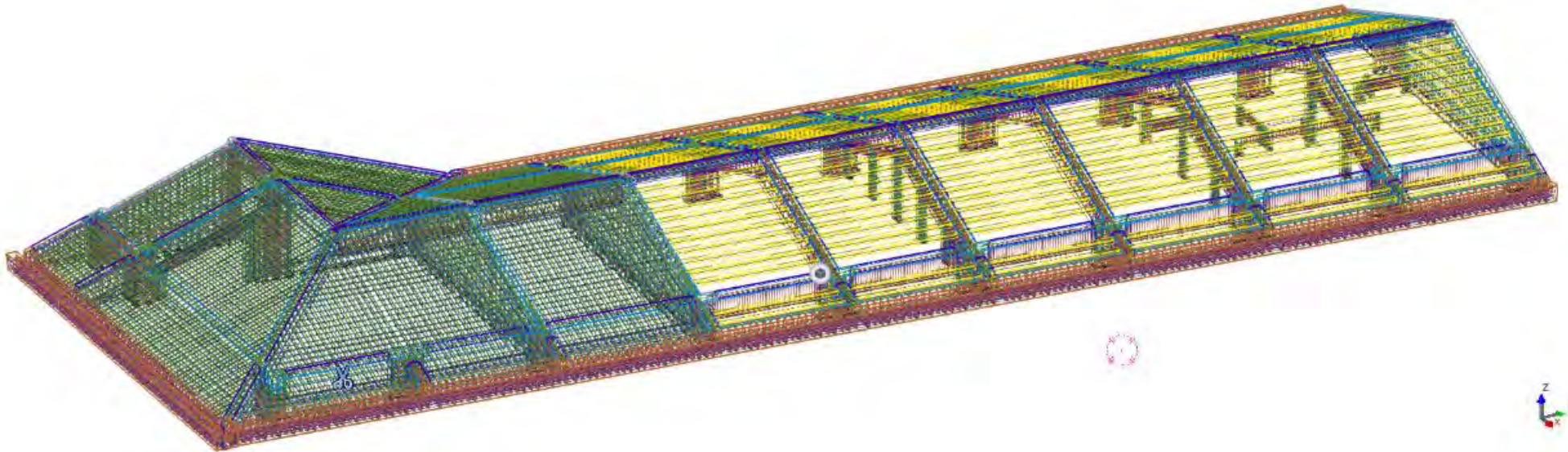


Nota. Elaboración propia

- **Modelado de acero en cobertura (General)**

Figura 126

Modelado de acero en cobertura (General)



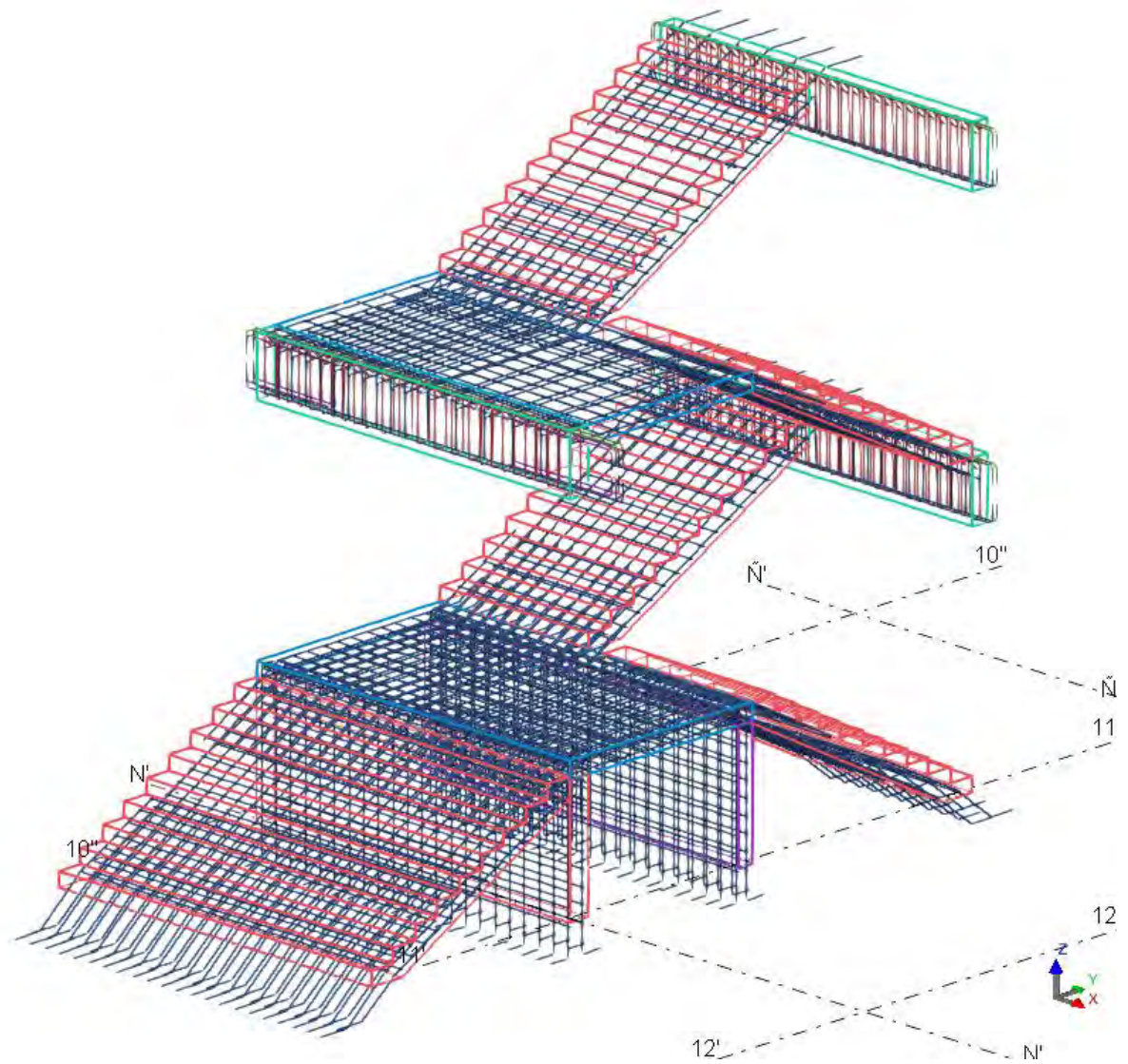
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.9. *Modelado de acero en escaleras*

- **Modelado de acero en escaleras (General)**

Figura 127

Modelado de acero en escaleras (General)



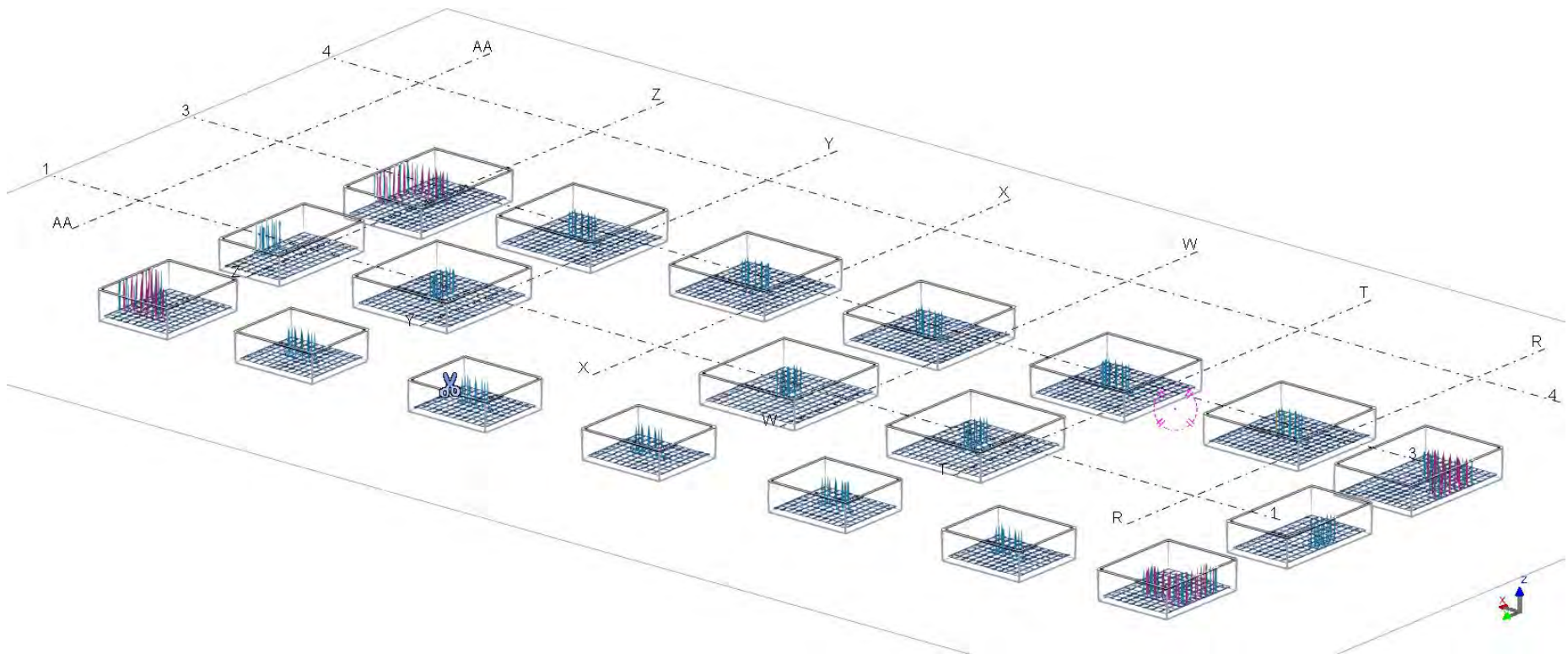
Nota. Elaboración propia

4.2.9.4.10. Modelado de acero en zapatas

- **Modelado de acero en zapatas (General)**

Figura 128

Modelado de acero en zapatas (General)



Nota. Elaboración propia

4.2.10. Análisis de datos

Para el análisis de datos se empleará la documentación contractual aprobada y visada por el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED) para las tres edificaciones desarrolladas en la presente investigación, haciendo énfasis en la documentación concerniente a los metrados de acero y concreto.

El procedimiento para el análisis de datos se centrará en el cotejo de los metrados de acero obtenidos mediante el uso de ingeniería de detalle descrita en la presente investigación y los empleados por la entidad solicitante para la ejecución de las mismas.

La reducción total de acero se conseguirá a través de los siguientes procedimientos:

4.2.10.1. Reducción de acero por metrado

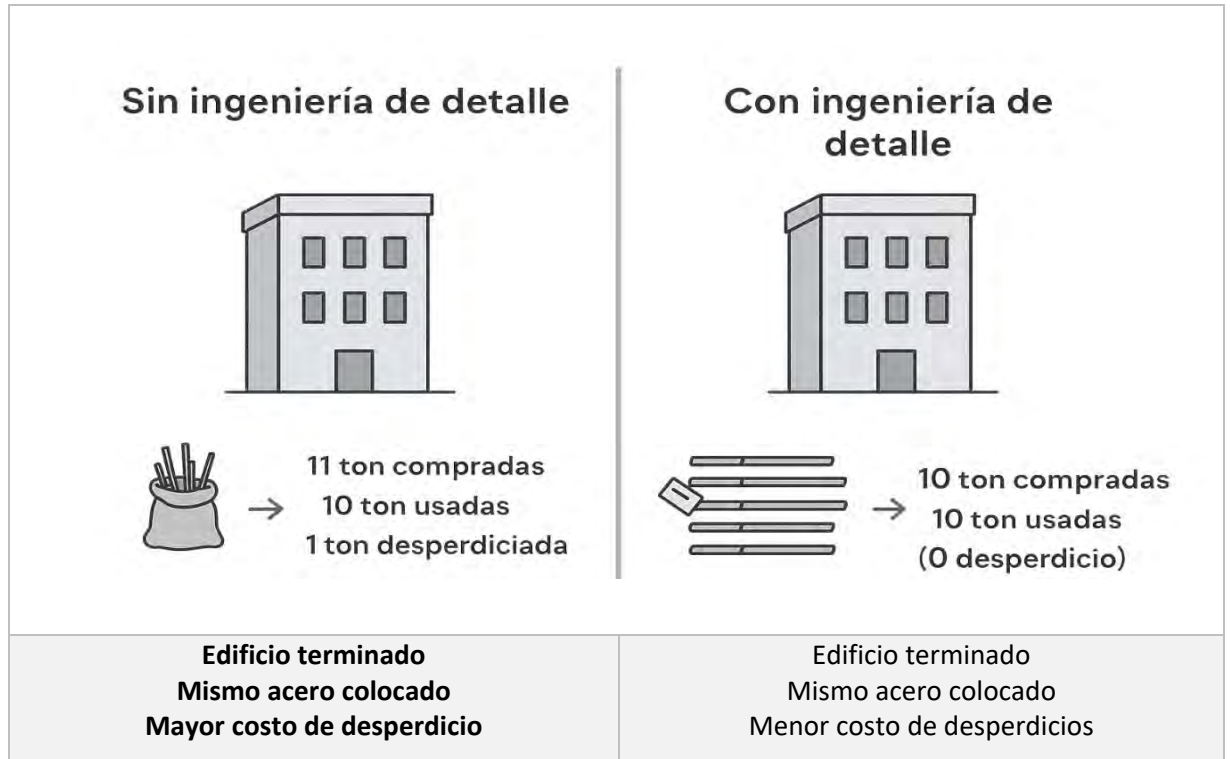
Para la reducción de acero por metrado solo se considerará el correcto modelamiento del acero de refuerzo en cada elemento estructural, considerando los criterios de ganchos, traslapes y longitudes de desarrollo correctamente aplicados y previstos para la mayor reducción posible de desperdicio por corte de acero, versus los metrados generados por la entidad.

4.2.10.2. Reducción de acero por optimización

Para la reducción de acero por optimización se cotejarán los metrados totales por partida de acero empleados en la documentación emitida por la entidad versus el metrado de acero empleado al finalizar los procesos de optimización.

Para el modelamiento de acero y concreto de los siguientes modelos estructurales se han considerado y empleado todos los criterios y herramientas descritas en la propuesta de ingeniería de detalle de la presente investigación., los datos de peso nominal son los expuestos en el capítulo 1.

A continuación, se describirá el proceso empleado para el análisis de optimización del acero de 3/8 del proyecto JEM indicando todos los cálculos efectuados a modo de sustentar y conocer el origen de todos los datos empleados para el análisis de datos. Los demás resultados se mostrar en un cuadro resumen para el cotejamiento de datos.

Figura 129*Reducción de acero por optimización**Nota.* Elaboración propia**4.2.10.3. Proyecto N°1: Proyecto JEM****4.2.10.3.1. Recolección de datos**

A continuación se muestran los metrados extraídos del software Tekla Structure mediante el aplicativo TeklaPad del acero empleados en la fase 1:

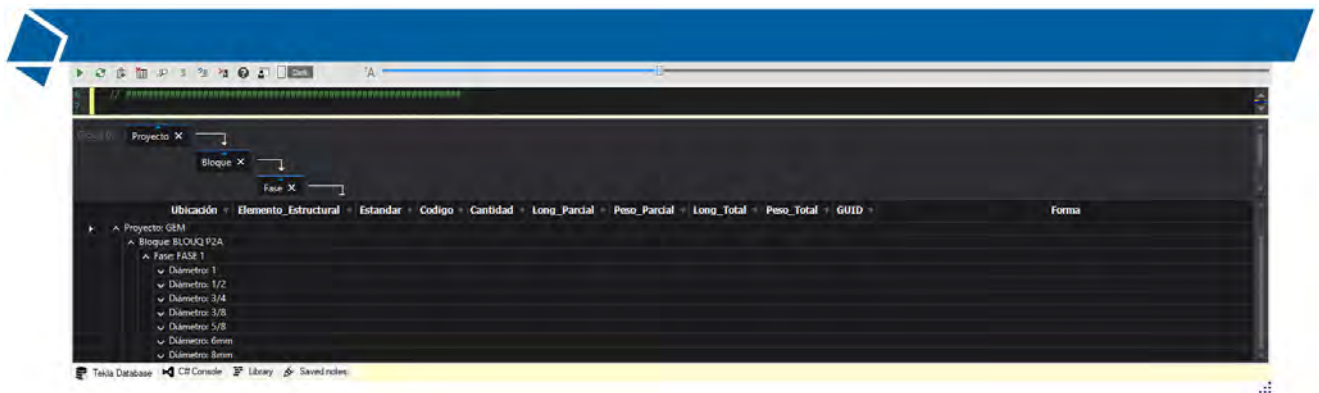
Figura 130*Metrado de acero con filtro de diámetro para la fase 1**Nota.* Elaboración propia

Figura 131

Metrado de acero con filtro de diámetro para la fase 1

Ubicación	Elemento_Estructural	Estandar	Código	Cantidad	Long_Parcial	Peso_Parcial	Long_Total	Peso_Total	GUID	Forma
1	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	9a021ced-d995...	45° 1.10
2	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	12	2940	1.64	38220	21.32	242995ce-8567...	45° 1.10
3	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	8905144b-c22f...	45° 1.10
4	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	2ce46aba-2f5c-4...	45° 1.10
5	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	ca85c007-cc3b-4...	45° 1.10

Nota. Elaboración propia

Figura 132

Exportación de metrados de acero fase 1 a Excel

Ubicación	Elemento_Estructural	Estandar	Código	Cantidad	Long_Parcial	Peso_Parcial	Long_Total	Peso_Total	GUID	Forma
1	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	78ed32ca-071b-4841-8420-d98eba3b227b	45° 1.10
2	<-1.2>/<-1.2> VC(1.20*0.4)	ASTM	E17	13	2940	1.64	38220	21.32	362d71f1-ec81-49b2-9418-363f551b1848	45° 1.10
3	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	E13	5	2740	1.53	13700	7.65	c431922d-2338-4426-a669-6547e796a535	45° 1.10
4	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	478	2	5150	2.87	10300	5.74	c431922d-2338-4426-a669-6547e796a535	5.15
5	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	E13	5	2740	1.53	13700	7.65	908e99d7-626a-46f5-9383-942e9b7ffdb0	45° 1.10
6	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	478	2	5150	2.87	10300	5.74	908e99d7-626a-46f5-9383-942e9b7ffdb0	5.15
7	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	479	2	6690	3.73	13380	7.46	908e99d7-626a-46f5-9383-942e9b7ffdb0	6.70
8	<-1.2>/<-1.2> VC-01	ASTM	E13	12	2740	1.53	32880	18.36	a69d54c7-1d99-4979-9a45-246a0697d170	45° 1.10

Nota. Elaboración propia

Para el caso del acero de 3/8 la suma total en longitud utilizada en esta primera fase será de 9 674,34 m, expresados en número de barras de 9 m se tendrá 1 075 barras de 3/8" de diámetro.

Para el proceso de optimización se exportará esta información al software Cutting Optimizator con un stock inicial de 5 000 barras para la primera iteración.

Figura 133

Inventario número 1 de acero

Inventario						
<div> Adjuntar Borrar Limpiar Imprimir Etiquetas Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud	Ancho	Cantidad	Materia	Etiqueta	Precio
☒ 1	9		5000	acero	Ø 3/8"	

Nota. Elaboración propia

Seguidamente se iniciará con la primera iteración del proceso de optimización, teniendo como resultados el siguiente inventario:

Figura 134

Inventario número 2 de acero

Inventario						
<div> Adjuntar Borrar Limpiar Imprimir Etiquetas Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud	Ancho	Cantidad	Materia	Etiqueta	Precio
☒ 1	9	0	3922	acero	Ø 3/8"	0
☒ 2	0.2	0	1	acero		0
☒ 3	8.6	0	1	acero		0

Nota. Elaboración propia

De la figura 134 se puede calcular que el número de barras empleadas de 3/8" para la primera fase es de: $NB_{unidades} = 5\,000 - 3\,922 = 1\,078$ unidades más un resto equivalente a: $NB_m = 8,6 * 1 + 0,2 * 1 = 8,8$ m. Estos resultados son los que se muestran el cuadro resumen 3.4 para el análisis estadístico.

Finalizada la primera iteración se procede a ingresar las secciones de barras de la fase numero 2 teniendo como nuevo inventario 3 922 barras disponibles y 8,8 m de resto

que podrán encontrar utilidad en esta segunda iteración cuyos resultados después del proceso de optimización se muestran en la figura 94.

Figura 135

Inventario número 3 de acero

Inventario						
<div>  Adjuntar  Borrar  Limpiar  Imprimir  Etiquetas  Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud ▲	Ancho ▼	Cantidad ▼	Materia ▼	Etiqueta ▼	Precio ▼
☒ 1	9	0	2962	acero	Ø 3/8"	0
☒ 2	0.2	0	1	acero		0
☒ 3	7.7	0	1	acero		0

Nota. Elaboración propia

De la figura 135 se puede calcular que el número de barras de 3/8" empleadas para la segunda fase es de: $NB_{unidades} = 3\,922 - 2\,962 = 960$ unidades más un resto equivalente a: $R_{(m)} = 0,2 * 1 + 7,7 * 1 = 7,9\,m$

Finalizada la segunda iteración y con un nuevo inventario de 2 962 barras disponibles y un resto de 7,9 m se procede ingresar las secciones de barras para la fase número 3, cuyos resultados después del proceso de optimización se muestran en la figura 95.

Figura 136

Inventario número 4 de acero

Inventario						
<div>  Adjuntar  Borrar  Limpiar  Imprimir  Etiquetas  Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud ▲	Ancho ▼	Cantidad ▼	Materia ▼	Etiqueta ▼	Precio ▼
☒ 1	9	0	2116	acero	Ø 3/8"	0
☒ 2	0.2	0	1	acero		0
☒ 3	0.1	0	4	acero		0
☒ 4	0.4	0	1	acero		0
☒ 5	0.7	0	6	acero		0
☒ 6	3.9	0	1	acero		0

Nota. Elaboración propia

De la figura 136 se puede calcular que el número de barras de 3/8" empleadas para la tercera fase es de: $NB_{unidades} = 2\,962 - 2\,116 = 846$ unidades más un resto equivalente a : $R_{(m)} = 0,2 * 1 + 0,1 * 4 + 0,4 * 1 + 0,7 * 6 + 3,9 * 1 = 9,1\,m$, se puede apreciar que los restos generados después de cada iteración siempre serán susceptibles a incrementos o decrementos según puedan ser tomados o no como parte en cada proceso de iteración, en cualquiera de los casos la tendencia siempre será acumulativa en mayor o menor grado.

Finalizada la tercera iteración y con un nuevo inventario de 2 116 barras disponibles y un resto de 9,1 m se procede ingresar las secciones de barras para la fase número 4, cuyos resultados después del proceso de optimización se muestran en la figura 137.

Figura 137

Inventario número 5 de acero

Inventario						
<div>  Adjuntar  Borrar  Limpiar  Imprimir  Etiquetas  Excel </div> <div> ☒ Índice ☐ Textura ☐ Recortar el borde ☐ Prioridad </div>						
#	Longitud	Ancho	Cantidad	Materia	Etiqueta	Precio
☒ 1	9	0	1452	acero	Ø 3/8"	0
☒ 2	0.2	0	9	acero		0
☒ 3	0.1	0	25	acero		0
☒ 4	0.4	0	1	acero		0
☒ 5	0.7	0	6	acero		0
☒ 6	0.3	0	3	acero		0
☒ 7	0.6	0	20	acero		0

Nota. Elaboración propia

De figura 137 se puede calcular que el número de barras de 3/8" empleadas para la cuarta fase es de: $NB_{unidades} = 2\,962 - 2\,116 = 664$ unidades más un resto equivalente a: $R_{(m)} = 0,2 * 9 + 0,1 * 25 + 0,4 + 0,7 * 6 + 0,3 * 3 + 0,6 * 20 = 21,8\,m$.

Finalizada la cuarta iteración y con un nuevo inventario de 2 116 barras disponibles y un resto de 9,1 m se procede ingresar las secciones de barras para la fase número 4, cuyos resultados después del proceso de optimización se muestran en la tabla 81.

Finalizada la cuarta iteración y con un inventario final de 1 452 barras se puede determinar que el número total de barras de 3/8” requeridas para el habilitado de dicho proyecto será de: $5\,000 - 1\,452 = 3\,548$ más un resto de 21,8 m que podría ser expresado en costo como el equivalente a tres barras de 9m, con lo que el número total de barras de 3/8” empleada será de 3 551 unidades.

Tabla 94

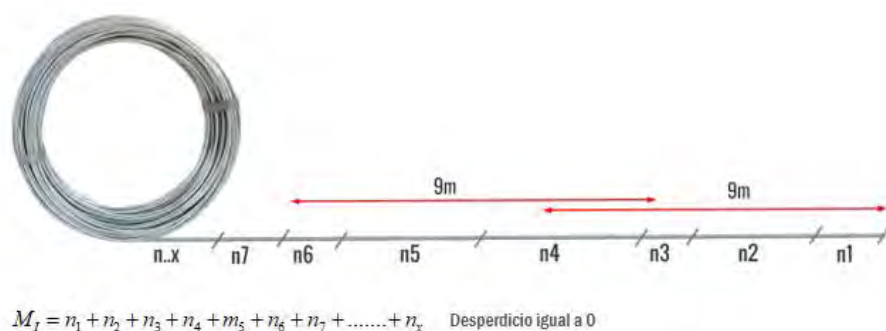
Resumen del proceso de optimización para barras de 3/8”

Fase	Metrado	Optimizado	Diferencia
Fase 1	1 075	1 078	3
Fase 2	961	960	-1
Fase 3	846	846	0
Fase 4	624	664	40
Total	3 506	3 548	42
Resto Acumulado de 21,8m $\approx$ 3 barras			

Nota. Elaboración propia

Previo a la interpretación de los resultados es importante entender los tres conceptos de metrado empleados en la presente investigación:

- A. Metrado Contra actual:** Esta cuantificación representara el total de acero propuesto por la entidad PRONIED para cada partida estructural, el cual contempla un factor de desperdicio del 5% adicional a cada metrado.
- B. Metrado Ideal (MI):** Para fines de la presente investigación el metrado ideal representara la suma total de las longitudes parciales de cada tipo de barra dividido entre la longitud individual de una barra de acero corrugado. El término “ideal” se refiere principalmente a que en la práctica este cálculo teórico seria exacto si se dispusiera de un rollo continuo de acero corrugado del cual se desprendan todos los cortes necesarios para la producción total de barras en obra, por lo tanto, se considerara ideal por expresar una aproximación del número real a emplearse.

Figura 138*Metrado ideal**Nota.* Elaboración propia

- C. Metrado Real (MR):** Este metrado corresponde a la suma total de barras empleadas después del proceso de optimización, el cual representa el número total de barras a emplearse para el proceso de fabricación de acero redimensionado. De estas tres definiciones de metrado se puede inferir que ningún metrado real podrá ser inferior a un metrado ideal, si acaso podrían ser similares o iguales, más nunca menores ($MI \geq MR$).

Como se puede apreciar en la tabla 96 el número de barras empleadas después del proceso de optimización para la fase 1 representa el 0,27% del metrado ideal, por lo que se puede considerar a esta iteración como muy satisfactoria; para la fase número 2 se puede apreciar una reducción del número de barras frente al metrado ideal lo cual indica el parcial uso de los retazos sobrantes de la primera iteración; para la fase número 3 se puede apreciar el mismo número de barras a emplearse, pero por lo señalado anteriormente ninguna optimización puede llegar a ser inferior al metrado ideal como resultado final; para la fase número 4 se puede apreciar que el proceso de optimización emplea 40 unidades más que el metrado ideal, siendo esta última la iteración más desfavorable de las anteriores. realizando una comparativa del número total de barras de acero empleadas después del proceso de optimización versus el número de barras obtenida en el metrado ideal se tiene los siguientes resultados:

Tabla 95*Cuadro comparativo de metrados*

	Metrado Ideal (uni)	Metrado real (uni)
Total	3 506	3 548

Nota. Elaboración propia

$$\%D = \frac{3550 - 3506}{3506} * 100 = 1.25\%$$

Por lo que se puede concluir que para una barra de 3/8" dentro del proyecto Juan Espinoza Medrano, modulo P2A el porcentaje de incremento estimado es del 1,25% del total de metrado ideal.

La tabla 96 muestra la síntesis y análisis para todas las barras en cada fase, indicando para cada una su metrado real, ideal y el resto excedente producto de cada iteración por fase.

4.2.10.3.2. Reducción de acero por optimización**Tabla 96***Resumen metrados por optimización*

Fase	Unid.	6mm	8mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	Total (unid)
		<i>0,25</i>	<i>0,4</i>	<i>0,56</i>	<i>0,99</i>	<i>1,55</i>	<i>2,24</i>	<i>3,97</i>	
Fase 1									
Metrado	bar	51	92	1 075	969	283	239	14	2 723
Optimizado	bar	52	93	1 078	1 006	291	244	14	2 778
Resto	m	7,4	8,6	8,8	339,7	44,2	47,4	0	
Fase 2									
Metrado	bar	401	166	961	46	197	132	0	1 903
Optimizado	bar	402	166	960	47	205	137	0	1 917
Resto (m)	m	6,5	4,9	7,9	351,6	66,9	77,6	0	
Fase 3									
Metrado	bar	404	207	846	172	87	72	0	1 788
Optimizado	bar	404	206	846	178	89	81	0	1 804
Resto (m)	m	1,3	7	9,1	410,5	105,2	84,4	0	

4.2.10.3.3. Reducción de acero por metrado

Tabla 97

Resumen metrados por PRONIED y modelamiento

Partida	Descripción	Und	Total, PRONIED Justificación	Total, PRONIED Contractual (5%)	TOTAL, MODELO	Optimización por Metrado
2	Estructuras					
2.03	Obras de Concreto Armado					
02.03.03	Vigas de Cimentación					
02.03.03.05	Vigas De Ciment. - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	9 406,25	9 876,5625	8 038,81	1 837,7525
02.03.04	Platea de Cimentación					
02.03.04.04	Acero De Refuerzo $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	7 945,94	8 343,237	8 007,03	336,207
02.03.05	Sobrecimientos Reforzados					
02.03.05.06	Sobrec. Ref.- Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	125,63	131,9115	118,92	12,9915
02.03.06	Muros reforzados					
02.03.06.10	Placas, Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	6 807,00	7147,35	6,247,93	899,42
02.03.07	Columnas					
02.03.07.12	Columnas - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	11 590,85	12170,3925	11 159,83	1 010,5625
02.03.08	Vigas					
02.03.08.10	Vigas. - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	13 809,35	14 499,8175	13 266,88	1 232,9375
02.03.09	Losas macizas					
02.03.09.09	Losas Macizas. - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	828,13	869,5365	784,11	85,4265
02.03.10	Losas aligeradas					
02.03.10.04	Losa Aligerada. - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	5 486,99	5 761,3395	5 462,44	298,8995
02.03.13	Escalera					
02.03.13.03	Escalera. - Acero $F_y=4\ 200\ \text{kg/cm}^2$	kg	808,92	849,366	534,62	314,746
			Total, de acero PRONIED kg =	59 649,51		
			Total, de acero MODELO kg =		53 620,57	

Total, de acero optimizado kg =		6 028,94
---------------------------------	--	----------

Nota. Elaboración propia

De la tabla 96 se desprende la tabla 98 en donde se calcula el total de acero en kilogramos empleados en el metrado real después del proceso de optimización:

Tabla 98

Total metrado real

Ø	Pu	Total, Optimizado	Parcial (kg)
6mm	0,25	1 115	2 507,75
8mm	0,4	543	1 956,32
3/8"	0,56	3 550	17 894,13
1/2"	0,99	1 435	12 787,93
5/8"	1,55	637	8 884,29
3/4"	2,24	543	10 956,29
1"	3,97	14	500,22
Total (kg)			55 486,93

Nota. Elaboración propia

Finalmente, con todos los resultados obtenidos se procede a mostrar el siguiente cuadro resumen:

Tabla 99

Resumen total metrado

TIPO	Metrado Total (kg)
Total metrado contractual	59 649,513
Total metrado ideal	53 620,57
Total metrado real	55 486,925

Nota. Elaboración propia

De la tabla 99 se puede concluir las siguientes afirmaciones respecto al acero empleado en el módulo P2A del proyecto Jan Espinoza Medrano:

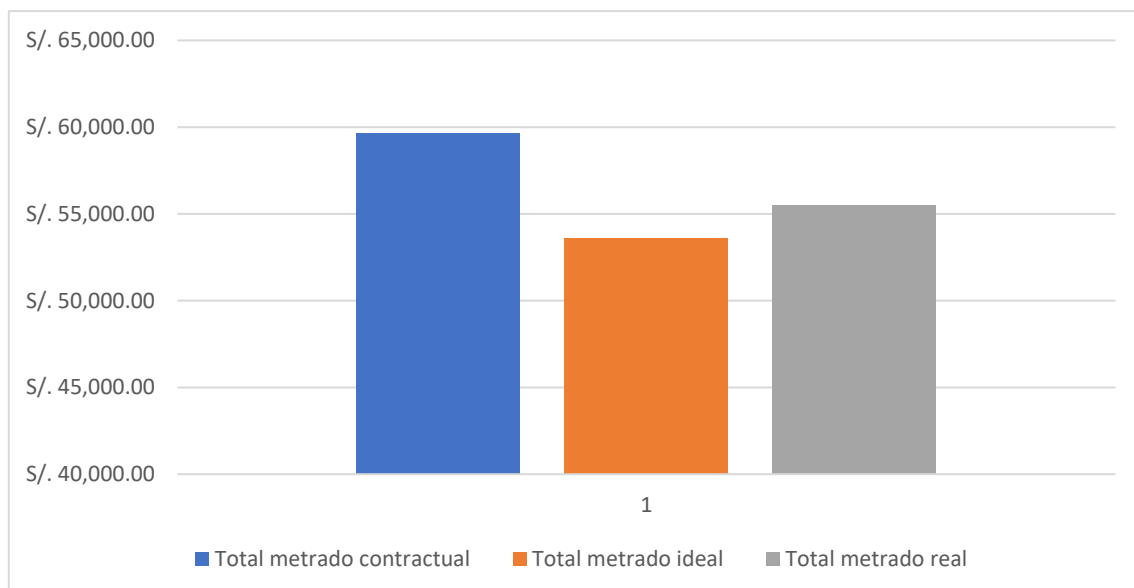
- La diferencia entre el metrado real y el contractual representa un 6.97% del metrado contractual, esto quiere decir que existe un ahorro significativo de S/.31011.3 soles bajo un P.U de 7.45 soles por kg, según APU.

$$T_{Acero-ahorrado} = 59649.513 - 55486.925 = 4162.58Kg$$

$$C_{ahorro} = PU * T_A = 7.45 * 4162.58 = S / .31011.30$$

Figura 139

Cuantificación de acero según tipo de metrado



Nota. Elaboración propia

- El metrado real representa un incremento de metrado ideal del 3,48%
- El metrado contractual representa un incremento del 10,10% del metrado ideal
- De la tabla 96 se puede apreciar que el Resto de la fase numero 4 representa el desperdicio total expresada en unidades de longitud para cada tipo de barra, el siguiente cuadro resume estos desperdicios y nos ayuda a determinar el porcentaje de desperdicio proporcional a cada tipo de barra:

Tabla 100

Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto

Nº1

Ø	Metrado Real (UN)	P.U	Metrado Real (KG)	Desperdic io (m)	Desperdicio (kg)	Porcentaje de desperdicio	Ponderación	Contribución
6mm	1 115	0,25	2 508,75	23	5,75	0,23%	4,52%	0,01%
8mm	543	0,4	1 954,8	30,8	12,32	0,63%	3,52%	0,02%

3/8"	3 550	0,56	17 892	21,8	12,208	0,07%	32,25%	0,02%
1/2"	1 435	0,99	12 785,9	407,1	403,029	3,15%	23,05%	0,73%
5/8"	637	1,55	8 886,15	142,8	221,34	2,49%	16,02%	0,40%
3/4"	543	2,24	10 946,9	94,2	211,008	1,93%	19,73%	0,38%
1"	14	3,97	500,22	0	0	0,00%	0,90%	0,00%
$\Sigma=$			55 474,65				100,00%	
Porcentaje de desperdicio promedio según contribución=								1,56%

Nota. Elaboración propia

- De la tabla 100 se puede apreciar que el porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle es de 1,56%, lo que representa un desperdicio mínimo versus el 5% recomendado por CAPECO.

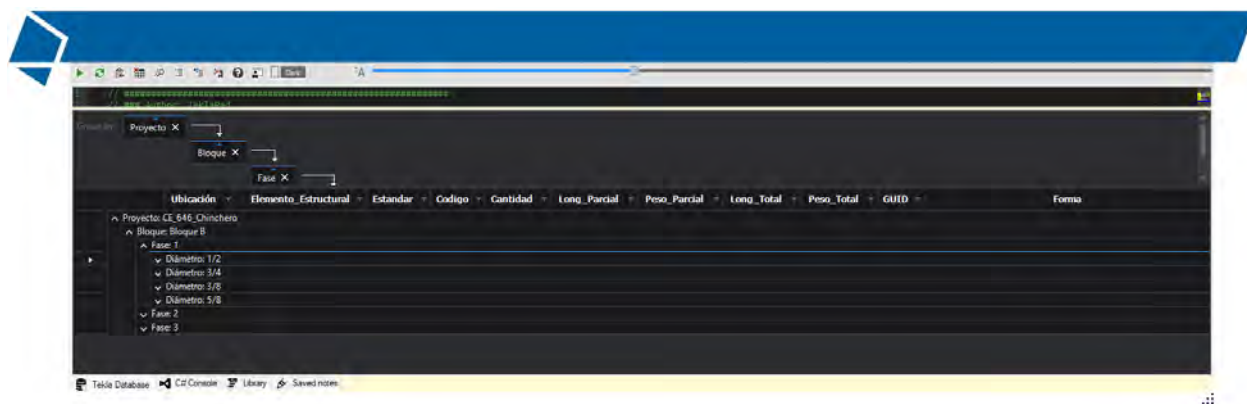
4.2.10.4. Proyecto N°2: Proyecto Chinchero

4.2.10.4.1. Recolección de datos

A continuación, se procede a extraer la cuantificación del acero del software Tekla.

Figura 140

Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases



Nota. Elaboración propia

Figura 141

Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases.

Ubicación	Elemento_Estructural	Estandar	Código	Cantidad	Long_Parcial	Peso_Parcial	Long_Total	Peso_Total	G	Forma
1	Z-AA/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	fb...
2	Z-AA/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	66...
3	R-T/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	c27...
4	R-T/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	65...

Nota. Elaboración propia

Figura 142

Exportación de metrados de acero en todas las fases a Excel

Export options



Excel settings

Header row color:

Subtotal row color:

Total row color:

Group row color:

Border color:

Border style:

Details

Settings - Parameters

Proyecto: CE_646_Chinchero

Bloques: Bloque 8

Fase: 1

Diámetro: 1/2

Z-AA/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	0.15	7.58
Z-AA/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	0.15	7.58
R-T/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	0.15	7.58
R-T/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7.69	7.66 kg	184.56 m	183.84	0.15	7.58

Diámetro: 3/4

X/3-1	VC-01(0.30X0.60):427156	ASTM	56	3	8.62	19.4 kg	25.86 m	58.2	8.20	0.15
W/3-1	VC-01(0.30X0.60):427145	ASTM	56	3	8.62	19.4 kg	25.86 m	58.2	8.20	0.15
Z/3-1	VC-01(0.30X0.60):426696	ASTM	56	3	8.62	19.4 kg	25.86 m	58.2	8.20	0.15

Nota. Elaboración propia

Tabla 101*Resumen metrados por optimización Chinchero*

Fase	Unid.	6mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	Total (unid)
		0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	
Fase 1							
Metrado	bar	0	244	82	326	15	667
Optimizado	bar	0	251	93	350	15	709
Resto	m	0	78,35	94,8	101,2	5,4	
Fase 2							
Metrado	bar	221	352	79	111	33	796
Optimizado	bar	222	356	83	113	35	809
Resto (m)	m	8,4	81,9	97,3	98,9	15,8	
Fase 3							
Metrado	bar	254	228	178	61	37	758
Optimizado	bar	261	230	183	63	40	777
Resto (m)	m	12,2	84,25	75,3	105,5	19	
Resultados							
Total, Metrado	bar	475	824	339	498	85	2 221
Total, Optimizado	bar	483	837	359	526	90	2 295
Total, Resto	bar	1	9	8	12	2	
%D-->MI	%	1,97%	2,71%	8,36%	7,98%	8,37%	
%D-->MI=Porcentaje de desperdicio con respecto al metrado ideal							

Nota. Elaboración propia

4.2.10.4.2. Reducción de acero por metrado

Tabla 102

Resumen metrados por PRONIED y modelamiento

Partida	Descripción	UND	Total, PRONIED Justificación	Total, PRONIED Contractual (5%)	TOTAL, MODELO	Optimización por Metrado
2	Estructuras					
2.3	Obras de Concreto Armado					
2.3.1	Zapatas					
2.3.1.2	Acero Grado 60 F'y=4 200 Kg/cm ² , para Zapatas	kg	1 468,84	1 542,28	1444,6	24,24
2.3.2	Viga De Conexión					
2.3.2.3	Acero Grado 60 F'y=4 200 Kg/cm ² , para Viga de Conexión	kg	1 968,45	2 066,87	1 566,36	402,09
2.3.4	Columnas y placas					
2.3.4.3	Acero Grado 60 F'y=4 200 Kg/cm ² , para columnas y placas	Kg	5 455,47	5 728,24	4 478,06	977,41
2.3.5	Columneta					
2.3.5.3	Acero Grado 60 F'y=4 200 Kg/cm ² , para columnetas	kg	612,34	642,96	592,54	19,80
2.3.6	Vigas					
2.3.6.3	Acero Grado 60 F'y=4 200 Kg/cm ² , para vigas	kg	6 172,61	6 481,24	5824,687	347,92
2.3.7	Viguetas					
2.3.7.3	Acero Grado 60 F'y= 4 200 Kg/cm ² , para vigueta	kg	260,57	273,60	230,67	29,90
2.3.8	Losa Aligerada					
2.3.8.3	Acero Grado 60 F'y= 4 200 Kg/cm ² , para losa aligerada	kg	3 098,81	3 253,75	2 475,16	623,65
			Total, de acero PRONIED kg =	19 988,94		
			Total, de acero MODELO kg =		16 612,08	
			Total, de acero optimizado kg =			2 425,01

Nota. Elaboración propia

De la tabla 101 se desprende la tabla 103 en donde se calcula el total de acero en kilogramos empleado en el metrado real después del proceso de optimización:

Tabla 103

Total metrado real

Ø	Pu	Total, Optimizado	Parcial (kg)
6mm	<i>0,25</i>	484	1 089,80
3/8"	<i>0,56</i>	846	4 265,66
1/2"	<i>0,99</i>	367	3 273,24
5/8"	<i>1,55</i>	538	7 501,23
3/4"	<i>2,24</i>	92	1 856,96
Total (kg)			17 986,88

Nota. Elaboración propia

Finalmente, con todos los resultados obtenidos se procede a mostrar el siguiente cuadro resumen:

Tabla 104

Total metrado

Tipo	Metrado Total (kg)
Total, metrado contractual	19 988,94
Total, metrado ideal	16 612,08
Total, metrado real	17 986,88

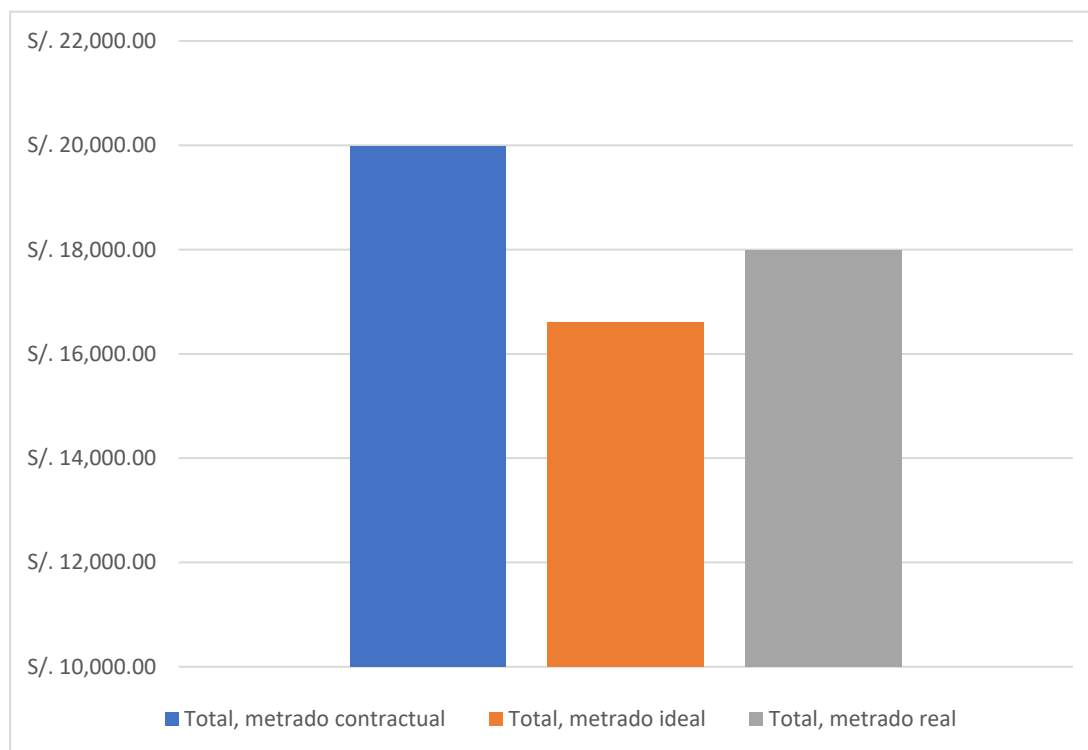
Nota. Elaboración propia

De la tabla 104 se puede concluir las siguientes afirmaciones respecto al acero empleado en el módulo B del proyecto Institución educativa 646 Chinchero:

- La diferencia entre el metrado real y el contractual representa un 10.01% del metrado contractual, esto quiere decir que existe un ahorro significativo de S/.9489.76 soles bajo un P.U de 4.74 soles por kg, según APU.

$$T_{Acero-ahorrado} = 19988.94 - 17986.88 = 2002.06Kg$$

$$C_{ahorro} = PU * T_A = 4.74 * 4162.58 = S / .9489.76$$

Figura 143*Cuantificación de acero según tipo de metrado**Nota.* Elaboración propia

- El metrado real representa un incremento del metrado ideal del 8,28%
- El metrado contractual representa un incremento del 16,9% del metrado ideal
- De la tabla 101 se puede apreciar que el Resto de la fase numero 3 representa el desperdicio total expresada en unidades de longitud para cada tipo de barra, el siguiente cuadro resume estos desperdicios y nos ayuda a determinar el porcentaje de desperdicio proporcional a cada tipo de barra:

Tabla 105*Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto N°2*

Ø	Metrado Real (UN)	P.U	Metrado Real (KG)	Desperdicio (m)	Desperdicio (kg)	Porcentaje de desperdicio	Ponderación	Contribución
6mm	484	0,25	1089	12,2	3,05	0,28%	6,06%	0,02%
3/8"	846	0,56	4 263,84	84,25	47,18	1,11%	23,71%	0,26%
1/2"	367	0,99	3 269,97	75,3	74,547	2,28%	18,18%	0,41%
5/8"	538	1,55	7505,1	105,5	163,525	2,18%	41,74%	0,91%
3/4"	92	2,24	1 854,72	19	42,56	2,29%	10,31%	0,24%
Σ=			17 982,63				100,00%	
Porcentaje de desperdicio promedio según contribución=								1,84%

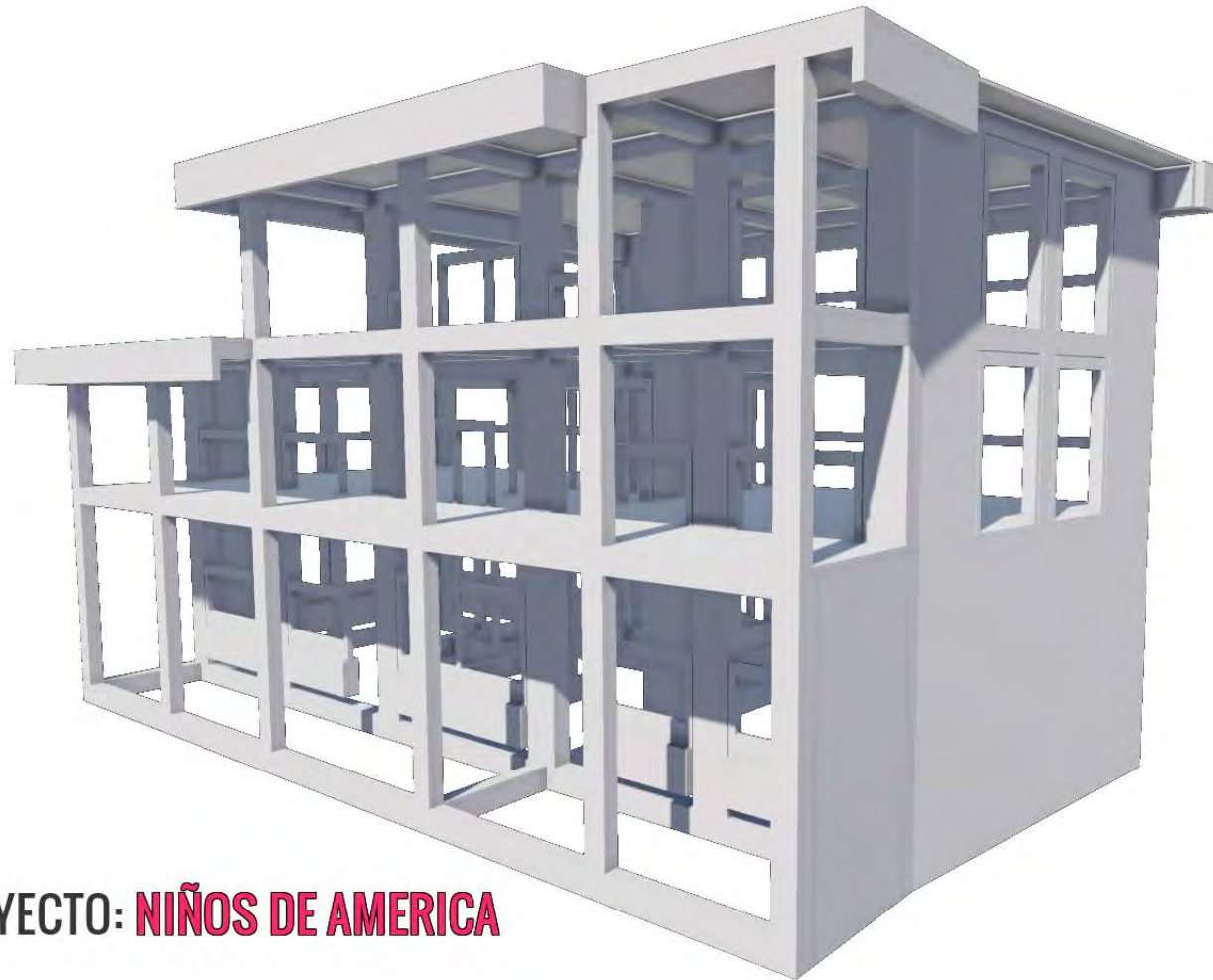
Nota. Elaboración propia

- De la tabla 105 se puede apreciar que el porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle es de 1,84%, lo que representa un desperdicio mínimo versus el 5% recomendado por CAPECO.

4.2.10.5. Proyecto N°3: I.E Niños de América

Figura 144

Proyecto N°3: I.E Niños de América



PROYECTO: NIÑOS DE AMERICA

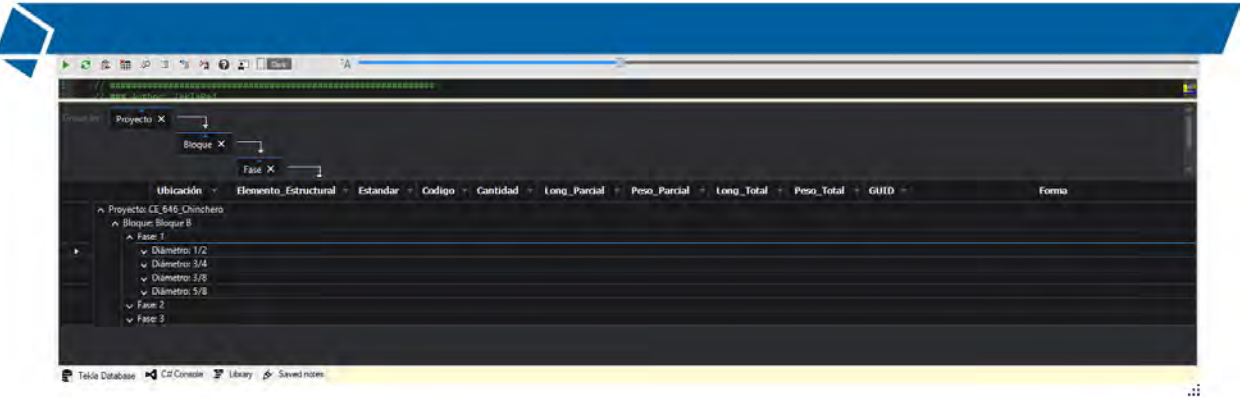
Nota. Elaboración propia

4.2.10.5.1. *Recolección de datos*

A continuación, se procede a extraer la cuantificación del acero del software Tekla.

Figura 145

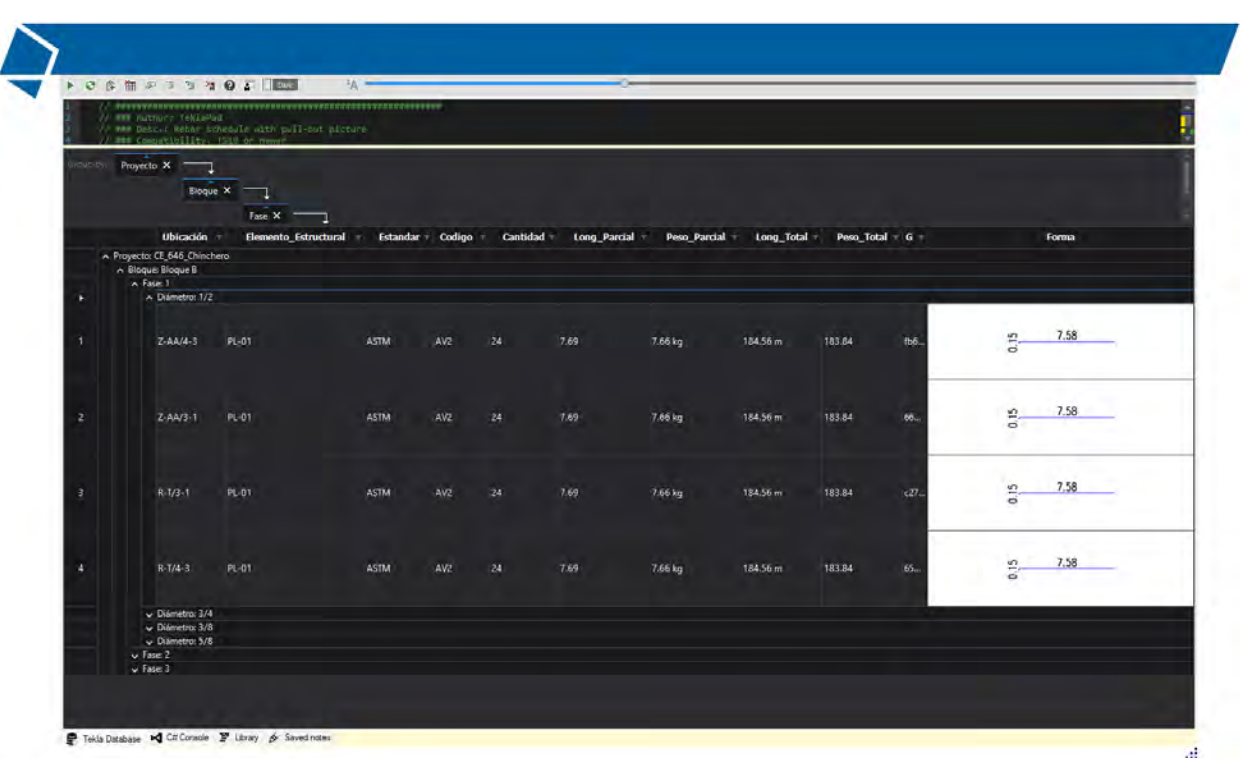
Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases



Nota. Elaboración propia

Figura 146

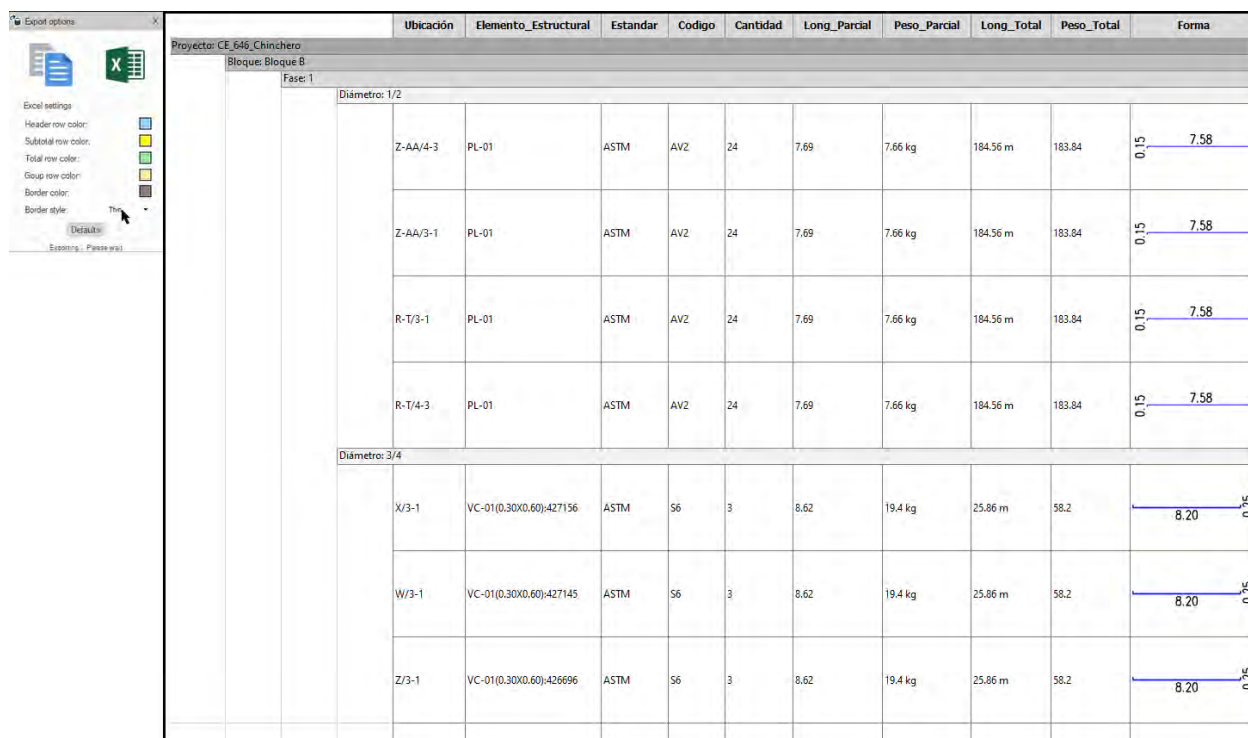
Metrado de acero con filtro de diámetro para todas las fases.



Nota. Elaboración propia

Figura 147

Exportación de metrados de acero en todas las fases a Excel



Ubicación	Elemento_Estructural	Estandar	Codigo	Cantidad	Long_Parcial	Peso_Parcial	Long_Total	Peso_Total	Forma
Proyector: CE_646_Chinchero									
Bloque: Bloque 8									
Fase: 1									
Diámetro: 1/2									
Z-AA/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7,69	7,66 kg	184,56 m	183,84	0,15 7,58
Z-AA/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7,69	7,66 kg	184,56 m	183,84	0,15 7,58
R-T/3-1	PL-01	ASTM	AV2	24	7,69	7,66 kg	184,56 m	183,84	0,15 7,58
R-T/4-3	PL-01	ASTM	AV2	24	7,69	7,66 kg	184,56 m	183,84	0,15 7,58
Diámetro: 3/4									
X/3-1	VC-01(0,30X0,60):427156	ASTM	S6	3	8,62	19,4 kg	25,86 m	58,2	8,20 0,25
W/3-1	VC-01(0,30X0,60):427145	ASTM	S6	3	8,62	19,4 kg	25,86 m	58,2	8,20 0,25
Z/3-1	VC-01(0,30X0,60):426696	ASTM	S6	3	8,62	19,4 kg	25,86 m	58,2	8,20 0,25

Nota. Elaboración propia

Tabla 106

Resumen metrados por optimización Niños de América

Fase	Unid.	6mm 0,25	3/8" 0,56	1/2" 0,99	5/8" 1,55	3/4" 2,24	Total (unid)
Fase 1							
Metrado	bar	0	238	87	318	18	661
Optimizado	bar	0	246	97	342	19	704
Resto	m	0	76,2	89,6	97,8	6,1	
Fase 2							
Metrado	bar	215	347	84	108	29	786
Optimizado	bar	217	351	89	116	32	806
Resto (m)	m	7,8	79,4	91,7	94,2	14,3	
Fase 3							
Metrado	bar	247	221	172	64	41	745
Optimizado	bar	252	226	179	68	43	769
Resto (m)	m	11,8	54,7	73,9	102,1	17,4	

4.2.10.5.2. Reducción de acero por metrado

Tabla 107

Resumen metrados por PRONIED y modelamiento

Partida	Descripción	Und.	Total, PRONIED Justificación	Total, PRONIED Contractual (5%)	Total, Modelo	Optimización por Metrado
OE.2	Estructuras					
OE.2.3	Obras de Concreto Armado					
OE.2.3.3	Vigas de Cimentación - Conexión					
OE.2.3.3.3	Vigas de Cimentación-Conexión - Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	5 749,38	6 036,09	5 258,8	777,29
OE.2.3.4	Platea de Cimentación					
OE.2.3.4.3	Platea De Cimentación - Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	2 744,29	2 888,72	2 598,34	290,38
OE.2.3.6.2	Muros de Concreto, Tabiques de Concreto y Placas					
OE.2.3.6.2.3	Placas-Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	3 140,88	3 306,19	2 745,78	560,41
OE.2.3.7	Columnas					
OE.2.3.7.3	Columnas-Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	6 415,15	6 752,79	6 149,19	603,60
OE.2.3.7.6	Columnetas-Acero.	Kg.	612,14	644,36	610,12	34,24
OE.2.3.8	Vigas					
OE.2.3.8.3	Vigas-Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	5 955,42	6 268,87	5 376,24	892,63
OE.2.3.8.6	Viguetas-Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	433,56	456,38	319,18	137,20
OE.2.3.9	Losas					
OE.2.3.9.2	Losas Aligeradas Convencionales					
OE.2.3.9.2.3	Losa Aligerada-Acero fy = 4200 kg/cm ²	kg.	4 829,75	5 083,95	4 129,56	954,39
Total, de acero PRONIED kg =				31 437,35		
Total, de acero MODELO kg =				27 187,21		
Total, de acero optimizado kg =				4 250,14		

Nota. Elaboración propia

De la tabla 106 se desprende la tabla 108 en donde se calcula el total de acero en kilogramos empleado en el metrado real después del proceso de optimización:

Tabla 108

Total metrado real

Ø	Pu	Total, Optimizado	Parcial (kg)
6mm	0,25	671	1 509,75
3/8"	0,56	929	4 682,16
1/2"	0,99	671	5 978,61
5/8"	1,55	835	11 648,25
3/4"	2,24	206	4 152,96
Total (kg)=			27 971,73

Nota. Elaboración propia

Finalmente, con todos los resultados obtenidos se procede a mostrar el siguiente cuadro resumen:

Tabla 109

Total metrado

Tipo	Metrado Total (kg)
Total, metrado contractual	31 437,35
Total, metrado ideal	27 187,21
Total, metrado real	27 971,73

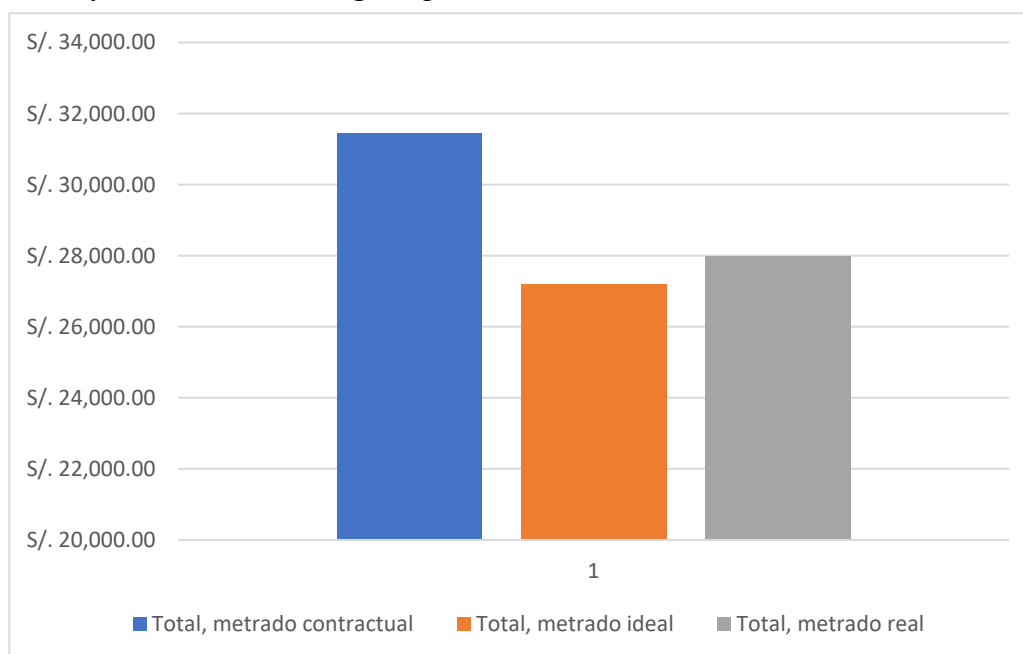
Nota. Elaboración propia

De la tabla 109 se puede concluir las siguientes afirmaciones respecto al acero empleado en el módulo aulas del proyecto Institución educativa Niños de América:

- La diferencia entre el metrado real y el contractual representa un 11,02% del metrado contractual, esto quiere decir que existe un ahorro significativo de S/.13 065,39 soles bajo un P.U de 3,77 soles por kg, según APU.

$$T_{Acero-ahorrado} = 31437.35 - 27971.73 = 3465.62Kg$$

$$C_{ahorro} = PU * T_A = 3.77 * 4162.58 = S / .13065.39$$

Figura 148*Cuantificación de acero según tipo de metrado**Nota.* Elaboración propia

El metrado real representa un incremento del metrado ideal del 2,88% lo que representa

- El metrado contractual representa un incremento del 16,8% del metrado ideal
- De la tabla 106 se puede apreciar que el Resto de la fase numero 3 representa el desperdicio total expresada en unidades de longitud para cada tipo de barra, el siguiente cuadro resume estos desperdicios y nos ayuda a determinar el porcentaje de desperdicio según proporcional a cada tipo de barra:

Tabla 110*Porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle Proyecto N°3*

Ø	Metrado Real (UN)	P.U	Metrado Real (KG)	Desperdicio (m)	Desperdicio (kg)	Porcentaje de desperdicio	Ponderación	Contribución
6mm	471	0,25	1 059,75	11,8	2,95	0,28%	5,99%	0,02%
3/8"	823	0,56	4 147,92	54,7	30,632	0,74%	23,44%	0,17%
1/2"	365	0,99	3 252,15	73,9	73,161	2,25%	18,38%	0,41%
5/8"	526	1,55	7 337,7	102,1	158,255	2,16%	41,47%	0,89%

3/4"	94	2,24	1 895,04	17,4	38,976	2,06%	10,71%	0,22%
$\Sigma=$			17 692,56				100,00%	
Porcentaje de desperdicio promedio según contribución=								1,72%

Nota. Elaboración propia

- De la tabla 110 se puede apreciar que el porcentaje de desperdicio bajo el contexto de la ingeniería de detalle es de 1,72 %, lo que representa un desperdicio mínimo versus el 5% recomendado por CAPECO.

4.2.10.6. Análisis de resultados

Los análisis obtenidos del análisis técnico proporcionan información valiosa que respalda la viabilidad de implementar el servicio de habilitado de acero con ingeniería de detalle. la evaluación de datos de las tres instituciones educativas genera evidencia cuantificable sobre la eficiencia del proceso propuesto y los beneficios económicos potenciales.

Tabla 111

Cuadro resumen 1

Institución educativa	Metrado Ideal (M.I)	Metrado Real (MR)	Metrado Justificado (MJ)	Metrado Contractual (MC)	Ahorro (MC)Vs (MR)	Incremento MR VS MI	Incremento MJ VS MR (kg)
JEM	53 620,57	55 486,93	56 667,04	59 649,51	6,98%	3,48%	1 180,11
IE Chinchero	16 612,08	17 986,88	18 989,49	19 988,94	10,02%	8,28%	1 002,61
IE Niños de América	27 187,21	27 971,73	29 865,48	31 437,35	11,02%	2,89%	1 893,75
Ahorro promedio =					9,34%		

Nota. Elaboración propia

Tabla 112*Cuadro resumen 2*

Institución educativa	Porcentaje de desperdicio promedio según contribución
JEM	1,56%
IE Chinchero	1,84%
IE Niños de América	1,72%
Promedio	1,71%

Nota. Elaboración propia**4.2.10.6.1. Control de Desperdicios en el Proceso Productivo**

El análisis de desperdicios revela indicadores operativos superiores a los estándares normativos establecidos. Los resultados obtenidos en las tres instituciones educativas evaluadas demuestran niveles de desperdicio de 1,56%, 1,84% y 1,72% respectivamente, con un promedio consolidado de 1,71%.

Esta cifra representa una eficiencia operativa significativamente superior al 5% establecido por la normativa peruana de CAPECO. La diferencia de 3,29 puntos porcentuales indica que el proceso de habilitado con ingeniería de detalle opera con un margen de eficiencia del 66% por encima del estándar requerido.

Para el cálculo de costos por tonelada de acero habilitado, este factor de desperdicio del 1,71% constituye un parámetro fundamental que permite establecer estructuras de costos competitivas y márgenes operativos sustentables. La reducción sustancial respecto al estándar normativo confirma la viabilidad técnica del modelo productivo propuesto.

4.2.10.6.2. Beneficios Económicos para las Empresas Contratantes

Esta reducción de costos representa un ahorro directo de 9,34 soles por cada 100 soles invertidos en acero corrugado. Además del beneficio económico inmediato, también genera ventajas operativas: optimiza los procesos constructivos, mejora la productividad del personal en obra y disminuye los riesgos en la gestión de materiales.

El porcentaje de ahorro alcanzado constituye una base sólida para demostrar la competitividad del servicio y su capacidad de aportar valor agregado a las empresas del sector construcción.

4.2.10.6.3. Validación Técnica del Proceso

El análisis comparativo revela una situación particular en la documentación presupuestal de los proyectos educativos evaluados. Los metrados justificados presentados en la documentación oficial de PRONIED resultan superiores a los metrados reales obtenidos mediante ingeniería de detalle, evidenciando un sobredimensionamiento en la estimación inicial de materiales. El análisis de los datos revela que los metrados justificados de PRONIED son superiores a los metrados reales obtenidos con ingeniería de detalle. Esta diferencia se explica por la naturaleza distinta de ambos enfoques: los metrados convencionales calculan las cantidades de acero necesarias según planos estructurales, mientras que la ingeniería de detalle optimiza estas cantidades reduciendo desperdicios a través del diseño específico de cortes y doblados.

Dado que los proyectos educativos de PRONIED representan obras con rigurosos controles técnicos y presupuestales, los ahorros obtenidos en estos casos validan la efectividad de la ingeniería de detalle por lo que, si esta metodología genera beneficios en proyectos técnicamente controlados, su aplicación en obras civiles convencionales podría producir resultados aún más significativos.

4.2.10.6.4. Implicaciones para la Factibilidad

Los resultados técnicos obtenidos proporcionan fundamentos sólidos para justificar la factibilidad de implementar servicios de habilitado de acero con ingeniería de detalle. La evidencia cuantificada demuestra que este tipo de servicios genera valor tanto desde la perspectiva del control de costos productivos como desde la generación de ahorros para las empresas contratantes.

El control efectivo de desperdicios muy por debajo de estándares normativos garantiza que el proceso productivo sea técnicamente viable y económicamente sustentable. Los ahorros significativos generados para las empresas contratantes establecen una justificación económica clara para la adopción de estos servicios especializados.

Los resultados obtenidos demuestran que es viable implementar servicios de habilitado de acero con ingeniería de detalle. Por un lado, el bajo nivel de desperdicios (1,71%) confirma que el proceso productivo es eficiente. Por otro lado, el ahorro

significativo para las empresas (9,34%) demuestra que existe un mercado dispuesto a pagar por estos servicios.

4.2.10.6.5. Síntesis de resultados del análisis de datos

La investigación confirma que la implementación del habilitado de acero con apoyo de la ingeniería de detalle no solo es técnicamente factible, sino también económicamente ventajosa para el sector construcción.

En el plano operativo, se logró cuantificar un porcentaje de desperdicio promedio de 1,71%, valor significativamente inferior al 5% considerado como referencia sectorial. Este resultado demuestra que el modelo propuesto optimiza el uso del material, contribuyendo a un control de costos más eficiente y a una mayor sostenibilidad en la gestión de recursos.

Desde el punto de vista económico, el estudio evidenció un ahorro promedio del 9,34% en el metrado contractual, lo que constituye un beneficio directo y medible para las empresas constructoras. Dicho resultado no solo refuerza la viabilidad económica del modelo, sino que aporta un argumento sólido para su adopción como estrategia de optimización en proyectos de construcción.

En síntesis, los hallazgos proporcionan una base cuantitativa que respalda la incorporación de la ingeniería de detalle como un componente estratégico dentro de los procesos constructivos, ofreciendo a las empresas una alternativa que combina eficiencia técnica con rentabilidad económica.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan de acuerdo a cada componente desarrollado para la evaluación de la viabilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y el desarrollo de una propuesta de ingeniería de detalle para su funcionamiento, en tal sentido, se presentan los siguientes resultados:

5.1.1. Resultados del estudio de mercado

Del estudio de mercado realizado, desprendemos como resultados la existencia de una demanda potencial para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco, dicha demanda proyectada para el horizonte de evaluación del proyecto presenta un crecimiento progresivo, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 113

Resultados del estudio de mercado

Año (horizonte de evaluación)	Demanda (tn)
Año 01	78 606
Año 02	81 612
Año 03	85 018
Año 04	88 644
Año 05	92 503

Nota. Elaboración propia

Asimismo, dadas las condiciones iniciales del proyecto y la capacidad operativa planteada, se establece inicialmente una participación en el mercado equivalente al 5% de la demanda potencial insatisfecha, determinando una producción estimada a 3 930 toneladas de acero habilitado, en el primer año de funcionamiento.

Referente a la oferta existente, determinamos que en la actualidad no existen empresas especializadas en la habilitación de acero dentro de la región que presten las características del

servicio propuesto en el presente estudio y que actualmente solo existe un competidor fuera de la región. Por consiguiente, para el análisis del proyecto se consideró una oferta local limitada.

Por otro lado, los resultados que se obtuvieron mediante la encuesta aplicada a empresas del sector construcción de la región, evidenciaron una aceptación favorable, considerando como una buena alternativa la contratación de acero habilitado para sus proyectos, de los cuales el 28.6% condicionaría su contratación a la magnitud del proyecto y el 33.3% al costo del servicio.

5.1.2 Resultados del estudio técnico

El estudio técnico permitió determinar las condiciones necesarias para la puesta en marcha y el funcionamiento de la empresa de habilitación del acero, teniendo en cuenta factores relacionados con la localización, tamaño del proyecto, proceso de producción, requerimiento de infraestructura, equipamiento y la capacidad operativa necesaria para cubrir la demanda proyectada

Se plantea un proceso de producción organizado que integran las fases de recepción de materia prima, gestión de datos técnicos, corte, doblado, clasificación, etiquetado, almacenamiento y despacho del acero habilitado, teniendo en cuenta los protocolos destinados a garantizar tanto la eficiencia del proceso como la calidad del producto final.

Referente a la localización más óptima para la ubicación del proyecto, la localidad de Huasao, distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchi presenta las condiciones más adecuadas para la localización del proyecto, esta alternativa responde a factores como la disponibilidad de espacios adecuados, proximidad de materia prima y costos de terreno y/o alquiler para la implementación de una empresa de estas características.

Como resultado del dimensionamiento técnico con respecto al tamaño del proyecto determino una capacidad diseñada de 51 840 toneladas anuales y una capacidad instalada de 8 640 toneladas anuales de acero habilitado, considerando las características operativas de la maquinaria, jornadas laborales y condiciones iniciales de producción.

5.1.3 Resultados de la evaluación económica y financiera

La evaluación económica y financiera permitió la determinación de la viabilidad mediante el análisis comparativo de dos escenarios: El primer escenario con la aplicación de la ingeniería de detalle y un segundo escenario sin la aplicación de la ingeniería de detalle.

La inversión requerida para la puesta en marcha del proyecto planteado sin la aplicación de la ingeniería de detalle, es de S/ 3 447 298,80 (Activos fijos: S/. 1 626 364,11; Capital de

trabajo S/. 1 820 934,69). Considerando la aplicación de la ingeniería de detalle la inversión requerida para la puesta en marcha del proyecto planteado es de S/ 3 393 524,14 (Activos fijos: S/. 1 626 364,11; Capital de trabajo: S/. 1 767 160,03).

Con respecto al punto de equilibrio, el estudio económico nos da como resultados que sin la aplicación de la ingeniería de detalle la empresa planteada tendría que vender 2603,37 tn de acero habilitado durante su primer año de funcionamiento, para cubrir costos y comenzar a generar beneficios. Por otro lado, considerando la aplicación de la propuesta de ingeniería de detalle la empresa planteada tendría que vender 1937,18 tn de acero habilitado durante su primer año de funcionamiento, para cubrir costos y comenzar a generar beneficios.

De acuerdo a la evaluación económica y financiera, los resultados obtenidos del proyecto son:

Para el proyecto sin la aplicación de la ingeniería de detalle el VAN Económico: S/. 392 287,89 ($VANE > 0$), TIR Económico: 21% ($TIR > WACC$), periodo de recuperación: 3,20 años, VAN financiero: S/. 445 267,31 ($VANF > 0$), TIR Financiero: 24% ($TIRF > COK$) y periodo de recuperación: 3,17 años. Para el proyecto considerando la aplicación de la ingeniería de detalle el VAN Económico: S/. 1 874 445,22 ($VANE > 0$), TIR Económico: S/. 37% ($TIR > WACC$), periodo de recuperación: 2,34 años, VAN financiero: S/. 1 900 363,84 ($VANF > 0$), TIR Financiero: 47% ($TIRF > COK$) y periodo de recuperación: 2,04 años. En el siguiente cuadro mostramos un resumen de los principales indicadores para ambos escenarios:

Tabla 114

Cuadro comparativo de indicadores económicos

Indicadores económicos y financieros	Sin la aplicación de la ingeniería de detalles	Con la aplicación de la ingeniería de detalle
VAN económico	S/. 392 287,89	S/. 1 874 445,22
TIR económico	21%	37%
Periodo de recuperación	3.20 años	2.34 años
VAN financiero	S/. 445 267,31	S/. 1 900 363,84
TIR financiero	24%	47%
Periodo de recuperación	3.17 años	2.04 años

Nota. Elaboración propia

5.1.3 Resultados de la propuesta de ingeniería de detalle

La propuesta de ingeniería de detalle nos da como resultado una formar práctica y optima de modelamiento de acero y concreto, se logra una correcta vinculación mediante API potenciando el proceso con softwares como Grasshopper y scripts de programación Python, logrando una interoperabilidad idónea entre los softwares Revit y Tekla Structures, con la cual logra una automatización y simplificación del proceso de modelado, obteniendo modelos prácticos y útiles para los procesos de optimización, despiece y generación de planos requeridos.

Con respecto al despiece de acero, la ingeniería de detalle nos da como resultado la generación automatizada de planos de corte y despiece de acero de acero útiles para el proceso de optimización.

Con respecto a la propuesta de ingeniería de detalle para el control y reducción de desperdicios del proceso productivo, el procedimiento de optimización muestra los siguientes resultados: Los resultados obtenidos en % de desperdicio calculados en las tres instituciones educativas evaluadas demuestran una optimización y una reducción de niveles de desperdicio a 1,56% (IE JUAN ESPINOZA MEDRANO), 1,84% (IE CHINCHERO) y 1,72% (IE NIÑOS DE AMERICA) respectivamente, con un promedio consolidado de 1,71%. evidenciando una mejora en el aprovechamiento del material mediante la aplicación del procedimiento de optimización planteado por la propuesta desarrollada.

5.2. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron evaluar la viabilidad de implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle orientada a establecer las condiciones técnicas necesarias para su puesta en funcionamiento. En ese sentido, la discusión se desarrolla considerando los resultados obtenidos del estudio de mercado, estudio técnico, evaluación económica-financiera y la propuesta de ingeniería de detalle

5.2.1. Discusión de los resultados del estudio de mercado

Los resultados obtenidos del estudio de mercado evidencian la existencia de una oportunidad para la implementación de una empresa especializada en habilitación de acero en la ciudad del Cusco, ya que la demanda potencial insatisfecha proyectada presenta un crecimiento progresivo durante el horizonte de evaluación del proyecto.

Con los resultados obtenidos de demanda potencial insatisfecha (78 606 t (Año 1), 81 612 t (Año 2), 85 018 t (Año 3), 88 644 t (Año 4) y 92 503 t (Año 5)) y con el resultado de las encuestas aplicadas podemos inferir que si existe un mercado potencial para el acero habilitado en la Ciudad del Cusco.

Del mismo modo, los resultados de la encuesta indican que el servicio propuesto tiene una buena acogida, ya que todos los encuestados consideran como una buena alternativa la adquisición de acero habilitado y puesto en obra para sus proyectos. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad que existe en el sector de mejorar los procedimientos de construcción, reducir los retrasos en la ejecución y optimizar la planificación del suministro de acero.

En este sentido, los resultados concuerdan con el objetivo de los estudios de viabilidad previa, ya que permiten identificar las condiciones iniciales del mercado antes de realizar una inversión, lo que demuestra la existencia de una demanda potencial que respalda la evaluación del proyecto.

5.2.2. *Discusión de los resultados del estudio técnico*

Respecto al estudio técnico, los resultados determinaron que la implementación de una empresa de habilitación de acero requiere establecer procesos organizados de producción, almacenamiento, control y gestión de información técnica.

Asimismo, la determinación de una capacidad instalada de 8 640 toneladas anuales permite establecer una escala operativa inicial acorde con la participación de mercado considerada en el estudio, evidenciando que las condiciones técnicas propuestas permiten atender la demanda proyectada.

5.2.3. *Discusión de los resultados de la evaluación económica y financiera*

Los resultados obtenidos en la evaluación económica y financiera muestran que la implementación de la empresa de habilitación de acero resulta viable en ambos escenarios evaluados, debido a que los indicadores obtenidos presentan valores favorables respecto a los criterios de aceptación establecidos.

Con los resultados obtenidos, si bien es cierto, los resultados de los indicadores económicos (Sin la aplicación de ingeniería de detalle: VAN Económico: S/. 392 287,89 (VANE > 0), TIR Económico: S/. 21% (TIR > WACC) y con la aplicación de ingeniería de detalle: VAN Económico: S/. 1 874 445,22 (VANE > 0), TIR Económico: S/. 37% (TIR > WACC)) nos indican que en ambos casos el proyecto planteado es factible, existe una diferencia considerable

entre dichos indicadores. Esta diferencia evidencia que la incorporación de la propuesta de ingeniería de detalle permite mejorar las condiciones económicas del proyecto, debido principalmente a una mejor planificación del proceso productivo, optimización del consumo de acero y reducción del capital de trabajo requerido.

Asimismo, la disminución del punto de equilibrio desde 2 603.37 toneladas hasta 1 937.18 toneladas demuestra que la aplicación de procedimientos técnicos asociados a la ingeniería de detalle permite reducir el volumen mínimo de producción necesario para cubrir los costos operativos del proyecto.

5.2.4. *Discusión de los resultados de la propuesta de ingeniería de detalle*

Con respecto al planteamiento de la ingeniería de detalle, los resultados muestran que la ingeniería de detalle es una parte fundamental para la producción de acero habilitado ya que forma parte vital del proceso de producción, tanto para la elaboración de piezas de acero habilitado con las máquinas cortadoras y dobladoras, como para los procesos de optimización del corte de acero planteado.

Con referencia a la tesis planteada por Soriano (2016) denominada “Evaluación del sistema de despiece de acero ASTM-A615 en edificaciones en la ciudad de Huancayo” determino los siguientes porcentajes de desperdicios aplicando el sistema de despiece: 4,29%, 5,72%, 3,83% y 2,65%, por lo que en comparativa al promedio de desperdicio de 1,71% determinado con la aplicación de la ingeniería de detalle es menor al determinado en la tesis antes mencionada, dicha disminución estaría determinada por el proceso de optimización por fases planteando en la propuesta de ingeniería de detalle y los procedimientos planteados con la salvedad de algunas diferencias en la aplicación en los trabajos de investigación.

Con referencia a la tesis planteada por De la Vega (2022) titulada: “Optimización del empalme y despiece para la reducción del desperdicio de acero mediante Tekla Structures en una edificación aporticada, 2022” encontró una reducción de desperdicio de acero de hasta el 2,41%, el cual sigue siendo mayor del porcentaje de reducción del 1.71% determinada aplicando la ingeniería de detalle planteada, igualmente sustentamos este menor desperdicio con la aplicación de la optimización por fases y un flujo de trabajo sistemático y más preciso en el proceso de optimización, rescatando las diferencias existentes en el proceso de optimizado de ambas tesis.

En consecuencia, la propuesta de ingeniería de detalle desarrollada representa una alternativa técnica que permite mejorar la organización del proceso de habilitación de acero, optimizando el uso de recursos y generando información confiable para la futura implementación de la empresa propuesta.

5.2.5. *Discusión general de la investigación*

De manera general, los resultados obtenidos permiten determinar que la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco presenta condiciones favorables de mercado, técnicas y económicas para su desarrollo. Asimismo, la propuesta de ingeniería de detalle desarrollada complementa el estudio de prefactibilidad al proporcionar una base técnica para la planificación, optimización y operación del proceso productivo.

Por tanto, la investigación evidencia que la integración entre la evaluación de viabilidad del proyecto y el desarrollo de una propuesta técnica permite contar con información suficiente para sustentar una futura implementación empresarial en el sector construcción.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La investigación permitió evaluar la viabilidad de implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco, determinándose que el proyecto presenta condiciones favorables desde el punto de vista de mercado, técnico y económico-financiero. Asimismo, el desarrollo de una propuesta de ingeniería de detalle permitió establecer una base técnica para la optimización del proceso productivo requerido para la puesta en funcionamiento de la empresa.

Con referente al estudio de mercado, podemos afirmar que existe un mercado potencial y atractivo para la implementación de una empresa de habilitación de acero en la región Cusco, puesto que los estudios nos muestran una alta demanda potencial existente, un bajo nivel de competencia y buena perspectiva de crecimiento del sector.

En relación al estudio técnico, se determinó la factibilidad operativa del proyecto mediante la definición del proceso productivo, capacidad instalada, requerimientos de maquinaria e infraestructura necesaria para la operación de la empresa de habilitación de acero. Además, se evidenció que la ingeniería de detalle constituye un componente técnico necesario para generar información confiable que facilite las etapas de fabricación, optimización y control del acero habilitado.

Con respecto al estudio económico-financiero, habiendo analizado y revisado los resultados obtenidos podemos concluir que la implementación de la empresa es viable en su etapa de prefactibilidad bajo ambos escenarios evaluados, se puede notar también que la aplicación de la ingeniería de detalle mejora notablemente los indicadores económicos de proyecto como podemos observar: sin la aplicación de ingeniería de detalle con los siguientes indicadores: VAN Económico: S/. 392 287,89 ($VANE > 0$), TIR Económico: 21% ($TIR > WACC$) y con la aplicación de la ingeniería de detalle con los siguientes indicadores: VAN Económico: S/. 1 874 445,22 ($VANE > 0$), TIR Económico: S/. 37% ($TIR > WACC$)), lo que la hace viable en ambos escenarios, con la diferencia notable en el incremento de los márgenes de utilidad con la aplicación de ingeniería de detalle.

La propuesta de ingeniería de detalle desarrollada permitió establecer un flujo de trabajo técnico basado en el modelamiento digital, interoperabilidad entre plataformas, automatización

de procesos y generación de documentación técnica. La integración de herramientas como Revit, Tekla Structures, API, Grasshopper y scripts de programación permitió mejorar la gestión de información del proyecto, facilitando los procesos de modelamiento, despiece, optimización y generación de planos requeridos para la producción de acero habilitado.

Respecto a la optimización del consumo de acero, la aplicación de la propuesta de ingeniería de detalle permitió obtener niveles de desperdicio reducidos con un promedio consolidado de 1.71%. Estos resultados evidencian que la aplicación de procedimientos de optimización mediante modelos digitales y procesos sistemáticos permite mejorar el aprovechamiento del material respecto a procedimientos tradicionales de despiece.

Finalmente se concluye que la integración del estudio de prefactibilidad con una propuesta de ingeniería de detalle constituye una alternativa adecuada para evaluar la implementación de una empresa de habilitación de acero, debido a que permite analizar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva de mercado, técnica y económica, incorporando herramientas de ingeniería que contribuyen a una mejor planificación y gestión del proceso productivo, con todos los resultados obtenidos en los estudios previos (Estudio de mercado, estudio técnico, estudio económico financiero y la propuesta de ingeniería de detalle) se concluye que a nivel de prefactibilidad el proyecto de LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA DE HABILITACION DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO es viable.

6.2. Recomendaciones

Para investigaciones posteriores dentro del sector construcción, se recomienda realizar estudios a mayor detalle y utilizando fuentes primarias para las distintas proyecciones y estudios de mercado, técnico y económico para conocer de manera más cercana el comportamiento del sector y dar resultados a nivel de factibilidad, ya que el presente trabajo de investigación, presenta resultados a nivel de prefactibilidad.

Se recomienda fortalecer la integración entre herramientas digitales de modelamiento y fabricación mediante metodologías de interoperabilidad, automatización y gestión de información, con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso productivo y facilitar la toma de decisiones durante la ejecución de proyectos de habilitación de acero.

Se recomienda ampliar la aplicación de la propuesta de ingeniería de detalle a una mayor cantidad de proyectos y tipologías estructurales, con la finalidad de validar su comportamiento

en diferentes condiciones constructivas y obtener una mayor representatividad respecto a la optimización del consumo de acero.

Se recomienda aplicar la propuesta de ingeniería de detalle desarrollada en proyectos reales de habilitación de acero, con la finalidad de validar su desempeño en condiciones operativas reales. Asimismo, se recomienda realizar una comparación entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de la propuesta y los procedimientos tradicionales de trabajo.

Se sugiere que la futura empresa adopte protocolos de control de calidad y estandarización de procesos en el corte, doblado y habilitado del acero corrugado, asegurando que los niveles de desperdicio se mantengan dentro de los márgenes obtenidos en esta investigación.

Se recomienda a las empresas constructoras incorporar la ingeniería de detalle como parte del flujo de planificación y control de proyectos, con el fin de reducir el sobredimensionamiento habitual de los metrados convencionales y optimizar la gestión de recursos materiales y humanos.

Se aconseja implementar softwares de modelado y detalle estructural (ej. Tekla Structures o equivalentes) integrados a plataformas BIM, lo cual permitirá generar metrados precisos, planos de taller y un control digital de la trazabilidad del acero habilitado.

Se plantea continuar con investigaciones que evalúen la aplicación de la ingeniería de detalle en otros tipos de proyectos (infraestructura vial, hidráulica, industrial) y en distintas regiones del país, para corroborar y ampliar los resultados obtenidos en edificaciones urbanas de Cusco.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbott, M., & Rodríguez, T. (2008). Análisis comparativo entre el método de asignación directa y el de optimización para la cuantificación del refuerzo levantado en los apoyos en placas sólidas y su efecto en la generación de desperdicio. *Ciencia y Sociedad*, 23(4).
- Aceros Arequipa. (2024). *Construyendo seguro*. <https://www.construyendoseguro.com>
- Amaya, L. (2025). *Uso de herramienta informática para la optimización del corte de acero de refuerzo en la construcción de viviendas*.
- Arboleda, G. (2014). *Proyectos. Identificación, formulación, evaluación y gerencia*. Alfaomega.
- Arias Gonzales, J. L. (2021). *Diseño y metodologia de la investigacion*. ENFOQUES CONSULTING EIRL.
- Armendariz, C., & Ortiz, I. (2022). Determinación de porcentaje de desperdicios del acero estructural de refuerzo en diversos elementos de hormigón armado perteneciente a la estructura de una vivienda de 2 plantas. *RECIAMUC*, 6(1), 25-39.
- Autodesk. (2025). *Revit: Software de modelado de información de construcción (BIM)*. <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>
- Camara Peruana de la Construcción. (2025). *CAPECO*. <https://capeco.org/>
- CAPECO. (2022). *Informe Económico de la Construcción*. CAPECO.
- Carrasco, S. (2012). *Metodologia de la investigacion cientifica*. San Marcos.
- Cevallos, V., Esparza, F., Balseca, J., & Chafla, J. (2022). *Formulación y evaluación de proyectos de financiamiento*. CIDE. <https://repositorio.cidecuador.org/bitstream/123456789/2073/5/Libro%20Formulacion%20y%20Evaluacion%20de%20Proyectos%20VF.pdf>
- Chino Quispe, A., & Zarate Chilquetuma, K. (2024). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO DE DESPIECE DE ACERO PRE EJECUCIÓN FRENTE AL ACERO DIMENSIONADO Y USO CONVENCIONAL DEL ACERO CORRUGADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023*. Universidad de San Antonio Abad del Cusco.

- Construex. (2024). *Construex*. Construex: https://www.construex.com.mx/exhibidores/garant/producto/estribos_varilla_mexico
- Coorporación Aceros Arequipa. (2023). *Memoria Anual Integrada 2022*.
- Corporacion aceros Arequipa. (2009). *Ministerio de vivienda construccion y saneamiento*. Ministerio de vivienda construccion y saneamiento: <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/piura/ACERO%20DIMENTSIONADO.pdf>
- Corporacion aceros Arequipa S.A. (2009). *Aceros Arequipa*. <https://acerosarequipa.com/pe/es/>
- Cruz Chuyma, R., Guillen Guillen, E., Quispe Berrios, H., & Aceituno Huacani, C. (2023). *Trucos y secretos de la praxis cuantitativa*. ATENEA EDITORAS.
- De la vega Sernades, D. (2022). *Optimización del empalme y despiece para la reducción del desperdicio de acero mediante Tekla Structures en una edificación aporticada, 2022*. Universidad Cesar Vallejo.
- Empresa Siderungica del Perú S.A.A. (2023). *Memoria Anual 2022*.
- EUBIM . (2018). *Manual para la introducción de la metodología BIM por parte del sector público europeo*.
- Galarza, M. (2011). *Desperdicio en materiales en obras de construcción civil: Métodos de .* Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gomez, E., Martinez, S., & Gonzales Cruz, C. (2023). *Cuaderno de ingenieria de proyectos - Del diseño de detalle a ala realizacion*. Universidad politecnica de Valencia.
- González, J. (2018). *Análisis y evaluación de la tecnología (BIM) Building Information Modeling*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Grasshopper. (2025). *Grasshopper – Algorithmic modeling for Rhino*. <https://www.grasshopper3d.com/>
- Guasco, C., & Luna, K. (2022). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de consultoría integral para las Pymes en el Cantón Cañar. *Dominio de las ciencias*, 8(1), 1071-1089.
- Gutiérrez, P. (2023). *Características del acero como material estructural*. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.16925/gcnc.73>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodologia de la investigacion*.

- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación - guía para la comprensión holística de la ciencia*. Cica.Sypal.
- INDECOPI. (2016). *Guía de estudios de mercado*.
- Instituto Mexicano del Petróleo. (6 de Mayo de 2019). *En ingeniería de detalle, la experiencia del IMP habla*. Gobierno de México: <https://www.gob.mx/imp/articulos/en-ingenieria-de-detalle-la-experiencia-del-imp-habla>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). *Compéndio Estadístico 2023*. INEI.
- Lima, O. (2014). *Materiales y productos para la construcción a pie de obra*. Pueblo y Educación.
https://www.google.com.pe/books/edition/Materiales_y_productos_para_la_construcc/WFaKEAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=acero+en+obra+pdf&printsec=frontcover
- MapasPerú. (2025). *MapasPerú*. MapasPerú: <https://www.mapasperu.com>
- McNeel. (2025). *Rhinoceros 3D*. https://www.rhino3d.com/?utm_source=chatgpt.com
- Méndez, R. (2020). *Formulación y evaluación de proyectos*. Ecoe.
- Ministerio de economía y finanzas. (2025). *Ministerio de economía y finanzas*.
<https://www.mef.gob.pe/planbimperu/recursosbim.html>
- Moncayo, Y., Salazar, M., & Avalos, V. (2021). El estudio de mercado como estrategia para el desarrollo de productos en el sector rural. Caso de estudio Parroquia Bayushig. *Polo del conocimiento*, 6(3), 2205-2220. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2501>
- NENA HERNANDEZ, U. (2002). *EVALUACION DE RIESGO SISMICO EN ZONAS URBANAS*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE ESPAÑA.
- Orihuela, P., Pacheco, S., & Quiroz, F. (2020). Integración hacia adelante y hacia atrás en la provisión del acero en obra. *Motiva*, 12-16.
- PIQUE DEL POZO, J. (1991). *Análisis sísmico de edificios*. Lima, Peru: Capítulo de ingeniero civil.
- Polanco, A. (2020). Rol de la Ingeniería en Proyectos de Infraestructura. *Universidad de Chile*, 1-3.
- Quiroga, C. (2021). El acero en la ingeniería civil, usos ventajas y limitaciones: Revisión Literaria. *Universidad Cooperativa de Colombia*.
- Quispe, A. (2015). *Gestión de Desperdicios de Materiales de Construcción Civil: Métodos de Control y Medición*.

- Reglamento nacional de edificaciones*. (2014). lima, peru: Macro.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Sánchez, F., Higuera, J., Ramírez, A., Nope, Y., & Soto, J. (2020). Análisis de la implementación de metodología en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Dialnet*, 9(11), 165-191.
- Sapag Chain, N., & Sapag Puelma, J. (2014). *Preparacion y evaluacion de proyectos*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Sapag Chain, N., Sapag Chain, R., & Sapag Puelma, J. (2014). *Preparacion y evaluacion de proyectos*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Sarabia, R. (2021). *Laminas y Aceros*. Laminas y Aceros: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/c%C3%B3mo-mejorar-la-productividad-con-acero-habilitado>
- Soriano, K. (2016). *Evaluación del sistema de despiece de aceros ASTM-A615 en edificaciones en la ciudad de Huancayo*. Universidad Peruana de Los Andes.
- Tapia, M., Granizo, S., & Granizo, L. (2017). Estudio de pre-factibilidad en proyectos sociales y productivos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
- Tekla. (2025). *Tekla Structures: Software BIM para estructuras*. <https://www.tekla.com/la/productos/tekla-structures>
- Ttica, R. (2021). *Análisis comparativo del acero post ejecución frente al modelado BIM de acero Revit Cutlogic considerando variaciones implícitas en el habilitado*. Universidad Andina del Cusco.
- Universidad de los Andes. (2023). *Explorando el estudio económico*. Universidad de los Andes: <https://ese.cl/ese/blog/explorando-el-estudio-economico/2023-04-25/170233.html#:~:text=El%20objetivo%20del%20estudio%20econ%C3%B3mico%20es%20determinar%20si%20una%20inversi%C3%B3n,y%20beneficios%20de%20una%20inversi%C3%B3n>.
- Universidad Politécnica de Cartagena. (Febrero de 2013). *Universidad Politécnica de Cartagena*. https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/11566/mod_resource/content/1/Tema%204.%20Ingenier%C3%ADa%20de%20detalle.pdf

Velásquez, B., Hoyos, J., & Hernández, D. (2020). DIE- Modelo para el diseño de ideas de emprendimiento. *FAGROPEC*, 12(1), 52-64.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Variables Descriptiva	Dimensiones	Indicadores	Método	Instrumento
¿Es viable la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y qué propuesta de ingeniería de detalle se requiere para su puesta en funcionamiento?	Evaluar la viabilidad de la implementación de una empresa de habilitación de acero en la ciudad del Cusco y desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para su puesta en funcionamiento.	Ingeniería de detalle	Especificaciones	Definición de material y características	Enfoque de investigación Cuantitativo	Técnicas de investigación Recolección, análisis de datos y especificaciones
				Definición de componentes		Instrumentos Software Tekla, grasshopper, revit, cutting optimizator y excel
			Definición y cálculo de partes: Modelado de acero y concreto	Modelo de concreto	Tipo de investigación Aplicada	Análisis y procesamiento de datos Se realizará haciendo uso de Excel para determinar los resultados
				Modelo de acero		
			Ensamblado y comprobación de partes: Despiece de acero	Elementos de despiezado	Alcance de investigación Descriptivo – Proyectivo	Diseño de investigación No Experimental
			Comprobación de dimensiones y resultados con norma: Optimización	Etiquetado y codificación		
Documentación	Planos de despiece de acero					
Problemas específicos	Objetivos específicos	Descriptiva				
• ¿Cuál es la demanda potencial del servicio de habilitación de acero en la ciudad del Cusco que sustente la implementación de una empresa especializada?	• Determinar la demanda potencial del servicio de habilitación de acero en la ciudad del Cusco mediante un estudio de mercado que sustente la		Estudio de mercado	Determinación de la demanda	No Experimental	Población Sector de la construcción de la ciudad del Cusco
				Determinación de la oferta		
			Estudio técnico	Ingeniería del proyecto	Muestra y muestreo	

<ul style="list-style-type: none">• ¿Cuáles son los requerimientos técnicos, operativos y de infraestructura necesarios para la implementación de una empresa de habitación de acero en la ciudad del Cusco?• ¿Es económicamente y financieramente viable la implementación de una empresa de habitación de acero en la ciudad del Cusco?• ¿Qué propuesta de ingeniería de detalle debe desarrollarse para sustentar técnica y operativamente la implementación de una empresa de habitación de acero en la ciudad del Cusco?	implementación de una empresa especializada.	Estudio de prefactibilidad	Tamaño del proyecto	03 módulos de edificaciones escogidas por conveniencia y 21 empresas consideradas medianas a grandes del rubro construcción en la región.
	<ul style="list-style-type: none">• Identificar los requerimientos técnicos, operativos y de infraestructura necesarios para la implementación de una empresa de habitación de acero en la ciudad del Cusco.• Determinar la viabilidad económica y financiera de la implementación de una empresa de habitación de acero mediante la evaluación de inversiones, costos, ingresos e indicadores de rentabilidad.		Localización	
	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollar una propuesta de ingeniería de detalle para la implementación de una empresa de habitación de acero en la ciudad del Cusco, mediante la recolección y verificación de datos, el modelado digital, la interoperabilidad de información, el modelado de acero, la generación de planos y la		Indicadores económicos VAN/TIR	
		Estudio económico	Punto de equilibrio	

optimización de los procesos de
habilitación.

Anexo 2: Modelo de encuesta aplicada a empresas.



TESIS: "EVALUACION Y PROPUESTA DE LA INGENIERIA DE DETALLE EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA EMPRESA DE HABILITACIÓN DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"



ENCUESTA - ACERO HABILITADO

DATOS DEL ENCUESTADO

NOMBRE:		CIP/CAP
CARGO:		
EMPRESA/INSTITUCION:		

PREGUNTA 01: ¿Cuál es su perspectiva sobre el crecimiento del sector construcción en la ciudad del Cusco?

☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo

PREGUNTA 02: ¿A su consideración, qué partidas considera que generan mayores desperdicios y restricciones durante la ejecución de la etapa estructural de sus proyectos?

☐ Encofrados ☐ Acero ☐ Concreto

☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 03: ¿Cuál es el procedimiento de habilitación de acero (corte y doblado) que se aplica en la ejecución de sus proyectos?

☐ Procedimiento convencional (Manual, uso de cizalla, trampa y tubo de doblado)

☐ Procedimiento mecánico (maquina dobladora y cortadora de varillas)

☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 04: A su consideración, ¿cuáles son las principales dificultades o limitaciones en la habilitación de acero en obra?

☐ Deficiente mano de obra

☐ Falta de espacios para almacenamiento y habilitación

☐ Inexistencia de procedimientos de gestión de acero

☐ Inoperancia logística

☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 05: ¿Qué empresa de la Ciudad del Cusco le provee acero para sus proyectos?

☐ Aceros Arequipa

☐ SiderPeru

☐ Terceros (Especificar)

PREGUNTA 06: ¿Conoce usted sobre el servicio de venta de acero habilitado (acero cortado y doblado de acuerdo a las necesidades de su proyecto)?

☐ Si ☐ No

PREGUNTA 07: ¿Consideraría usted como una buena alternativa la contratación de acero habilitado para la ejecución de sus proyectos?

☐ Si, lo considero una alternativa viable

☐ Si, dependiendo de la magnitud del proyecto

☐ Si, dependiendo del costo

☐ No lo consideraría viable (especificar)

PREGUNTA 08: Con relación al acero habilitado, ¿Qué servicio adicional considera Ud. que le agregaría valor, para lograr el éxito de sus proyectos?

☐ Asistencia técnica en obra

☐ Capacitación a los constructores

☐ Atención las 24 horas

☐ Otros (especificar)



TESIS: "EVALUACION Y PROPUESTA DE LA INGENIERIA DE DETALLE EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA DE HABILITACION DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"



PREGUNTA 09: ¿Mediante qué medios preferiría Ud. mantener contacto con las empresas que ofrecen acero habilitado puesto en obra?

- ☐ Directo (Visita en obra)
- ☐ Portal web- Redes
- ☐ Teléfono
- ☐ Correo electrónico

PREGUNTA 10: ¿Actualmente viene aplicando la metodología BIM dentro de los procesos de desarrollo y ejecución de sus proyectos? ¿con que frecuencia?

- ☐ Si, constantemente
- ☐ Si, pocas veces
- ☐ Si, una vez
- ☐ No las he utilizado

PREGUNTA 11: ¿Con que fin viene utilizando la información proporcionada por el uso de modelos BIM?

- ☐ Visualización
- ☐ Planos y metrados
- ☐ Interferencias
- ☐ Gestión
- ☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 12: ¿En la empresa y/o institución donde labora, a qué nivel se viene implementando la metodología BIM?

- ☐ 3D Modelamiento tridimensional
- ☐ 4D Gestión de la programación (análisis de tiempos)
- ☐ 5D Gestión de la información económica (análisis de costos)
- ☐ 6D Evaluación de la sostenibilidad (social, económica y ambiental)
- ☐ No se aplica

PREGUNTA 13: ¿Con relación a la ingeniería de detalle BIM ¿cuál diría usted que es su nivel de conocimiento?

- ☐ Medio
- ☐ Alto
- ☐ Bajo
- ☐ Ninguno

PREGUNTA 14: En la empresa y/o institución donde labora, existe alguna iniciativa de implementación o aplicación de ingeniería de detalle en la gestión de acero para la reducción de desperdicios?

- ☐ Si, existen iniciativas
- ☐ Si, se viene implementando
- ☐ Si, se aplica la ingeniería de detalle
- ☐ No, aun no existen iniciativas

Anexo 3: Producto bruto interno por sectores

Cuadro 2
PRODUCTO BRUTO INTERNO POR SECTORES
(Var. % real anual)

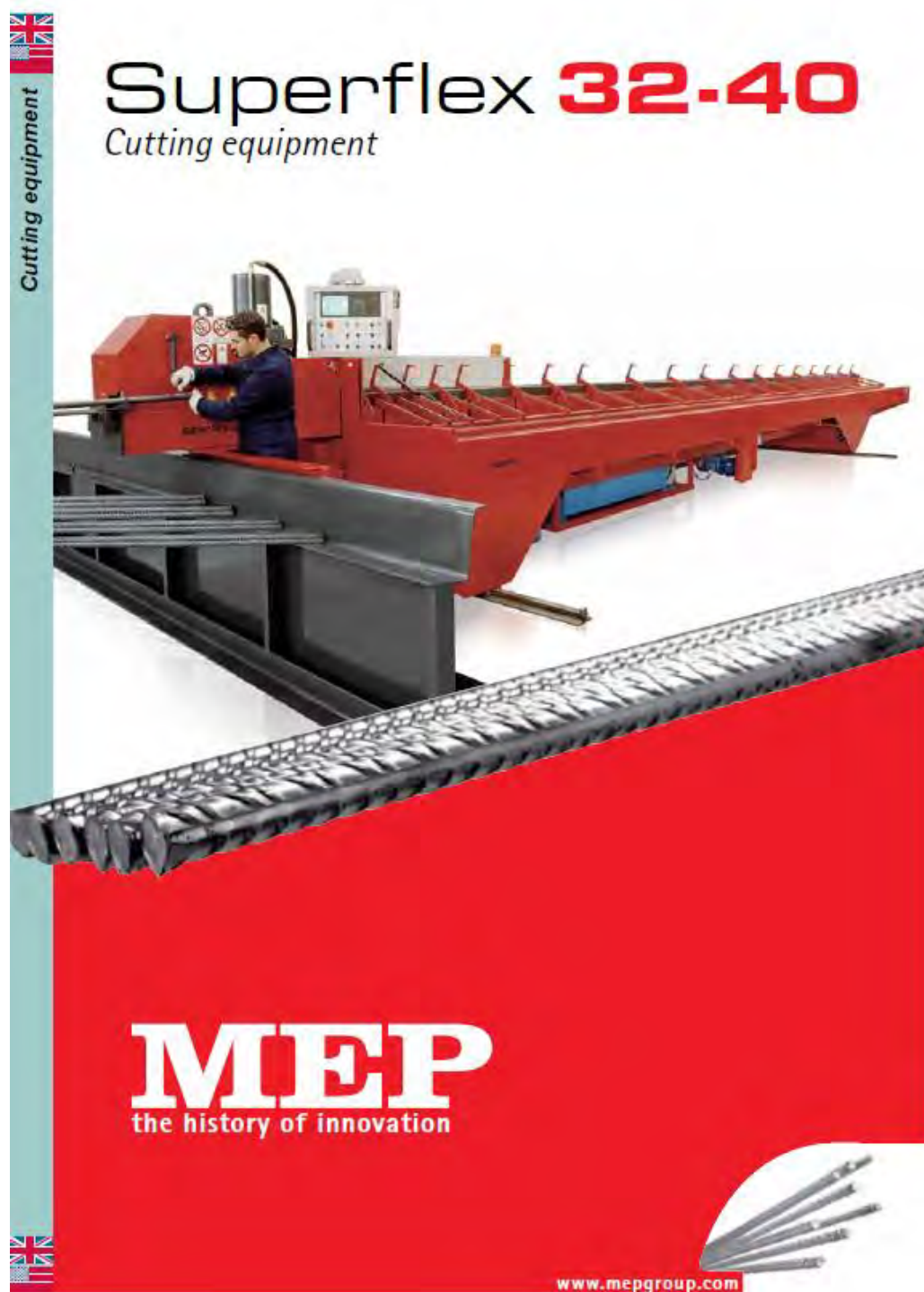
	Peso año base 2007	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Promedio 2024 - 2027
Agropecuario	6.0	4.4	- 0.5	3.0	3.7	3.7	3.7	3.5
Agrícola	3.8	5.6	- 1.1	3.1	4.0	4.0	4.0	3.8
Pecuario	2.2	2.4	0.7	2.6	3.2	3.2	3.2	3.1
Pesca	0.7	- 11.4	- 27.9	20.4	10.9	6.6	3.6	10.4
Minería e hidrocarburos	14.4	0.5	6.2	3.9	2.5	1.6	1.5	2.4
Minería metálica	12.1	0.0	7.0	3.8	2.3	1.3	1.1	2.1
Hidrocarburos	2.2	4.0	1.2	4.4	3.6	3.4	3.4	3.7
Manufactura	16.5	0.9	- 2.3	3.1	3.2	3.1	3.3	3.2
Primaria	4.1	- 2.5	- 4.2	6.7	5.1	3.2	3.0	4.5
No primaria	12.4	2.0	- 1.8	2.0	2.6	3.0	3.4	2.8
Electricidad y agua	1.7	3.9	3.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.2
Construcción	5.1	3.0	- 3.4	3.0	3.3	3.4	3.5	3.3
Comercio	10.2	3.3	2.7	2.5	2.6	2.8	3.0	2.7
Servicios	37.1	3.3	1.3	3.0	3.2	3.4	3.5	3.3
PBI	100.0	2.7	1.1	3.0	3.1	3.2	3.3	3.1
PBI primario	25.2	0.9	2.0	4.3	3.3	2.6	2.4	3.1
PBI no primario¹	66.5	3.1	0.8	2.7	3.0	3.3	3.5	3.1

1/ No considera derechos de importación y otros impuestos.

Fuente: BCRP,
Proyecciones MEF.

Anexo 4: Catálogos de maquinaria/equipo

A. Banco móvil de corte a medida MEP SUPERFLEX 32-40



The advertisement features a large red mobile cutting machine, the MEP Superflex 32-40, in a clean, white industrial setting. A worker in a blue uniform is operating the machine, which is cutting a long metal beam. The machine has a control panel with a digital display and various buttons. In the foreground, a close-up of the machine's cutting head shows the sharp, multi-toothed blades. The background is a plain white wall.

Superflex 32-40
Cutting equipment

MEP
the history of innovation

www.mepgroup.com

Cutting equipment

Superflex 32-40

RELIABILITY OVER TIME

The **SUPERFLEX** can process and cut stock rebar at **very high level** of productivity and tolerance accuracy. It is based on a **very strong and reliable heavy duty structure** that can be managed by a **single operator**.



SUPER-FLEXIBILITY

The **SUPERFLEX** is a travelling cutting bench that, **aligning in the right position** with the **bundles holding rack**, can be loaded with rebars and can **cut fast and precise**.

The bench delivers as well the material onto intermediate conveyors, collecting racks or bending centers, depending on the production requirement and consequently of the "tailor made" lay-out.

The modularity of a **SUPERFLEX** based plant, and in particular the possibility to expand the lay-out at later stages, makes this unit of the most **flexible solution** in the cut and bend.

The Heart of the system

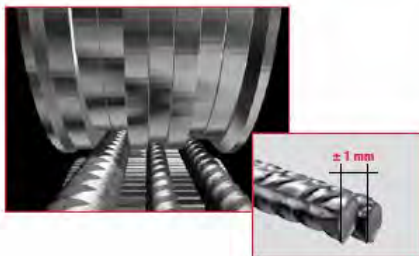
The extraction of the bar from the bundle, its cutting to size and the subsequent delivery is entrusted to a single group.

TRACTION UNDER CONTROL

The extraction and dragging of the rebar is guaranteed by a **rollers system**, able to adapt to the **differences in diameter and profile** of the bars thus **avoiding slippage**.

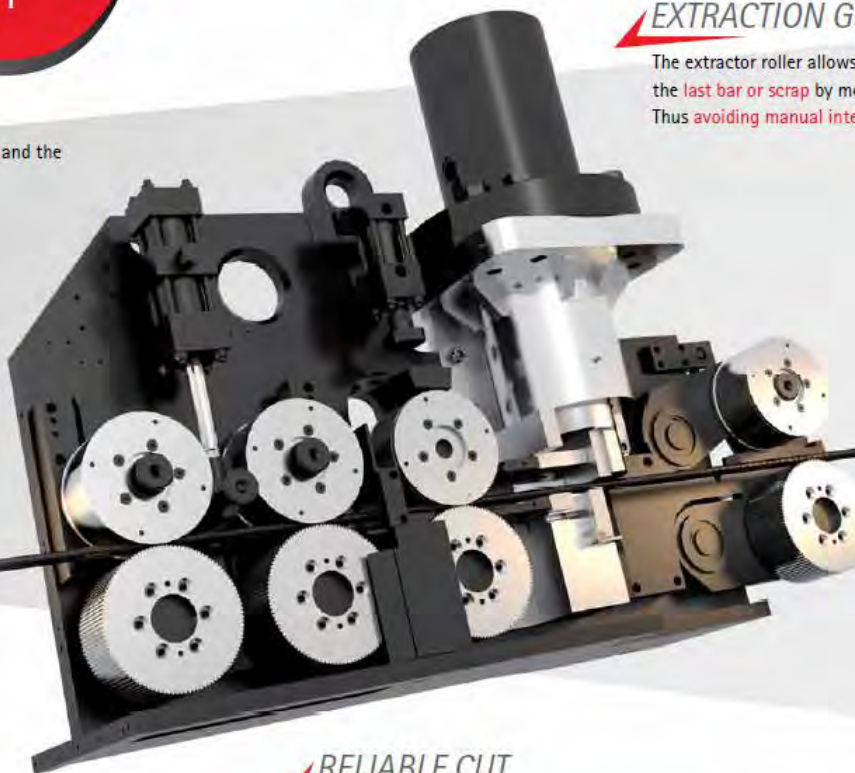
Traction control so obtained, **warrants** compliance with the **lengths tolerances** even in the most critical cases with **bundles of poor quality** or with **simultaneous processing of more bars**.

The feeding rollers are made of special **steel rings** as independent units, ensuring a **limited level of wear**.



EXTRACTION GUARANTEED

The extractor roller allows the delivery of the **last bar or scrap** by measuring its length. Thus **avoiding manual intervention**.



RELIABLE CUT

The **hydraulic cutting** system, normally used in the shake-down shear lines, has been chosen for its **high reliability and cutting ability**.

The shear is positioned between the feeding and delivery rollers, for a better management of the scrap that if it is smaller than 800 mm, is collected automatically in an outer container, if it is longer, delivered on the roller conveyor.

Optimized rebar management

DELIVERY 100%



The **SUPERFLEX** is available in versions with different numbers of distribution conveyors that can be loaded from the evacuation channel in any position along the full length (12, 14,...m). Maximizing the number of available positions for intermediate collection of material before delivering out of the bench, provides an enormous benefit in terms of optimization of cutting list.

HOMOGENEOUS HANDLING

For a proper and consistent handling of the cut bars, we use **roller conveyors** with a width of 400 mm and a maximum capacity of 3000 kg evenly distributed.



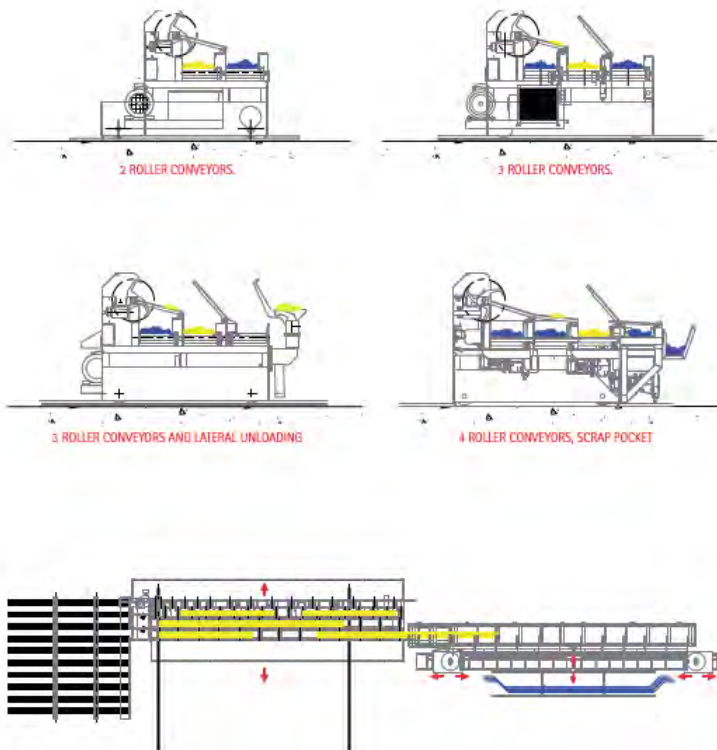
Lift device that facilitates the tying of the tag. (OPTIONAL)



VERSATILITY AT YOUR SERVICE

The system can be provided with a **variable number of roller conveyors** depending on the different production needs.

A version consisting of a last roller conveyor capable to tip aside, is also available.



WORLD SYSTEM Total Control

- **Industrial P.C. control panel** with software organized by windows structure that provides the following functions:
 - Programming the length of the bars to be cut and their quantity depending on the diameter and commercial/stocklength.
 - Programming of a complete cycle of up to 6 different sizes on each bar.
 - Programming the selection of the roller conveyor for the collecting rack.
 - Coding of work cycles to allow the operator to place the tags (tagging).
 - Programming the optional aligning cut of the bars.
 - Automation of multiple stations, automatic tying unit (optional).
 - Displaying the cutting capacity of shear depending on the diameter of the bars to be cut.
 - Displaying the length of remaining scrap.
 - Possibility of optimizing cutting lists by creating automatic work cycles. (optional)
 - Ability to upload up to 100 cycles of work in the required sequence, displaying the weight, length and cut quantity for each position.
 - Storing data of work cycles (positions, diameters, times, weights, etc.).
 - System of "active diagnostics" to check all devices in the machine.
 - Outfitted for downloading data from external computer via RS 232 link. (optional)



UNIVERSAL BLADE



- The shearing unit uses **universal blades** for any diameter. Provided of 4 cutting faces.

HYDRAULIC CLAMPING



- Hydraulic clamping** jaws. Facilitates the binding of bundles of large size and weight, or characterized by a high number of bars. (OPTIONAL)

SCRAP POCKET



- Bars that exceeding 800 mm can be collected in a **special pocket**. (OPTIONAL)

BUNDLES ALIGNMENT HEADING



- Bundles alignment heading** support for positioning and aligning the bars before insertion in the extraction/feeding group. (OPTIONAL)

MOBILE SCRAP BIN



- Mobile scrap bin** mounted on rails to facilitate the removal.

AUTOMATIC LOADING SYSTEM

- The optional **automatic loading system** (patented) selects the diameter of the bars, **aligns** and **loads** one or two bars depending on the programmed list, thus creating a **continuous optimized working cycle**. The device uses a mechanical arm equipped with **magnets** that **lift the bars** from the bundle. The **alignment device** aligns the bars before they are counted and loaded into the machine, **guaranteeing correct measurement tolerances**. A magnet **draws and counts every single bar** with extreme precision, avoiding counting errors (loading one bar instead of two) which would distort the quantities to be produced, as well as compromising the optimization already programmed.



TECHNICAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS

	PROCESSING OF SMOOTH OR REBAR WIRE		 SUPERFLEX 32	 SUPERFLEX 40		
	Number of bars	n. 1 Ø	32 - #10	40 - #11		
		n. 2 Ø	26 - #8	32 - #10		
		n. 3 Ø	20 - #6	25 - #8		
		n. 4 Ø	16 - #5	20 - #6		
		n. 5 Ø	16 - #5	16 - #5		
	fy = 600 N/mm² - ft = 650 N/mm² (other loads upon request)					
	CUTTING CAPACITY					
	Minimum cutting length (other sizes upon request)	800 mm - 31.5"				
	Maximum length (other sizes upon request)	12000 mm - 39-4"				
	Measurement tolerance	±1 mm/m				
	Max. speed positioning	2 m/s - 6.6 fps				
	Measurement rollerway evacuation speed	2.2 m/s - 7.2 fps				
	Rollerway feeding speed	1 m/s - 3.28 fps				
	Bench translation speed	0.25 m/s - 0.82 fps				
	NUMBER OF DEPOSIT ROLLER CONVEYORS		1	2	3	4
	Rollerway width	400 mm - 15.74 inch				
	Deposit capacity per way	3000 kg - 6600 lbs				
		INSTALLED POWER				
		maximum (other sizes upon request)	27.6 Kw - 36.9 hp			
	THE EQUIPMENT DOES NOT REQUIRE COMPRESSED AIR.					
fy: Max. unit yield point - ft: Max. Tensile strength						
Note: #5 = 5/8" ; #6 = 3/4" ; #8 = 1" ; #10 = 1-1/4" ; #11 = 1-3/8"						

B. Centro de doblado SCHNELL ROBOMASTER 45



Schneil

Robomaster

Centri di sagomatura

Shaping centres
Centros de perfilado
Centres de façonnage
Doppelbiegeanlagen

SCHNEILL
BIN - CEVEVI - CESSING & LI MENI



RoboMaster (40)

ciclo di lavoro /
working cycle /
ciclo de trabajo /
cycle de travail /
arbeitszyklus /

I Centri di sagomatura modello "Robomaster" consentono di piegare i tondini in modalità completamente automatica nelle 4 direzioni, di produrre qualsiasi tipo di sagomato, compresi quelli con pieghe positive e negative. Inoltre le pinze di tenuta barre rendono indipendenti le fasi di lavoro delle due unità pieganti garantendo così un'elevata riduzione di tempo per la realizzazione del sagomato.

The Robomaster shaping centres allow fully automatic 4-directions bending and the production of any type of shapes, including those with positive and negative bends. Moreover, the bar holding clamps allow independent operations of the two bending units assuring save of time during the production of shapes.

- Carico automatico delle barre
- Automatic bar loading
- Carga automática de barras
- Chargement automatique des barres
- Automatisches Laden der Stäbe

- Intestatura
- Trimming
- Posicionamiento de las barras hasta alcanzar el tope de referencia
- Aboutement
- Stäbe auf den Nullpunkt bringen

(pagina 8)



Los centros de perfilado modelo "Robomaster" permiten doblar el hierro en el modo completamente automático en las 4 direcciones, realizar cualquier tipo de perfilado, incluyendo aquellos con dobleces positivos y negativos. Además, las pinzas del cierre de barras posibilitan el trabajo independiente de cada una de las unidades de doblado que garantiza una importante reducción de tiempo para la realización del perfilado.

Les Centres de façonnage modèle "Robomaster" permettent de plier les fers entièrement en automatique dans les 4 directions, de produire n'importe quel type de façonne, y compris ceux avec des plis positifs et négatifs. En outre, les pinces de tenue des barres permettent aux phases de travail des deux unités de pliage d'être indépendantes, garantissant ainsi une importante diminution du temps pour la réalisation du façonne.

Die Doppelbiegeanlagen aus der Baureihe "Robomaster" ermöglichen das vollautomatische Biegen Staben auf 2 Ebenen und somit die Herstellung sämtlicher gebogenen Formen, einschließlich der Formen mit positiven und negativen Biegungen. Außerdem ermöglichen die Stab-Haltezangen einen unabhängigen Arbeitsablauf der beiden Biegeeinheiten, wodurch die erforderliche Bearbeitungszeit wesentlich reduziert werden kann.



(60)



>Ciclo di piegatura automatica con pieghe positive e negative da entrambe i lati

>Automatic bending cycle with positive and negative bends on both sides

>Ciclo de doblado automático con dobleces positivos de ambos lados

>Cycle de pliage automatique avec plis positifs et négatifs des deux côtés

>Automatischer Biegezyklus mit Biegungen auf 2 Ebenen an beiden Stabenden

(pagina 9)

RoboMaster 60 Servo

RoboMaster 60 è stato dotato di particolari esclusivi che lo differenziano da tutti gli altri robot di piega.

RoboMaster 60 is equipped with peculiar parts which make it different from all the other bending robots.



Robomaster 60 è azionato tramite servomotori: 2 servomotori per le unità pieganti, più un servomotore per traslazione. Può raggiungere così una velocità di piega di 72°/sec e una velocità di traslazione della macchina mobile di 56 m/min.

Robomaster 60 is driven by servomotors: 2 servomotors for the units de doblado, más un servomotor para su traslación. De esta manera, puede alcanzar una velocidad de doblado de 72°/seg. y una velocidad de traslado de la máquina móvil de 56 mts/min.

Il RoboMaster 60 es accionado por servomotores: 2 servomotores para las unidades de doblado, más un servomotor para su traslación. De esta manera, puede alcanzar una velocidad de doblado de 72°/seg. y una velocidad de traslado de la máquina móvil de 56 mts/min.

RoboMaster 60 est actionné par des servomoteurs: 2 servomoteurs pour les unités de pliage, plus un servomoteur pour la translation. Il peut ainsi atteindre une vitesse de pliage de 72°/sec et une vitesse de translation de la machine mobile de 56 m/min.

Robomaster 60 wird von Servomotoren angetrieben: 2 Servomotoren für die Biegeeinheiten und ein weiterer Servomotor für die Querverföhrung. Dadurch können eine Biegeschwindigkeit von 72°/sek. und eine Fahrgeschwindigkeit der fahrbaren Biegemaschine von 56 m/min. erreicht werden.

Il RoboMaster 60 posse dettagli esclusivi che lo differenziano da tutti gli altri robot di piega.

Le RoboMaster 60 a été équipé de composants exclusifs qui le différencient de tous les autres robots de pliage.



È dotato di un cilindro espulsore che consente di estrarre in modo semplice sagome e mandrini.

It is equipped with an ejector cylinder which allows easy extraction of shapes and mandrels.

Posse un cilindro de expulsión que permite la extracción de las lágrimes y de los mandrils de manera simple.

Il est équipé d'un cylindre éjecteur qui permet d'extraire simplement les façonnés et les mandrins.

Er ist mit einem Auswurfzylinder ausgestattet, der das Herausheben der zentralen Biegeformen bzw. Dorne vereinfacht.

RoboMaster 60 wurde mit exklusiven Eigenschaften ausgestattet, die ihn von allen anderen Doppelbiegeanlagen.

RoboMaster 60 wurde mit exklusiven Eigenschaften ausgestattet, die ihn von allen anderen Doppelbiegeanlagen.



Consente inoltre di lavorare (con mandrini) 1 barra del Ø 50 mm e 3 del Ø 32 mm.

It moreover allows working (with mandrels) 1 bar of 50 mm Ø and 3 bars of 32 mm Ø.

Permite, además, trabajar (con mandrills) 1 barra del Ø 50 mm y 3 del Ø 32 mm.

Il permet également de travailler (avec des mandrins) 1 barre de Ø 50 mm et 3 de Ø 32 mm.

Des Weiteren können (mit Zentraldorne) 1 Stab mit Ø 50 mm und 3 mit Ø 32 mm bearbeitet werden.

(pagina 10)

Controllo

computer / ordenador / ordinateur / steuerung



Tutti i robot di piega Schnell sono dotati di PC Industriale modello "KS 104", dotato di video grafico per la gestione delle molteplici funzioni della macchina, consente

- >>> programmazione tramite tastiera ed immediata visualizzazione in scala;
- >>> impostazione dei Ø dei trondini, dei mandrini e della quantità di pezzi da produrre e prodotti;
- >>> libera memorizzazione fino a 500 differenti forme;
- >>> programmazione di forme speciali - es. truss-bars, sagome in 3D (optional);
- >>> funzionalità "mandrino virtuale" - Brevetto Schnell - (optional);
- >>> correzione degli angoli di piegatura e delle dimensioni del pezzo senza interruzione del ciclo di lavoro;
- >>> possibilità di lavorare con le piegatrici in modo indipendente e manuale;
- >>> tr.2 uscite standard RS 232 / RS 422 per collegamento a lettore di codice a barre o linea seriale da ufficio per il telecaricamento dei dati;
- >>> programma di auto-diagnosi per l'identificazione di eventuali anomalie della macchina.



Tous les robots de pliage Schnell sont équipés du PC Industriel modèle "KS 104", équipé d'un vidéo graphique pour la gestion des multiples fonctions de la machine, qui permet

- >>> la programmation par clavier et affichage immédiat à l'échelle;
- >>> le paramétrage du Ø des fers, des mandrins et de la quantité de pièces à produire et produites;
- >>> la mémorisation jusqu'à 500 formes différentes;
- >>> la programmation de formes spéciales - es. truss-bars, profil en 3D (option);
- >>> la fonction "mandrin virtuel" - Brevet Schnell - (option);
- >>> la correction des angles de pliage et des dimensions de la pièce sans interruption du cycle de travail;
- >>> la possibilité de travailler avec les plieuses de manière indépendante et en manuel;
- >>> deux sorties standard RS 232 / RS 422 pour la connexion au lecteur de code barre ou ligne sérielle du bureau pour le téléchargement de données de la machine;
- >>> le programme d'autodiagnostic automatique pour l'identification d'éventuelles anomalies de la machine.



Alle Schnell bending robots are equipped with an Industrial PC model "KS 104", with graphic display, which manages all the functions performed by the machine including the following:

- >>> Programming via keyboard and immediate display in scale
- >>> Setting the diameters of bars, mandrels and of number of pieces to produce and produced
- >>> Storage of up to 500 different shapes
- >>> Programming special shapes - e.g. truss-bars, 3D shapes (optional)
- >>> "Virtual mandrel" function - Schnell patent - (optional)
- >>> Adjusting the bending angle and piece dimension without interrupting the working cycle
- >>> Possibility of working independently and manually with the bending machines
- >>> Two standard RS 232/RS 422 outputs for connection of a bar code reader or office serial line for remote data downloading
- >>> Auto-diagnostics program for identification of any machine failures



Alle Schnell Doppelbiegeanlagen sind mit Industrie PCs des Modells "KS 104" mit Grafikbildschirm ausgestattet, mit denen die zahlreichen Funktionen der Maschine gesteuert und folgende Vorgänge ausgeführt werden:

- >>> Programmierung mittels Tastatur und sofortige maßstabsgerechte Anzeige;
- >>> Eingabe des Durchmessers von Stab und Zentrador, sowie der Stückzahl der produzierten und der zu produzierenden Teile;
- >>> freie Speicherung von bis zu 500 unterschiedlichen Formen;
- >>> Programmierung von Spezialformen - z.B. Trägerstangen (truss-bars), 3D-Formen (Option);
- >>> Funktion "virtueller Zentrador" - Schnell - Patent - (Option);
- >>> Stufenlose Korrektur Winkel und Schenkel, ohne Unterbrechung des Arbeitszyklus;
- >>> Möglichkeit, unabhängig manuell mit den Biegemaschinen zu arbeiten;
- >>> 2 Standardausgänge RS 232 / RS 422 zum Anschluss eines Strichcodierers oder einer seriellen Schnittstelle zur Datenübertragung aus dem Büro;
- >>> Selbstdiagnose zur Identifizierung eventueller Störungen.



Todos los robots de doblado de Schnell poseen un ordenador industrial modelo "KS 104", con video gráfico para la gestión de múltiples funciones de la máquina, que permite

- >>> la programación mediante el teclado y la inmediata visualización en escala;
- >>> programación de los Ø de los hierros, mandriles y de la cantidad de piezas a producir y productos;
- >>> memorización libre de hasta 500 formas distintas;
- >>> programación de formas especiales - es. truss-bars, lagrimas en 3D (opcional);
- >>> función "mandril virtual" - Patente Schnell - (opcional);
- >>> corrección de los ángulos de doblado y de las dimensiones de la pieza sin interrupciones del ciclo de trabajo;
- >>> posibilidad de trabajar con las dobladoras de manera independiente y manual;
- >>> 2 salidas estándar RS 232 / RS 422 para la conexión al lector de código de barras o línea serial de la oficina para la introducción de datos desde el ordenador;
- >>> programa de auto-diagnóstico para la identificación de eventuales problemas de la máquina.



Accessori

accessori / optional / accesorios / accessoires / zubehör



La funzionalità "Mandrino Virtuale" (Brevetto Schnell) permette di realizzare sagomati con raggi di curvatura molto ampi, evitando la sostituzione di sagome e mandrini.

The "Virtual Mandrel" function (Schnell patent) allows the making of shapes with very wide bending radius so that shapes and mandrels don't have to be substituted.

La función "Mandrill Virtual" (Patente Schnell) permite realizar perfilados con rayos de curva muy amplios, evitando la sustitución de lagrimas y mandriles.

La fonction "mandrin virtuel" (Brevet Schnell) permet de réaliser des façonnées avec des rayons de pliage très grands, en évitant le remplacement des lagrimas et des mandrins.

Der "virtuelle Zentrador" (Schnell - Patent) ermöglicht Biegungen mit sehr weitem Kurvenradius ohne dass zentrale Biegeformen - bzw. Dorne getauscht werden müssen.

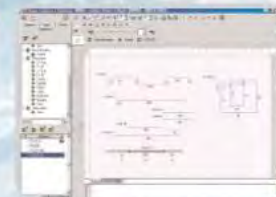
Graphico. Pacchetto software per la gestione di sviluppo disegni, etichette con codice a barre, liste di lavorazione, statistiche e tracciabilità.

Graphico. Software package to manage drawing development, bar code labels, job lists, statistics and traceability.

Graphico. Paquete de software para la gestión del desarrollo de diseños, etiquetas con código a barras, listas de trabajo, estadísticas y trazabilidad.

Graphico. Paquet logiciels pour la gestion du développement de plans, étiquettes avec code barre, listes de travail, statistiques et traçabilité.

Graphico. Softwarepaket zur Verwaltung von Zeichnungsbearbeitung, Etiketten mit Strichcode, Bearbeitungslisten, Statistik und Rückverfolgung.



Attrezzatura per effettuare pieghe grande raggio in automatico (disponibile su Roboclassic e Robomaster).

Equipment to automatically make large-radius bends (available for Roboclassic and Robomaster)

Equipamiento para efectuar dobles de gran rayo en automatico (disponible en Roboclassic y en Robomaster)

Équipement pour effectuer les plis à grand rayon en automatique (disponible sur Roboclassic et Robomaster)

Ausrüstung zur automatischen Durchführung von großen Biegeradien (erhältlich für Roboclassic und Robomaster)



Piani di sollevamento barre - standard su MonoRobot
 Bar lifting platforms - standard su MonoRobot
 Tablados de levantamiento de barras - standard su MonoRobot
 Plateaux de soulèvement des barres - standard su MonoRobot
 Arme zum Anheben der Stäbe - standard su MonoRobot



Kit pieghe bidirezionali per MonoRobot
 Bi-directional bending kit for MonoRobot
 Juego de dobles bidireccionales para MonoRobot
 Kit plis bidirectionnels pour MonoRobot
 Satz für Biegungen auf 2 Ebenen für MonoRobot



Il kit epoxy-coated bars permette di lavorare barre ricoperte di epoxy senza rovinarne la superficie.
 The "epoxy-coated bars kit" allows processing bars covered with epoxy without damaging the surface.
 El juego epoxy-coated bars permite trabajar barras recubiertas de epoxy sin arruinar su superficie.
 Le kit barres "epoxy-coated" permet de travailler les barres recouvertes d'epoxy sans en abimer la surface.
 Der Satz "epoxy-coated bars" ermöglicht das Bearbeiten von mit Epoxydharz beschichteten Stäben, ohne deren Oberfläche zu beschädigen.



Kit galloping truss-bars per la produzione di forme speciali (disponibile su RoboMaster).
 Galloping truss-bars kit to produce special shapes (available for RoboMaster).
 Juego truss-bars galloping para la producción de formas especiales (disponibles en RoboMaster).
 Kit barres "galloping truss-bars" pour la production de formes spéciales (disponible sur RoboMaster).
 Satz "galloping truss-bars" zur Herstellung von speziellen Formen (erhältlich für RoboMaster).

(pagina 13)

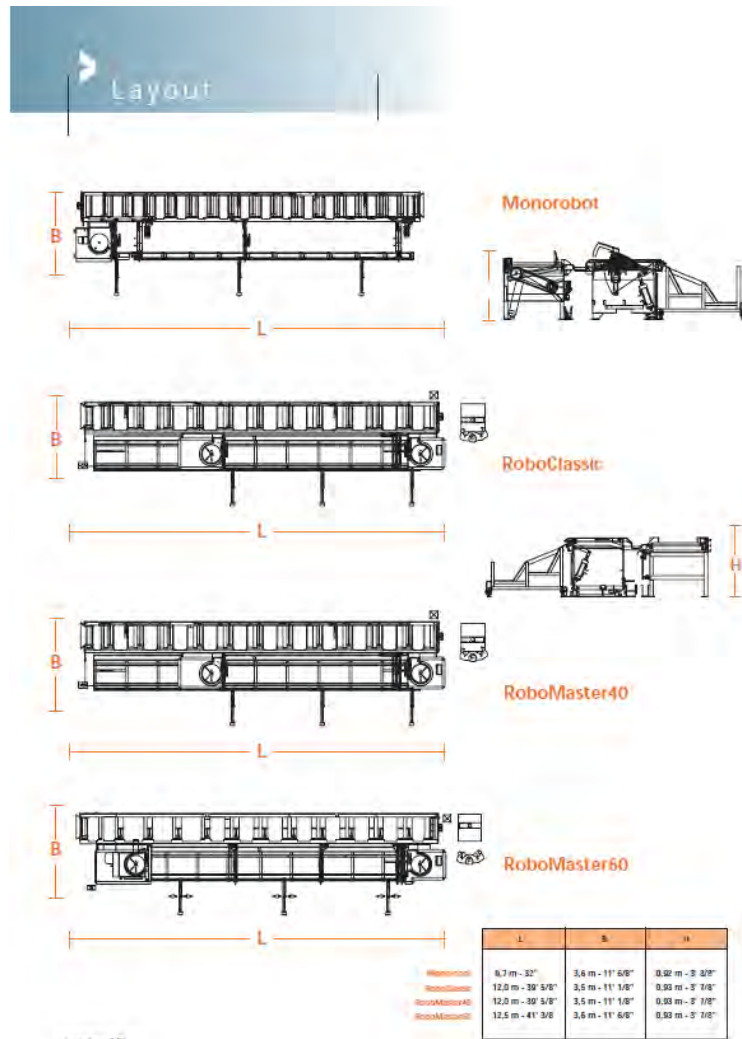
Caratteristiche tecniche

Technical characteristics / Características técnicas / Caracteristiques techniques / Technische Daten

		MonoRobot	RoboClassic	Robomaster 40	Robomaster 60	
	N° of bars for each (R=65 Kg/mm) / (A706)	n° 1 ø	40 mm	/	32 mm	40 mm
		n° 2 ø	32 mm	/	26 mm	32 mm
		n° 3 ø	26 mm	/	22 mm	28 mm
		n° 5 ø	20 mm	/	16 mm	20 mm
	N° of bars for each (R=65 Kg/mm) / (A706)	n° 1 ø	40 mm	38 mm	36 mm	50 mm
		n° 2 ø	38 mm	26 mm	36 mm	36 mm
		n° 3 ø	28 mm	20 mm	22 mm	32 mm
		n° 5 ø	20 mm	16 mm	16 mm	20 mm
	Max bending angle	180°				
	Bending displacement speed	/	45 m/min	45 m/min	58 m/min	
	Bending speed	28-45°/sec	34-50°/sec	35-40°/sec	72°/sec	
	Average electric power consumption	2 kW/h	3 kW/h	3 kW/h	4 kW/h	

		MonoRobot	RoboClassic	Robomaster 40	Robomaster 60	
	N° of bars for each (R=65 Kg/mm) / (A706)	n° 1 ø	#14	/	#10	#14
		n° 2 ø	#10	/	#8	#10
		n° 3 ø	#9	/	#6	#9
		n° 5 ø	#6	/	#5	#6
	N° of bars for each (R=65 Kg/mm) / (A706)	n° 1 ø	#14	#11	#11	#14
		n° 2 ø	#11	#8	#9	#11
		n° 3 ø	#9	#6	#6	#10
		n° 5 ø	#6	#5	#5	#8
	Max bending angle	180°				
	Bending displacement speed	/	140 ft/min	140 ft/min	185 ft/min	
	Bending speed	28-45°/sec	34-50°/sec	35-40°/sec	72°/sec	
	Average electric power consumption	2 kW/h	3 kW/h	3 kW/h	4 kW/h	

(pagina 14)



Essendo i prodotti in continua evoluzione, dati tecnici ed immagini non sono vincolanti.

Due to continuous product development, technical specifications and photos are not binding.

Du fait de l'évolution continue de nos produits, nous ne nous engageons pas sur les photos et spécifications techniques du présent document.

Aufgrund kontinuierlicher Weiterentwicklung der Produkte sind Änderungen technischer Daten und Fotos vorbehalten.

Debido a la continua evolución de los productos, los datos técnicos e imágenes no son vinculantes.

SCHELL

Schnell S.p.A., Via Borghetto, 2 - 61030 Montemaggiore al Metauro (PU)
Tel. +39.0721.8787301 - Fax. +39.0721.8787330
www.schnell.it - e-mail: schnell@schnell.it

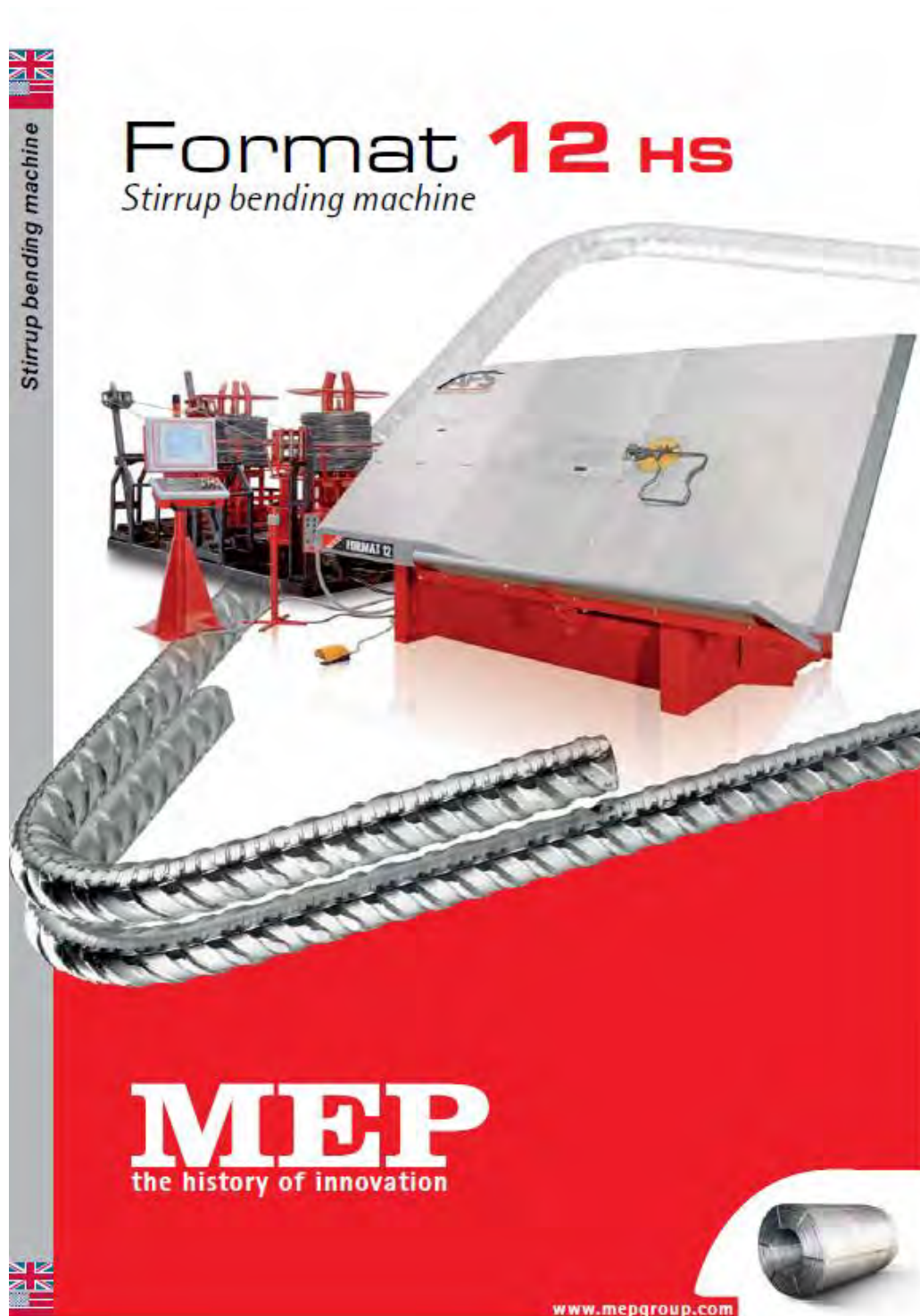
Small vertical text on the right edge: Condotto da Agnelli e Lancia 1998

C. Estribadora MEP FOCUS 12

Stirrup bending machine

Format 12 HS

Stirrup bending machine



MEP
the history of innovation

www.mepgroup.com

Format 12 HS

A NEW GENERATION

The **FORMAT 12 HS** is the ideal solution in the field of automatic coil stirrup benders for its ease of use and high performance.
Flexibility, productivity and product quality are always guaranteed.



FLEXIBILITY

Small or large **stirrups**, straightened or bent **bars**, as well as **circles** and **spirals** are fabricated thanks to a complete array of accessories, able to satisfy the widest range of productive requirements.



Anti-Twist and Straightening System

QUALITY AND PRODUCTIVITY

The **FORMAT 12 HS** is a user friendly automatic stirrup bender that provides **superior quality of finished products**.

The combined action of an exclusive series of **patented devices** minimizes the time for setup adjustments and **reduces drastically the amount of discarded products**.

A drive and control system, based on the latest generation technology, grants to reach **unparalleled levels of productivity** per hour.



The twisting of the wire during the pulling phase creates open stirrups.



CONTROLLED STRAIGHTENING

The combined action between the **AFS** and the **on-screen electronic pointer** provides a real and full automated automatic control of straightening functions.

The **AFS** system guarantees perfect straightening with flat stirrups.



patented

AN INNOVATIVE SOLUTION

The **AFS** is a straightening system that eliminates the effect of the wire rotation on its own axis. Therefore, **closed stirrups and straight bars** can always be produced.

The **independent control** of the traction on two wires, as well as the increased surface of contact with the **large infeed wheel**, eliminates any difference in length between the two wires.

Thanks to this design and to the consequent lower pressure applied on the steel material, the coil ribs are far less deformed by the straightening process.

The lifetime of the **infeed roller** themselves is about **8 times longer** than in case of traditional straightening methods.



± 1 mm



SAFETY AND ERGONOMICS

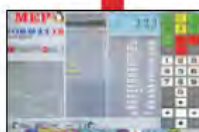


The **AFS** creates stirrups which are always closed, thus eliminating the typical and dangerous manual operation during the bending process by operator. The exclusive tilted work surface provided with a lower swinging device prevents the stirrups from falling on the ground and also allows the production of large-sized stirrups (a distance of 2000 mm between the central bending pin and the floor). These solutions ensure that the operator can work in optimal safety conditions, in an extremely ergonomic environment.

WORLD SYSTEM: TOTAL CONTROL



- MEP Industrial PC "World System" operator control panel is comprised of:
 - LCD Touch Screen for the user friendly graphical visualization of all data.
 - Compact, "embedded" microprocessor with low power consumption and a compact flash disk with no moving parts (diskless).
 - Linux operating system.
 - Automatic backup saving system in case of accidental power interruption for safeguarding files and memory support integrity.
- The custom software developed by MEP allows:
 - Data input with graphic visualization of programmed and pre-memorized shapes with feasibility checks via a "dynamic simulation".
 - The programming allows to store all the speed and compensation parameters based upon the dimensions of the stirrup and the wire diameter.
 - Control of all speed parameters in execution via a potentiometer.
 - Saving and archiving of data relative to work cycles and generation of daily production statistics (positions, diameters, times, weights, etc.).
 - "Active diagnostic" system for a constant efficiency check of all machine devices.
 - Automatic activation of the scheduled maintenance program.
 - Interface compatible with optical bar code reader through RS 232 port.
 - USB connection port.
 - Possible to connect to Company Network through RJ45 Ethernet port (LAN port) or RS 232 port.
 - VPN Connection-ready for remote assistance via Internet (through Company Network).



QUALITY DECOILING



- Decoilers equipped with an automatic braking system monitored by the control panel according to the work cycle.



- Spacer for the use of spooled or rewound coils. (OPTIONAL)

ACCESSORIES



- Multi-wire pre-feeding unit. Fully automatic, 5 positions for the wire changeover managed electronically by the control panel. (OPTIONAL)



- Motorized pre-feeding roller, for the insertion of the wires.



- Winch equipped with clamping device for the wire end to be pulled. (OPTIONAL)



- Supporting and collecting unit for the production of straight bars and bars bent at one end. (OPTIONAL)



- Bender supplied with central bending pins that conform to international standards. Exclusive MEP design, designed to facilitate the overlapping and the guiding of the external wire with respect to the internal one during the bending phase. This means that complex or even very small stirrup can be realized with two wires simultaneously.

TECHNICAL AND PRODUCTION CHARACTERISTICS

		UK	USA
	SINGLE STRAND PROCESSING WIRE DIAMETER		
	cold drawn, hot rolled, smooth or ribbed wire fy = 600 N/mm ² - ft = 700 N/mm ² (other loads upon request)	from Ø 4 to Ø 12 mm	from #2 to #4
	DOUBLE STRAND PROCESSING WIRE DIAMETER		
	cold drawn, hot rolled, smooth or ribbed wire fy = 600 N/mm ² - ft = 700 N/mm ² (other loads upon request)	from Ø 4 to Ø 10 mm	from #2 to #3
	SQUARE STIRRUP DIMENSIONS		
	minimum with Ø 4 mm wire (optional bending pin)	50 mm x 50 mm	2" x 2"
	maximum if clockwise	1500 mm x 1500 mm	4-11" x 4-11"
	LENGTH OF STRAIGHTENED AND CUT-TO-LENGTH BAR		
	minimum	5 mm	3/16"
	CENTRE FORMING TOOLS DIAMETER		
	minimum	12 mm	1/2"
	MAXIMUM DISTANCE BETWEEN CENTRAL BENDING PIN AND THE GROUND		
	standard	2000 mm	6'-7"
	OPERATING TEMPERATURE		
	standard	-5° C / +40° C	23° F / 104° F
	INSTALLED POWER		
	optional upon request	-15° C / +55° C	5° F / 131° F
	THE PLANT DOES NOT REQUIRE COMPRESSED AIR		
	fy: max. unit yield point - ft: max. tensile strength		
	Notes: #2 = 1/4"; #3 = 3/8"; #4 = 1/2"		

D. Puente grúa birriel



CARACTERISTICAS ESPECIALES PARA GRUAS R&M

R&M Materials Handling, Inc. ofrece paquetes modulares completos de puente grúas prediseñadas con polipastos avanzados, como nuestros polipastos de cable Spacemaster® SX y los polipastos de cabrestante o malacate abierto de gran capacidad SXL y PDW. Desarrollamos soluciones personalizadas de alta Ingeniería para su puente grúa seleccionando entre nuestra amplia gama de características especiales para para crear un sistema completo que incluya todas las funciones que necesitas.



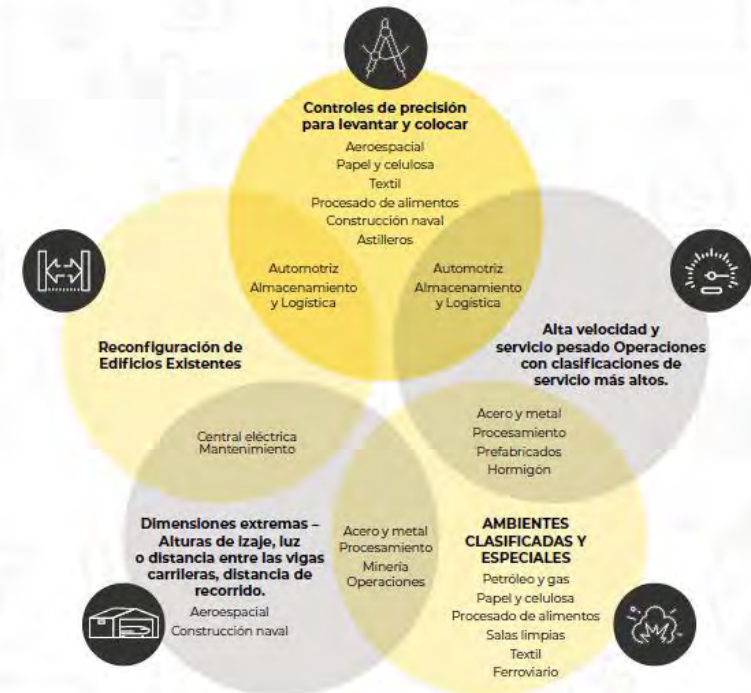
ESTAMOS ORGULLOSOS DE TENER CARACTERÍSTICAS ESTÁNDAR

QUE MUCHAS OTRAS EMPRESAS DE EQUIPOS DE IZAJE CONSIDERAN OPCIONES ADICIONALES.

Sin embargo, cada industria tiene sus propias necesidades, por lo que ofrecemos características especiales que pueden elegir para su aplicación específica. Hemos agrupado nuestros adicionales por aplicación e industria para ayudarle a personalizar su polipasto según sus necesidades.



APLICACIONES E INDUSTRIAS



CONTROLES DE PRECISIÓN PARA LEVANTAR O POSICIONAR



Tecnología anti-penduleo

El sistema ControllMaster® Anti-Sway se puede seleccionar para desplazamiento del puente únicamente, o para el carro y el puente. Puede añadirse a grúas con un polipasto o dos polipastos similares. Un codificador especial en el polipasto envía una señal a la unidad de medición de altura para predecir con precisión y contrarrestar automáticamente el movimiento de péndulo natural de la carga. Esto elimina el error humano y hace que el proceso sea más rápido y seguro para el operador y la carga.

Control de velocidad variable

El control de velocidad infinitamente variable ofrece al usuario la flexibilidad de controlar, acelerar y mantener cualquier velocidad desde la mínima hasta la máxima. El ajuste de parámetros de varios pasos (MS) permite ajustar el inversor a dos velocidades distintas y programables. Con cualquiera de las dos opciones, la rampeo suave de subida y bajada evitan el péndulo de la carga y reducen el desgaste del freno asociado a los controles de contactores.

Características de carga y descarga rápidas

Los mandos de izaje con variador de frecuencia ofrecen una velocidad extendida, lo que permite que el gancho se desplace más rápidamente que la velocidad nominal de izaje sin carga en el gancho. Esto mejora el manejo de carga cuando hay una carga en el gancho, y cuando el gancho está vacío, se puede mover y reajustar rápidamente para la siguiente carga.

Estabilización de carga

Los controles inteligentes de flotación de carga suspenden la carga en una posición de parada durante un tiempo predefinido tras detenerse el movimiento de elevación sin cerrar el freno de elevación. Esto permite que la carga se asiente completamente antes de acción de posicionamiento.

Manipulación cuidadosa del material

Los controles de avance y micro velocidad permiten acercarse al destino de la carga con gran precisión a través de una gama de velocidades lentas. Dependiendo de la selección y configuración, estos movimientos pueden ser controlados por el operador o preestablecidos con automatización.

Integración de automatización

Los controles del inversor de lazo cerrado, junto con las funciones "Smart" permiten la automatización completa de los procesos estándar de levantamiento y posicionamiento para ahorrar tiempo, mejorar la capacidad de producción y mejorar la seguridad del operador. La automatización elimina el error humano de los movimientos repetitivos y precisos.

Dispositivos Bajo Gancho:

Los equipos de R&M pueden integrarse con dispositivos bajo gancho, como imanes, agitadores, bloques giratorios, separadores, y elevadores por vacío.

Volteo de carga

Las funciones de volteo de cargas ayudan a aumentar la velocidad y seguridad durante un proceso de giro de la carga, como el volteo de moldes. Esta función protege el polipasto contra el jalón lateral fuera del rango permitido, mejorando la seguridad del operador y reduciendo el riesgo de daños costosos al equipo y material siendo suspendido.

Sistemas de posicionamiento avanzados

Las funciones inteligentes "Smart" y la automatización proporcionan una forma de acercarse al destino de la carga con mayor precisión y minimizando la interacción del operador. Esto se traduce en mayor seguridad y productividad.

ALTAS VELOCIDADES Y SERVICIO DE OPERACIONES DE CLASE PESADO



Características de carga y descarga rápidas

Control por variador de frecuencia con velocidad extendida mejora la maniobra de la carga. Esto reduce el tiempo de inactividad y aumenta productividad. Menos carga en el gancho, mayor velocidad. Mayor carga en el gancho, menor velocidad.

Construcción robusta

El equipo malacate o carro abierto PDW ofrece un excelente rendimiento en aplicaciones de servicio de proceso D y Clase E. Está disponible para cargas entre 6.300 y 70.000 kg y con una amplia gama de velocidades de elevación.

Protegiendo tu inversión

El aislamiento del motor de clase H mejora la capacidad de calentamiento del motor, el componente más caro y crítico componente de un polipasto o grúa. Los motores con aislamiento clase H se utilizan en aplicaciones especiales, como en ambientes con altas temperaturas o uso intensivo. Mantenerlos aislados en estos entornos es fundamental para su rendimiento.

Monitorización de condiciones

HoistMonitor® Enclave se añade a todos los polipastos de cable R&M para la protección contra sobrecargas, monitorización de la clase de servicio, y alargar la vida útil del polipasto.

Monitorización remota para reducir el tiempo de inactividad

El HoistMonitor Enclave, junto con nuestro módem Gateway, proporciona conexiones inalámbricas para la monitorización remota de parámetros, lo que puede prevenir averías y permitir un mantenimiento predictivo y solución de problemas sin visitas de servicio adicionales.



Los polipastos en un carro con características especiales de seguridad de giro de la carga.

AMBIENTES EXTREMOS Y DE ALTO RIESGO



Izajes y maniobras críticas

Una variedad de controles inteligentes y características de seguridad se agregan a los polipastos y componentes para puentes grúas cuando los operadores deben entrar en contacto con la carga como parte del procedimiento operativo. Dependiendo de la aplicación, estos adicionales pueden incluir izaje perfectamente vertical (TVL o True Vertical Lift), sistema anti-penduleo, micro velocidades, límites y/o frenos redundantes adicionales y más.

Freno redundante

Se puede añadir un segundo freno de elevación a los polipastos SX2, SX3, SX4 o SX5 para mayor seguridad. Ambos frenos se abren simultáneamente, pero el cierre del segundo freno se retrasa momentáneamente, evitando una parada rápida y el desgaste excesivo de los frenos. Con este retraso momentáneo, el segundo freno actúa como un freno de retención que reduce el riesgo de caída de cargas que podrían dañar carga y lesionar a los empleados. Para polipastos más grandes (SX5-7, SXL y PDW), puede añadirse un freno de tambor para mayor seguridad.

Equipos a prueba de explosión y anti-chispa

El polipasto Spacemaster EX de R&M está disponible con Clase I, División 1 o Clase I, División 2 según la norma NEC, y Zona 1 y 2 según la norma ATEX. Las opciones anti chispas incluyen ganchos recubiertos de bronce, ruedas de latón, orejetas de latón en el carro y cable de acero inoxidable. Opciones de control como un sistema radio mando a prueba de explosión mejoran la seguridad y la productividad del operador quien estará operando el equipo a una distancia segura.



Equipo clasificado para ubicaciones peligrosas de Clase I, División 2 en una central eléctrica municipal.



Funciones de seguridad

La función de supervisión de funcionamiento y fallas rastrean cualquier falla activa de las funciones que podrían activarse. Si existe una falla, la elevación, el descenso o ambos (dependiendo de la función con falla) se deshabilitan hasta que se elimina la falla. Si no se detectan fallas, se permitirá la elevación o el descenso. Los dispositivos anticollisión impiden que las grúas de la misma pista se acerquen a gran velocidad.

Resistencia al polvo y la humedad

Los motores y los tableros eléctricos cuentan con protección IP66 para evitar el ingreso de polvo y humedad en los componentes. La cubierta lateral inferior del tambor proporciona protección adicional contra el polvo y la humedad procedentes de la parte inferior del polipasto. Se añaden escobas de riel si el riel de rodadura queda cubierto de polvo o residuos, incluso en interiores, como en una fábrica de papel o de acero.

Resistencia a la intemperie

Las cubiertas o tejadillos protegen el polipasto y la maquinaria de desplazamiento contra lluvia. La protección IP66 incluye motores, frenos y tableros eléctricos especialmente sellados para condiciones de alta humedad o polvorientas. Se añaden escobas a las testeras si el riel de rodadura puede quedar cubierto de nieve, polvo o escombros. Se pueden añadir espesores de pintura especiales para proteger el cuerpo del polipasto de atmósferas corrosivas, como en las aplicaciones marítimas. Se pueden añadir dispositivos antivuelco al carro doble viga y las testeras para evitar que el carro se salga de la viga en caso de vientos fuertes.

Altitudes

Cuando se trabaja a altitudes superiores a 1,000 m.s.n.m. (3,300 pies), la capacidad del polipasto se reduce debido a la falta de oxígeno, por lo que será necesario aumentar el tamaño del motor del polipasto, el carro, y los motores

del puente. La amplia gama de pares de motores y engranajes de R&M puede satisfacer esta necesidad sin tener que aumentar innecesariamente el tamaño de los componentes mecánicos.

Ambientes corrosivos / Galvanizado

Se puede aplicar pintura especial y espesores de pintura especiales para proteger mejor contra los vapores corrosivos como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico o el dióxido de azufre, que salen de las piscinas de preparación. También hay disponibles carcasas de motor de fundición especiales para aplicaciones de galvanizado.

Compatibilidad con salas limpias

Overhead Lifting Information (OLI) le permite ver los datos de HoistMonitor de forma remota a través de una conexión inalámbrica, por lo que no tiene que entrar en la sala limpia para comprobar las estadísticas, como el estado del polipasto y su motor, frenos o contactores. Las funciones inteligentes basadas en el variador ayudan a manipular y posicionar la carga, reduciendo al mínimo las posibilidades de contaminación.

Protección contra temperaturas extremas

La calefacción de reserva para motores de polipastos, puentes y troles evita la formación de condensación en los bobinados del motor durante periodos prolongados de inactividad. También se utilizan tipos especiales de metal para algunos componentes estructurales, la eliminación de piezas de plástico y lubricantes sintéticos en aplicaciones a temperaturas extremadamente bajas (por debajo de -40° F (-40° C)). En climas muy calientes pueden utilizarse tipos de refrigeración por ventilador o aire acondicionado para proteger los componentes electrónicos.

DIMENSIONES EXTREMAS - IZAJE, LUZ Y DISTANCIA DE TRASLACIÓN



Grúas en voladizo o cantiléver

Las vigas puente de una grúa suspendida pueden diseñarse con una viga en voladizo en uno o ambos extremos para ampliar la luz de la aplicación utilizando la estructura de la pista existente.

Alcance ampliado

Algunos polipastos de doble viga y de altura normal disponen de tambores especiales para alcanzar alturas de elevación superiores al estándar. En algunas aplicaciones, una alternativa rentable es aumentar el alcance del polipasto añadiendo cable adicional al tambor y ampliando la altura libre del polipasto.



Polipasto de gran capacidad SXL para la fabricación de metal

pág. 6

R&M Materials Handling, Inc.

Varias vigas de rodadura

Las vigas múltiples de una grúa suspendida permiten conseguir luces abiertas muy largas en aplicaciones de menor capacidad sin necesidad de utilizar vigas cajón grandes y costosas. Si tiene una aplicación con varias vigas, considere la posibilidad de aumentar la velocidad de traslación para cubrir el claro o la carrilera con eficacia y utilice controladores por radio RaCon® para una cobertura óptima del suelo y facilidad de manejo.

Grandes luces

Las testeras bogie se recomiendan en aplicaciones de grandes luces. Debido a que el diseño de cuatro ruedas dispersa las cargas de las ruedas, se pueden utilizar tamaños de riel más pequeños. Además, los carros de extremo de bogie hacen que la instalación sea más rápida y segura en aplicaciones de luces largas. Las vigas cajón son ideales para soportar cargas más pesadas en luces más largas. La herramienta de diseño de R&M especifica una viga cajón de estilo torsional, que optimiza el uso del acero, el tamaño de los carros extremos y la carga en la pista.

Uso Pesado

Se recomienda el uso de cable de alta resistencia "heavy duty" cuando el polipasto se utiliza a una capacidad cercana constante y tiene un ciclo de trabajo elevado. El aislamiento de clase H del motor del trole mejora la capacidad de calentamiento del motor necesario en aplicaciones de servicio pesado. Otra opción es desclasificar un polipasto más grande, reduciendo así el ciclo de trabajo calculado para la aplicación. La elevación controlada por inversor también mejora la vida útil del polipasto al reducir el desgaste del cable y del freno del polipasto, a la misma vez mejorando la seguridad y el rendimiento del operador

Características Especiales

RECONFIGURACIÓN DE LOS ESPACIOS EXISTENTES



Optimización del espacio

El software propietario de R&M utiliza las dimensiones existentes de su edificio para optimizar la altura del gancho y la altura libre de la grúa. El diseño exclusivo del tambor del polipasto Spacemaster SX de altura reducida también ayuda a mejorar la aproximación del extremo del carro. Este enfoque personalizado del diseño de la grúa se traduce en una mejor cobertura y un espacio maximizado dentro del área de operación dentro del edificio.



Grúa construida con patas para utilizar la pista existente y maximizar la altura del gancho y el espacio libre

R&M Materials Handling, Inc.

Configuraciones flexibles de carros

Disponemos de una variedad de diseños especiales como alternativa a nuestras opciones estándar de carros normales y de doble viga. Los carros de altura normal pueden girarse 90 grados o suministrarse como conexión de montaje fija para adaptarse a las necesidades de espacio. Los carros de doble viga también están disponibles conexión alta y baja, con una amplia gama de trochas para adaptarse a la sustitución de polipastos y carros antiguos, que muchas veces eran de mayor tamaño. Nuestro polipasto de trocha flexible permite la entrega rápida de polipastos de doble viga de repuesto con trochas personalizadas a la medida.

Grúas Pórtico

Las grúas de pórtico ofrecen configuraciones flexibles que permiten utilizarlas en varias áreas. Ya sean de dos patas o de una, las grúas pórtico pueden utilizarse para una amplia gama de capacidades y elevaciones. Son ideales para mover cargas pesadas hacia y desde distintas zonas, como de una sala a otra o de interiores a exteriores. En los casos en los que se reutiliza una carrilera existente para una nueva grúa, un diseño aporticado emplea muchos de los mismos principios de diseño que un pórtico, al tiempo que maximiza el espacio libre y las capacidades de elevación en la pista existente.

Características Especiales

pág. 7

Anexo 5: Cotización de precios

- Precio de acero

Cotización

AA510191962-1
10 de febrero del 2025

Cliente: CLIENTE MOSTRADOR

Atención:

Referencia: RIVERA MUÑOZ YELTSIN ALDAIR



**ACEROS
AREQUIPA**

Tipo de cambio: PEN3.718

Estimados Señores:

En atención a su solicitud, les hacemos llegar nuestra propuesta económica:

Nro	Código	Descripción	UND	Cantidad	*Peso KG	Valor Unitario USD	Total USD
1	408893	BACO ASTM A615/A706-G60 6MM X 9M	VAR	51	98.84	2.26	115.45
2	408895	BACO ASTM A615/A706-G60 8MM X 9M	VAR	92	319.42	4.05	372.36
3	408574	BACO ASTM A615/A706-G60 3/8" X 9M	VAR	1075	5,166.8	5.61	6,026.02
4	408579	BACO ASTM A615/A706-G60 1/2" X 9M	VAR	969	8,353.75	10.05	9,743.10
5	408591	BACO ASTM A615/A706-G60 5/8" X 9M	VAR	283	3,773.24	15.55	4,401.39
6	408593	BACO ASTM A615/A706-G60 3/4" X 9M	VAR	239	4,686.07	22.86	5,464.35
7	408594	BACO ASTM A615/A706-G60 1" X 9M	VAR	14	482.76	40.21	562.93

*Peso referencial

Peso Total KG: 22,882.68

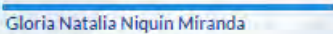
Son: Treinta uno mil cuatrocientos ochenta nueve con 1/100 Dólares americanos

Condiciones Comerciales:

- Tipo de Pago Pago al Contado
- Precios expresados en Dólares Americanos, no incluyen IGV
- Entrega de Certificados de Calidad a solicitud del cliente.
- Entrega sujeta a disponibilidad de stock.
- La validez de la cotización 1 días.
- Tipo de cambio válido solo por el día del abono
- Precios y condiciones sujetos a la confirmación de recepción de la presente cotización.

Sub-Total USD	26,685.60
IGV (18%)	4,803.41
Importe Total USD	31,489.01
Importe Total Soles	117,076.14

Atentamente,



Gloria Natalia Niquin Miranda
Ejecutivo Ventas Mostrador
Corporación Aceros Arequipa S.A
gniquin@acerosarequipa.com
936165492

Lima: Av. Enrique Meiggs 297 Parque Internacional de la Industrial y Comercio - Callao Tel (51 1) 517-1800 Fax Ventas (51 1) 451-3688
Arequipa: Mza. Lote 723 Alto Cural Sec. ELAT. 03 (Altura KM. 5.5 de la variante de Uchumayo) Telf (51 54) 23-2430 Fax (51 54) 21-9796
Pisco: Panamerica Sur Km 240 Tel (51 34) 53-2967 (51 34) 53-2969 Fax (51 34) 53-2971



© 2025 Todos los derechos reservados @Aceros Arequipa

Anexo 6: Lista total de empresas con vigencia en ejecución de obras en la región Cusco

Nº	Nombre de la empresa	RUC	Con vigencia en	Ultimo proyecto	Fecha prevista de fin de contrato	Monto del contrato
1	CONSTRUCTORA SEÑOR DE LUREN E.I.R.L. - COSELUR E.I.R.L.	20489975468	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCORCCA	Septiembre 2024	S/. 6,000,000.00
2	CONSTRUCTORA SEÑOR DE PAMPACUCHO E.I.R.L.	20450721426	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA PROGRAMA DE APOYO A LA FORMACION PROF...	Mayo 2018	S/. 1,117,000.00
3	A X L CORPORATION EMPRESA INDIVIDUAL DE	20490845446	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUAHU...	Marzo 2025	S/. 3,335,097.46
4	GROUP VALLE DE ORO JR S.A.C.	20604643377	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAMAY	Agosto 2020	S/. 2,188,798.15
5	CORPORACION DE PROYECTOS EMPRESARIALES S.A.C.	20610975781	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBAS	Agosto 2026	S/. 3,451,822.32
6	CONSTRUCTORA NODECO E.I.R.L.	20527164207	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTR...	Diciembre 2025	S/. 2,268,401.80
7	GRUPO DGA E.I.R.L.	20603100264	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MACHUPICCHU	Enero 2026	S/. 162,241.55
8	CORPORACION MEGACONS E.I.R.L.	20608170252	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC-CHANKA	Diciembre 2025	S/. 210,699.90
9	INVERSION DE SERVICIOS GENERALES MEDINA E.I.R.L.	20613657216	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PERENE	Abril 2026	S/. 2,173,837.88
10	CONSTRUCTORA MAQUISUR EMPRESA INDIVIDUAL DE REPONSABILIDAD LIMITADA	20605930931	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2025	S/. 338,956.20
11	KELHT CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20612431435	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VELILLE	Mayo 2026	S/. 4,241,436.30
12	SCOBAR CONTRATISTAS E.I.R.L.	20609391724	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO A...	Mayo 2025	S/. 1,168,006.31
13	CORPORACION INKAR E.I.R.L.	20605183728	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARO	Julio 2022	S/. 63,000.00
14	ESCEL S.R.L.-ESCEL S.R.L.	20563967308	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTR...	Febrero 2023	S/. 2,097,636.15
15	PROCASA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20526894651	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLQUEPATA	Abril 2025	S/. 1,255,152.57
16	MAQUINARIAS CHOQUENAIRA E.I.R.L.	20490867334	Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVILCAS - SAN...	Diciembre 2025	S/. 248,000.00
17	GOLDEN TECHNOLOGY CONTRATISTAS S.R.L.	20564182703	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LARES	Diciembre 2026	S/. 16,943,400.58
18	INDUSTRIA PERUANA DE LA CONSTRUCCION S.A.C.	20602266321	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARANURA	Junio 2019	S/. 1,228,045.28
19	CONSTRUCTORA MOLINA SALAS S.R.L.	20490402293	Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Marzo 2026	S/. 1,531,997.52
20	CONSTRUCTORA YANAORCCO E.I.R.L.	20528036164	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA MACHU...	Agosto 2025	S/. 645,195.81
21	INGEVAL CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20564499812	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUPAC AMAR...	Mayo 2022	S/. 2,239,891.05
22	GRUPO INGTEC S.R.L.	20609415054	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Junio 2024	S/. 10,707,735.81
23	INKAS PERU INVERSIONES S.R.L.	20528035788	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2019	S/. 157,176.67
24	KRAD INGENIEROS E.I.R.L. - KRADI E.I.R.L.	20490858181	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBAS	Agosto 2026	S/. 3,451,822.32
25	CORPORACION ALTIPLANICA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20605594329	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VELILLE	Junio 2026	S/. 301,907.10
26	CJBSC CONSULTORES E.I.R.L. - CJBSC E.I.R.L.	20490398326	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Julio 2013	S/. 198,900.00

27	SERTRAQ CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20527535540	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL....	Diciembre 2025	S/. 125,820.00
28	FABRICA DE ESTRUCTURAS METALICAS INDUSTRIALES CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS SRL	20527943150	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Abril 2025	S/. 145,000.00
29	PUMA ASOCIADOS S.R.L. - PUMA ASOCIADOS S.R.L.	20527848246	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA	Septiembre 2026	S/. 9,255,305.03
30	VENTURA M & M INGENIEROS S.R.L.	20605471413	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JERONIMO	Diciembre 2022	S/. 1,530,219.56
31	SNIF PROJECTS S.R.L.	20603953682	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE GRAU - CH...	Mayo 2025	S/. 1,524,349.54
32	R & SOTO CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20448454747	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA LUCIA...	Julio 2027	S/. 19,941,959.07
33	DABAD S.R.L. - DABAD S.R.L.	20600478053	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE PUNO SEDE CENTRAL	Agosto 2025	S/. 1,427,086.80
34	S&P CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20490243128	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Noviembre 2025	S/. 56,190,377.59
35	CORPORACION EDAVADI E.I.R.L.	20607531618	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAPATA	Noviembre 2025	S/. 1,156,886.16
36	FINANCIERA Y CONSTRUCTORA PERU S.R.L.	20527490937	Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ELEC...	Julio 2025	S/. 2,741,282.54
37	EMPRESA DE SERVICIOS Y CONSTRUCCIONES PERU INKA S.R.L.	20490487183	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA DE GENERACION ELECTRICA DEL SUR S.A.	Febrero 2014	S/. 22,850.00
38	CARWIL ALEJANDROS S.R.L. - CARWIL ALEJANDROS S.R.L.	20600733576	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HAQUIRA	Febrero 2026	S/. 2,147,194.19
39	CORPORACION ALYA 42 S.R.L.	20613148605	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLQUEMARC...	Abril 2025	S/. 2,342,859.21
40	GRUPO SORIA E.I.R.L.	20527756392	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO	Marzo 2022	S/. 1,403,173.13

41	GRUPO COVIDESO-CONSULTORES CON VISION INTEGRAL DE DESARROLLO SOSTENIBLE EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPON	20490422219	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Enero 2026	S/. 220,205.70
42	VRASKEM E.I.R.L.-VRASKEM E.I.R.L.	20490752782	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVILCAS - SAN ...	Febrero 2026	S/. 1,217,447.85
43	STRABAG D & E INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20601217644	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORIA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SANDIA	Abril 2025	S/. 138,000.00
44	CONSTRUCTORA INMOBILIARIA CANAS S.R.L. - CONSTRUCTORA INMOBI	20490616331	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCORCCA	Septiembre 2024	S/. 6,000,000.00
45	GRUPO QORI CONSULTORES E.I.R.L.	20607510092	Bienes, Servicios	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC - UNIDAD EJECUTORA ...	Diciembre 2025	S/. 129,520.00
46	LKC INGENIEROS E.I.R.L.-LKC INGENIEROS E.I.R.L.	20564253490	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVEN...	Abril 2018	S/. 12,526,487.70
47	CONSULTOR & EJECUCION DE OBRAS CIVILES E.C.T. E.I.R.L.	20601272335	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAHUAYLILLAS	Diciembre 2025	S/. 209,600.00
48	PRIETO & VALENCIA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. - P & V.C GE	20490284070	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY	Diciembre 2023	S/. 113,400.00
49	SAJI PILARES CONTRATISTAS E.I.R.L.-SP CONTRATISTAS E.I.R.L.	20490767461	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORIA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANGARAR...	Diciembre 2026	S/. 509,006.79
50	MELINSUMOS E.I.R.L. - MELINSUMOS EIRL	20490309242	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Junio 2013	S/. 15,395.00
51	ABC IMPERIO CONSULTORES S.R.L. - ABC IMPERIO CONSULTORES SRL	20490235613	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Agosto 2026	S/. 7,395,111.25
52	CONTRATISTAS Y CONSULTORES H Y B E.I.R.L.	20609618923	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI	Agosto 2026	S/. 4,285,286.65
53	VMT INGENIEROS CONSULTORES Y CONSTRUCTORES E.I.R.L. - VMT ING	20490744500	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LABERINTO	Mayo 2026	S/. 2,665,386.56

54	CONSTRUCTORA CARDENAS & ALANYA E.I.R.L. - CONSTRUCTORA C & AL	20490348906	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Marzo 2026	S/. 3,788,272.81
55	GROSSROAL INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.R.L.	20602832369	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE GRAU	Enero 2026	S/. 266,886.00
56	DIMEL INGENIEROS S.R.L.-"DIMEL INGENIEROS S.R.L."	20490897756	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Agosto 2025	S/. 355,000.00
57	CONSTRU GROUP S.R.L.-CONSTRU GROUP S.R.L.	20563857031	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUPAC AMAR...	Junio 2016	S/. 4,006,239.87
58	INGENIERIA DE LA CONSTRUCCION NILCHRIS PERU S.A.C. - NILCHRIS PERU SAC	20527673934	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO - RED DE SERVICIOS...	Diciembre 2024	S/. 125,000.00
59	TEO CONSULTING E.I.R.L.-"TEO CONSULTING E.I.R.L."	20563942224	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOS	Marzo 2019	S/. 2,217,777.40
60	FORVEC PROJECTS E.I.R.L. - FORVEC E.I.R.L.	20600935845	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - ...	Marzo 2026	S/. 12,763,751.21
61	ROLDAN CONTRATISTAS Y CONSULTORES S.R.L. - ROLDAN CONTRATIST	20491082730	Bienes, Servicios, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO...	Julio 2026	S/. 141,239.89
62	SERVICIOS MULTIPLES COTCAR S.R.L.-COTCAR S.R.L.	20490568345	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA Sede Central	Abril 2025	S/. 199,090.00
63	AVELINO CONSTRUCCIONES E.I.R.L. - AVELINO CONSTRUCCIONES EIRL	20450790151	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL REG...	Diciembre 2018	S/. 54,884.00
64	ALV INGENIEROS CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. - ALV CONTRATIS	20490183630	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE GRAU	Enero 2026	S/. 266,886.00
65	FLOREZ TRANSPORTES Y CONSTRUCCIONES E.I.R.L.	20527546231	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POROY	Octubre 2017	S/. 78,840.00
66	GRUPO INTERNACIONAL DE LA CONSTRUCCION Y OBRAS CIVILES S.A.C.	20609642735	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHINCHERO	Julio 2026	S/. 7,467,154.67
67	NAYANAKA CIUDAD TERRITORIO Y PAISAJE E.I.R.L.	20605154361	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Septiembre 2022	S/. 109,596.00
68	ROMERO'C S.R.L.	20608613626	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUIPOCA	Marzo 2026	S/. 3,769,181.72
69	TECOV INGENIEROS S.R.L. - TECOV INGENIEROS S.R.L.	20490545566	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE MARIA ARG...	Diciembre 2025	S/. 99,000.00
70	VAROS CONSULTORES & CONTRATISTAS S.R.L. - VAROS C&C S.R.L.	20564298833	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Abril 2026	S/. 312,000.00
71	CONSTRUCTORES Y CONSULTORES ENSONS LLANKA'Y E.I.R.L.	20602463827	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARA	Diciembre 2025	S/. 225,000.00
72	EMPRESA CONSTRUCTORA Y CONSULTORA SOCIEDAD DE RESPONSABILIDAD LIMITADA JELM	20278450539	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYA	Noviembre 2025	S/. 309,850.00
73	GRUPO TTITO CONSTRUCTORA & CONSULTORA S.R.L.	20608892240	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA Sede Central	Enero 2026	S/. 256,000.00
74	GRUPO LRZ INGENIEROS E.I.R.L.	20607925012	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE CUSCO	Diciembre 2025	S/. 85,996.12
75	MR EMPRENDIMIENTOS E.I.R.L. - MR EMPRENDIMIENTOS E.I.R.L.	20490267221	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VELILLE	Diciembre 2020	S/. 3,081,589.35
76	E.S. CONSTRUCTORA SANCHEZCONS E.I.R.L.	20603533136	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Octubre 2025	S/. 1,708,443.83
77	CC INGENIERÍA Y DESARROLLO S.R.L.-CCINDE S.R.L.	20564189112	Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTR...	Enero 2014	S/. 148,900.15
78	KS PROYECTOS E INVERSIONES E.I.R.L.-KS PROYECTOS E.I.R.L.	20490536907	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Agosto 2025	S/. 715,650.00
79	C & B INGENIEROS E.I.R.L. - C & B INGENIEROS E.I.R.L.	20490577506	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI	Septiembre 2024	S/. 84,800.00
80	GRUPO INCA GOLD E.I.R.L. - GRUPO INCA GOLD E.I.R.L.	20450665178	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Diciembre 2013	S/. 44,733.00
81	SERVICIOS GENERALES RIMCO PERU E.I.R.L.	20450630978	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL C...	Septiembre 2018	S/. 2,018,980.01

82	H Y S INGENIEROS CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20528076204	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIOS PUBLICO...	Septiembre 2021	S/. 640,280.37
83	ZAPATA INGENIEROS S.R.L.-ZAPATA INGENIEROS S.R.L.	20490528556	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Diciembre 2025	S/. 56,000.00
84	MARIBEL Y MARISA SERVICIOS LOGISTICOS S.R.L. - M Y M SERVICI	20490744097	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Febrero 2026	S/. 75,000.00
85	CONSTRUCTORA ALFA Y SERVICIOS GENERALES S.R.L.	20278054773	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MTC- PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TR...	Agosto 2021	S/. 5,426,748.88
86	GUTIERREZ INGENIEROS S.R.L.	20602533922	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANAS - YANA OCA	Agosto 2025	S/. 75,000.00
87	CORPORACIONES LA SELVA E.I.R.L. - CORPOSEL E.I.R.L.	20450534588	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYLLURQUI	Agosto 2025	S/. 168,264.00
88	CONSTRUCTORA DE OBRAS ELECTRICAS Y CIVILES S.R.L.	20490056794	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PABLO - CANCHIS	Agosto 2025	S/. 56,530.00
89	FERRETERIA Y CONSULTORIA E.I.R.L. FERCONSS E.I.R.L.	20527948381	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Marzo 2019	S/. 866,400.00
90	JVP INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	20608074237	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ANTONIO DE ANTA...	Enero 2025	S/. 54,448.85
91	CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SOL & JVP E.I.R.L.	20607152188	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE QUISPICANCHIS - UR...	Febrero 2026	S/. 127,104.00
92	JL IMPORT SAN PEDRO SAN PABLO S.R.L.	20448696911	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUÑO A	Agosto 2021	S/. 6,496,297.38
93	ARUAL INGENIEROS E.I.R.L.- ARUAL INGENIEROS E.I.R.L.	20490907140	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - UNIDAD EJECUTORA ...	Diciembre 2025	S/. 178,412.16
94	INVERSIONES N & R E.I.R.L.-INVERSIONES N & R E.I.R.L.	20490717529	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAUCARTAMBO	Diciembre 2021	S/. 1,227,427.20
95	EMPRESA DE LA TECNOLOGIA ENERGIA Y CONSTRUCCION S.A.C.-EDELTEC S.A.C.	20490969765	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA	Noviembre 2022	S/. 270,000.00
96	OBRAS CEINC E.I.R.L. - OBRAS CEINC E.I.R.L.	20563992086	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORIA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE RANRACAN...	Marzo 2026	S/. 302,270.26
97	TAWA DESIGN ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION S.R.L.-TAWA DESIGN S	20606301805	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE QUISPICANCHIS - UR...	Marzo 2026	S/. 64,179.20
98	CONTRATISTAS, CONSULTORES Y MULTISERVICIOS E.I.R.L.	20491121905	Bienes, Servicios, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Septiembre 2015	S/. 38,340.00
99	CORPORACION J.J.A E.I.R.L.	20600164733	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Octubre 2016	S/. 95,900.00
100	CONSTRUCTORA ABUHADBA S.R.L.	20527160716	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA SOCIEDAD ELECTRICA DEL SUR OESTE S.A.	Noviembre 2026	S/. 2,998,804.00
101	"ESTACIÓN DE SERVICIOS CASAVERDE - GRUPO CR" E.I.R.L.	20608420801	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 64,980.00
102	LJE INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20601442664	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Abril 2025	S/. 898,627.50
103	CONSULTORA Y CONSTRUCTORA C&Z CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20564034691	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC- AGRICULTURA APUR...	Diciembre 2022	S/. 210,000.00
104	CRUZ HUAMAN JOSE ANTONIO	10239310856	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - HOSPITAL REGIONAL...	Marzo 2025	S/. 350,000.00
105	P Y G PROYECTOS Y CONTRATOS S.R.L. - P Y G PROYECTOS SRL.	20490199048	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Julio 2024	S/. 4,776,944.42
106	H Y J CONTRATISTAS CONSULTORES S.R.L. - H Y J CC S.R.L.	20600303601	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIO...	Agosto 2018	S/. 127,522.54
107	INGENIUS CONSTRUCCIONES S.R.L.-	20490346288	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA JEFATURA DE LA X DIRECCION TERRITORIAL POLICIA...	Diciembre 2018	S/. 69,591.67
108	KINOS S.R.L.-KINOS S.R.L.	20491076845	Bienes, Servicios	BIEN PARA UNIDAD EJECUTORA MC-CUSCO	Septiembre 2025	S/. 79,800.00

109	CONSTRUCCION E INDUSTRIA E.I.R.L.	20450755673	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA JEFATURA DE LA X DIRECCION TERRITORIAL POLICIA...	Octubre 2015	S/. 74,500.00
110	PROVECO V & H E.I.R.L.	20611471875	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUINOTA	Septiembre 2025	S/. 193,800.00
111	INNOVA OBRAS PERU E.I.R.L.	20613361473	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUINOTA	Junio 2025	S/. 225,000.00
112	EAC INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	20600370805	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE CUSCO	Febrero 2026	S/. 144,913.38
113	CRELOZ INGENIEROS S.R.L.TDA	20357930201	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Febrero 2026	S/. 1,365,038.86
114	ERCUS S.R.L. - ERCUS S.R.L.	20601480949	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LABERINTO	Junio 2018	S/. 9,971,311.79
115	BELTOSA E.I.R.L. - BELTOSA E.I.R.L.	20491008769	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Noviembre 2025	S/. 135,000.00
116	LEAN BUSINESS SERVICES CONSULTING E.I.R.L.-L B S CONSULTING E.	20564454126	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBAS - TAMBO...	Enero 2026	S/. 1,880,586.00
117	A.C.H.L.CONTRATISTAS GENERALES S.R.L. - A.C.H.L. S.R.L.	20450748383	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OMACHA	Julio 2016	S/. 42,000.00
118	CORPORACION DAFER S.R.L. - CODAFER S.R.L.	20490272900	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA ZONA REGISTRAL N° X SEDE CUSCO	Septiembre 2014	S/. 106,955.10
119	CONSTRUCTORA MANARO S.R.L. - MANARO S.R.L.	20490704117	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PABLO - CANCHIS	Agosto 2016	S/. 39,400.00
120	CONSTRUCCIONES E INVERSIONES MATVEN E.I.R.L.	20604970947	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANCAHUASI	Diciembre 2020	S/. 88,830.00
121	COMETAL A & J EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMATADA - COMETAL A & J E.I.R.L.	20601446015	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA TERESA	Diciembre 2025	S/. 475,000.00
122	F CONSTRUCTORA FABIO'S E.I.R.L. - CONSTRUC FABIO'S E.I.R.L.	20564077152	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO...	Febrero 2026	S/. 1,965,000.00
123	SERVICIOS Y MATERIALES ELECTRICOS E.I.R.L.	20600384849	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Diciembre 2025	S/. 71,000.00
124	COVERSA CONTRATISTAS Y CONSTRUCTORES E.I.R.L.	20527870331	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCHAQ	Diciembre 2020	S/. 64,050.00
125	HOLGADO SEQUEIROS CONSTRUCCIONES CONTRATISTAS GENERALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITA	20564242293	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN	Marzo 2022	S/. 2,611,229.37
126	VALLE CONTRATISTAS Y CONSULTORES ASOCIADOS S.R.L.	20527912785	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE INCHUPALLA	Diciembre 2015	S/. 20,000.00
127	NYGA INGENIEROS E.I.R.L. - NYGA INGENIEROS E.I.R.L.	20601410959	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVILCAS - SAN...	Febrero 2026	S/. 1,490,512.95
128	FIGUEROA INGENIEROS E.I.R.L. - FIGUEROA INGENIEROS E.I.R.L.	20490680188	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD DE...	Marzo 2025	S/. 33,141,880.90
129	JAMPRIVAL INVERSIONES S.R.L. - JAMPRIVAL INVERSIONES S.R.L.	20490585941	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACCHA	Diciembre 2014	S/. 78,000.00
130	SUR ORIENTE OBRAS CUSCO E.I.R.L.-SURBRAC E.I.R.L.	20564186288	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBAS - TAMBO...	Diciembre 2014	S/. 156,756.95
131	EDEGSA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.-EDEGSA S.R.L.	20602199615	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CURAHUASI	Diciembre 2024	S/. 187,000.00
132	INVERSIONES Y SERVICIOS MONZON S.R.L. INVYSER MONZON SRL	20600441621	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO...	Noviembre 2025	S/. 270,000.00
133	AYNI ELSA PROJECT E.I.R.L. - A & E PROJECT E.I.R.L.	20528004556	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Agosto 2024	S/. 450,000.00
134	CONSTRUCTORA Y CONSULTORES ISBE E.I.R.L. COCISBE E.I.R.	20600040317	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HUANTA	Agosto 2025	S/. 99,750.00
135	CENTENO Y ZAMBRANO S.R.L. - CE Y ZA S.R.L.	20450799298	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE ELEC...	Septiembre 2013	S/. 7,266,516.25

136	VIRGEN PURIFICADA CONTRATISTAS S.R.L.-"VIRGEN PURIFICADA CON	20490451235	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PARURO	Febrero 2026	S/. 67,052.80
137	ARQUITECTOS Y INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD	20490549391	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL C...	Febrero 2024	S/. 175,000.00
138	VELSAN CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L.-VELSAN CONSULTOR	20563869713	Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCONGATE	Diciembre 2016	S/. 150,000.00
139	DJL GLOBAL CONSTRUCTORES S.A.C. - DJL CONSTRUCTORES S.A.C.	20490197771	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Marzo 2026	S/. 855,919.02
140	C Y G CONSTRUCCIONES S.R.L. / CY G CONSTRUCCIONES S.R.L.	20489995736	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MINISTERIO PUBLICO	Agosto 2011	S/. 2,900,514.33
141	LICUONA MEDINA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA S.R.L. - L & M INTEC	20490681745	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DEL CUSCO UNIDAD EJECUTORA 4...	Diciembre 2024	S/. 224,000.00
142	ORION MAQUINARIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20564493539	Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA FUERZA AEREA DEL PERU	Octubre 2025	S/. 2,061,549.09
143	ALLENDE,INGS CONT.Y CONSULT.GNRLS EIRL	20443008269	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTA	Mayo 2019	S/. 2,825,950.73
144	ROMAINVILLE YTURRIAGA HILMERD ROBERTO	10238566288	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARA	Mayo 2028	S/. 2,318,718.44
145	CONSTRUCTORA WIRSON S.A.C.- CONSTRUCTORA WIRSON S.A.C	20490931521	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCARA...	Agosto 2026	S/. 441,000.00
146	CORPORACION PANKARATA S.A.C. - CORPPANKA S.A.C.	20610083898	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLQUEMARC...	Diciembre 2025	S/. 1,048,438.66
147	CORPORACION LUOSEM CONSULTORES Y EJECUTORES S.R.L	20450604381	Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBAST...	Noviembre 2024	S/. 2,246,793.60
148	CONSTRUCTORA MECH SRL.	20277722187	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA CONTRALORÍA GENERAL - GESTIÓN DE PROY...	Octubre 2024	S/. 11,350,288.77
149	ANLI - CONSTRUCCIONES Y NEGOCIOS EIRL	20526946473	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIOS PUBLICO...	Diciembre 2016	S/. 295,560.87
150	CORPORACION SAYWITE S.A.C. - COSAY S.A.C.	20490531344	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OROPESA - ...	Enero 2023	S/. 3,289,950.00
151	INGENIERIA DEL CONCRETO PACIFICO EIRL.	20399678553	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MTC-PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCT...	Diciembre 2019	S/. 3,504,682.71
152	CONGELEW S.R.L.	20564200965	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Mayo 2024	S/. 49,999.90
153	GRUPO CONSTRUCTOR MICAELA - GCM S.A.C.	20609138557	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCARANI	Diciembre 2025	S/. 75,000.00
154	CRALEH INGENIEROS Y CONTADORES S.A.C.	20602814271	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANGARARA	Septiembre 2026	S/. 9,604,496.03
155	CRIMA INGENIEROS CONTRATISTAS Y CONSULTORES S.A.C.- CRIMA INGENIEROS C&C S.A.C	20490771060	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUMPIRUSH...	Septiembre 2025	S/. 1,611,789.66
156	ÑAHUE CHOQUE WILLIAM JORGE	10417464510	Bienes, Servicios, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VELILLE	Enero 2025	S/. 630,000.00
157	CONTRATISTAS GENERALES LIPAL S.A.C.	20534755318	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Diciembre 2025	S/. 888,204.38
158	CALLALLI CAITUIRO IRMA VIOLETA	10238833561	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Diciembre 2025	S/. 1,822,993.87
159	INGEMERSON E.I.R.L.	20601954959	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCARANI	Agosto 2026	S/. 9,124,778.65
160	HERREIVA S. R.LTDA.	20526887442	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYLLURQUI	Febrero 2026	S/. 1,227,643.66
161	ARGOS ASOCIADOS S.A	20344483702	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ANTON...	Abril 2026	S/. 749,638.94
162	GRUPO CORPORATIVO BAMPRIE E.I.R.L. - GRUPO BAMPRIE E.I.R.L.	20601188679	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUQUISQUE	Marzo 2026	S/. 13,964,204.36
163	EMPRESA LADRI SUR CONSTRUCTORES ASESORES E.I.R.L.	20600197623	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA - AGRIC...	Marzo 2021	S/. 5,495,161.59

164	M & F MINKA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20564516415	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAYO	Junio 2026	S/. 395,595.83
165	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA B & A S.A.C. - CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA B & A S.A.C	20490408739	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KCOSÑIPATA	Febrero 2024	S/. 1,353,884.12
166	INVERSIONES TUNUPA S.A.C. - INVERSIONES TUNUPA S.A.C.	20600232828	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PEDRO ...	Octubre 2018	S/. 1,640,349.90
167	CESAR RUSSEL CONTRATISTAS S.A.C.	20527384584	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Febrero 2016	S/. 1,714,366.79
168	CESGO CONSULTORIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20602694845	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUAHU...	Junio 2025	S/. 3,791,786.13
169	JOHAN CONSTRUCTORA Y CONTRATISTAS S.A.C.	20604863806	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 2,134,241.95
170	RURACHKANI PERU CONTRATISTAS & CONSULTORES S.A.C. - RUPECO S.A.C.	20601540763	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Agosto 2026	S/. 7,366,939.13
171	F.E.M. CONSULTORIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20600297539	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO A...	Diciembre 2025	S/. 2,199,677.34
172	CONSTRUCTORA OVALLE Y ASOCIADOS S.A.C. - CONSTRUCTORA OVALLE Y ASOCIADOS S.A.C.	20490572539	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBA...	Octubre 2025	S/. 9,900,000.00
173	C & G INGENIEROS S.R.L.	20450513408	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LARES	Febrero 2026	S/. 897,958.49
174	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA OMP S.R.L.	20564171761	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA Sede Ce...	Abril 2025	S/. 1,862,839.76
175	INVERSIONES EN CONSTRUCCION Y MAQUINARIA S.A.C. INCOMAQ SAC.	20490193350	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC - UNIDA...	Julio 2019	S/. 8,343,545.25
176	K.I.A. INGENIEROS S.R.L.	20486553198	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES - PSI	Agosto 2025	S/. 522,536.50
177	CONSTRUCCIONES & CONSULTORIA LUGANO S.R.L.	20605346775	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCAPI	Agosto 2025	S/. 4,400,884.17
178	PROCONSIN FLOREZ S.R.L.	20527470821	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PADRE MARQ...	Julio 2018	S/. 1,704,713.90
179	CONSULTORES CONSTRUCTORA CUSCO S.A.C. - TERMICONS S.A.C.	20563818647	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YARABAMBA	Febrero 2015	S/. 86,706.41
180	CONSORCIO PIRKA S.A.C.	20317494336	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA INVERSION PUBLICA SUNAT	Diciembre 2016	S/. 7,978,757.74
181	LA MARTINA CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20609469928	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SANDIA	Febrero 2026	S/. 249,000.00
182	JANDAL CONTRATISTAS Y SERVICIOS GENERALES S.A.C. - JANDAL S.A.C	20490282379	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUIQUJANA	Agosto 2024	S/. 47,940.00
183	CORPORACION B & M INGENIEROS S.R.L.	20601504945	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACOS	Mayo 2026	S/. 7,505,390.33
184	ESQUIVEL CABALLERO WENDEL	10247139945	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Julio 2025	S/. 3,911,419.12
185	SUCÑIER INGENIEROS S.A.C. - SUCÑIER INGENIEROS S.A.C.	20489980542	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Diciembre 2024	S/. 336,326.04
186	GRUPO GSC CONSTRUCTORA E.I.R.L.	20609456885	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN ...	Diciembre 2025	S/. 161,806.66
187	CONSULTORES INVERSIONES PERU S.A.C. - CONSULTORES INVERSIONES PERU S.A.C.	20490003917	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Agosto 2025	S/. 6,210,000.00
188	P Y G INGENIEROS S.A.C. - P Y G INGENIEROS S.A.C.	20490421832	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE ELEC...	Junio 2018	S/. 179,250.00
189	YAJEMERL E.I.R.L.	20605464701	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KCOSÑIPATA	Octubre 2024	S/. 163,348.00
190	GUERREIROS CONSTRUCTORES E.I.R.L.	20601209846	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CURAHUASI	Octubre 2026	S/. 5,783,957.75
191	GOMEZ PALOMINO ROLANDO	10282751921	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Mayo 2026	S/. 216,000.00
192	COCO INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20447932882	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Julio 2026	S/. 5,160,061.73

193	ICOMET CONTRATISTAS E.I.R.L.	20611159201	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANDAHUAYL...	Febrero 2026	S/. 3,090,027.20
194	QUIROGA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20317572744	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCONGATE	Agosto 2012	S/. 19,685.00
195	GEYOSI INGENIEROS S.A.C.	20487619508	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS SEDE ...	Junio 2025	S/. 168,525.77
196	BOSH Y CIA S.A.C.	20527657220	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE AYMARAE...	Julio 2015	S/. 9,077,119.35
197	CONSULTORES Y CONTRATISTAS ABARCA INGENIEROS S.A.C.	20608627961	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MANU	Marzo 2026	S/. 80,400.00
198	GROBER CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20574782172	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUINUA	Febrero 2026	S/. 351,334.86
199	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA ARCON PERU S.A.C.	20563943620	Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAVIN D...	Agosto 2026	S/. 648,360.00
200	MARVISA INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES S.A.C.	20534445637	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHACA	Mayo 2025	S/. 7,120,172.39
201	PROJECT INKA CONSULT SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	20609500060	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TISCO	Marzo 2026	S/. 279,411.54
202	GROUP DYNAMICS & INGENIEROS S.A.C.	20534793911	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Noviembre 2025	S/. 73,500.00
203	LLANKARQ S.A.C.	20491149583	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA BANCO DE LA NACION	Septiembre 2024	S/. 140,024.70
204	FES PAITITI S.R.L.	20601122970	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAUCARTAM...	Abril 2026	S/. 3,281,672.98
205	FATSUR E.I.R.L.	20450583953	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Abril 2021	S/. 108,000.00
206	HEH INVERSIONES E.I.R.L.	20534796341	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA INSTITUTO DE VIALIDAD MUNICIPAL DE LA PROVINCI...	Diciembre 2025	S/. 605,250.00
207	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA TRISERVA S.A.C. - CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA TRISERVA	20490409034	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Febrero 2026	S/. 188,913.20
208	MUNAY & FAM S.A.C.	20613040146	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TUPAC AMAR...	Noviembre 2025	S/. 1,650,815.91
209	INGENIEROS SUR ANDINO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	20605378685	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Mayo 2021	S/. 55,600.00
210	AYALA INGENIEROS INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.	20550366241	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUA...	Julio 2026	S/. 861,563.35
211	CORPORACION INGENIERIA MINERA SOCIEDAD ANONIMA - COINMISA	20515020277	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTIN...	Diciembre 2025	S/. 865,150.38
212	CONSULTORA Y CONSTRUCTORA ELBY S.A.C.	20610007776	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBA	Junio 2023	S/. 1,056,179.80
213	CONSTRUCTORA LOAXE S.A.C.	20604684979	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JUAN ESPIN...	Octubre 2022	S/. 1,075,135.94
214	CORPORACION & INVERSIONES NIVAGER S.A.C.	20608377400	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA KINT...	Junio 2023	S/. 837,051.71
215	CONSTRUCTORA CHEARAJE S.A.C. - CONSTRUCTORA CHEARAJE S.A.C.	20490957082	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBA...	Octubre 2025	S/. 9,900,000.00
216	CHALCO ASOCIADOS S.A.C.	20527701903	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Agosto 2025	S/. 99,000.00
217	CORPORATION GROUP CONSULTING ARCO SUR E.I.R.L.	20612852953	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN DE JARPA	Septiembre 2025	S/. 48,182.00
218	OLUBET E.I.R.L.	20574766134	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SANDIA	Diciembre 2025	S/. 250,000.00
219	INGEVRAEM S.A.C	20613077511	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBA	Julio 2026	S/. 7,389,069.88

220	CARIZE CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.LTDA.	20278002463	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBASTIAN	Septiembre 2023	S/. 270,400.00
221	CONTRATISTAS Y CONSULTORES FP S.A.C. - CYC FP S.A.C.	20601883024	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Enero 2027	S/. 1,300,000.00
222	INVERSIONES GENERALES LUATAIZ S.A.C.	20614341701	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UNIÓN ASHA...	Febrero 2026	S/. 1,529,826.58
223	MEGACONSTRUCTORA FLOREZ Y LOPE S.A.C.-MEGACONSTRUCTORA F&L S.A.C.	20600125924	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARANGANI	Agosto 2025	S/. 53,380.00
224	ALARCON GARATE NOEMI	10238858955	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Abril 2026	S/. 10,785,649.30
225	INKA CAPITAL INVESTMENTS S.A.C.	20613508903	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAYARANI	Diciembre 2025	S/. 155,000.00
226	MOIRROD CONSTRUC S.A.C. - MOIRROD CONSTRUC S.A.C.	20490546023	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PABL...	Diciembre 2015	S/. 79,700.00
227	GRUPO CORPORACION V&MV S.A.C.	20564496040	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Julio 2018	S/. 87,412.50
228	CORPORACION INGENIEROS CHILLI S.A.C. - CHILLI S.A.C.	20606596058	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAICAY	Octubre 2025	S/. 804,396.24
229	DYVICE E.I.R.L.	20607096512	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO - CUSCO	Junio 2025	S/. 128,997.60
230	CONSTRUCTORA MEDINA S.R.LTDA.	20400344800	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA - GERENCIA REGIO...	Diciembre 2022	S/. 4,800,000.00
231	CONSTRUCTORA ALAM S.A.C. - CONSTRUCTORA ALAM S.A.C	20564450724	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2025	S/. 1,865,482.40
232	CJMC INGENIERIA CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20601934133	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCATCCA	Diciembre 2025	S/. 152,757.55
233	SANTA BEATRIZ DEL SUR E.I.R.L.	20602058281	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MACHUPICCHU	Febrero 2021	S/. 45,552.00

234	GRUPO GAZPYTERNOC S.A.C.	20611929570	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANGARAR...	Diciembre 2026	S/. 509,006.79
235	E & F INGENIEROS-CONSULTORIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20605394991	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ICHUÑA	Noviembre 2025	S/. 59,995.00
236	ALKAR CONTRATISTAS E.I.R.L.	20602205275	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GAMARRA	Enero 2019	S/. 25,317,242.02
237	A Y S CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20600880579	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCCOBAMBA ...	Diciembre 2016	S/. 381,916.17
238	CORPORACION ALSA S.A.C.-	20490545728	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBAST...	Noviembre 2018	S/. 2,288,792.98
239	CUSCOBRAS E.I.R.L.	20601976782	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHINCHAYPUCYO	Febrero 2025	S/. 179,990.00
240	MANSILLA VALENCIA JUAN ALBERTO	10239970163	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Marzo 2026	S/. 5,805,619.94
241	CORPORACION RHYAF S.A.C.	20610139923	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCIO...	Mayo 2026	S/. 13,129,553.78
242	ESFINS GROUP E.I.R.L.	20610996044	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE GRAU - CH...	Mayo 2025	S/. 1,524,349.54
243	LARICO POMA MIDUAR	10411550996	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ELEC...	Agosto 2025	S/. 2,619,650.22
244	CONSTRUCTORA PODER INKA INGENIEROS ASOCIADOS S.A.C.	20527820406	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL PLA...	Octubre 2010	S/. 99,141.00
245	LA CASONA INMOBILIARIA & CONSTRUCTORA S.A.C.	20612140538	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYLLABAM...	Agosto 2025	S/. 6,364,846.75
246	CONSULTORA EJECUTORA NELSON E.I.R.L.	20611101547	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO - PROGRAMA REGIONAL ...	Agosto 2025	S/. 64,990.00
247	MACUZA INGENIEROS CONSULTORES CONTRATISTAS S.A.C. MACUZA INGENIEROS S.A.C	20490523597	Bienes, Servicios, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SUCUANI	Febrero 2017	S/. 80,000.00

248	CONSTRUCTORA MAQPROIQ E.I.R.L.	20564113302	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANCAHUASI	Febrero 2026	S/. 1,483,446.61
249	CONSTRUCTORA SM S.A.C	20494872669	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ECHARATI	Septiembre 2014	S/. 6,490,007.80
250	SERCOMB SRL	20450689433	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAM...	Septiembre 2025	S/. 83,000.00
251	CORPORACION MALDONADO INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	20611274409	Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARANGANI	Septiembre 2024	S/. 6,932,143.73
252	SEQUEIROS Y GAMARRA S.A.C - SEYGA S.A.C.	20490190415	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA...	Febrero 2026	S/. 1,132,799.00
253	EDECSUR S R L	20228948978	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA	Agosto 2012	S/. 64,050.00
254	JL CONSTRUCTORA CONSULTORA ISG S.A.C.	20602077439	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBAST...	Octubre 2018	S/. 502,046.60
255	KORPORACION JJP INGENIERIA Y TECNOLOGIA S.A.C.	20608409395	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Enero 2026	S/. 1,012,642.06
256	CORPORACION MULTISERVICIOS HATUN QOSQO S.A.C. - HATUN QOSQO S.A.C.	20450549186	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PARURO	Noviembre 2025	S/. 115,000.00
257	ESAM GRUPO EMPRESARIAL E.I.R.L.	20605542396	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COLQUEMARC...	Agosto 2022	S/. 406,296.56
258	CONSTRUCTORA MAPECO S.A.C.	20610513213	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Abril 2026	S/. 2,189,562.28
259	CONSULTORIA PROYECTOS Y SERVICIOS MISAQUI S.A.C.	20495171575	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CANAYRE	Abril 2026	S/. 766,606.34
260	GIBAJA CONSULTORES E.I.R.L.	20610695915	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MOHO	Febrero 2026	S/. 692,120.61
261	CONSTRUCTORA COLLINS S.A.C.S.	20610323112	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUAMANGA	Agosto 2024	S/. 342,906.87

262	GRUPO KERSA S.A.C.	20610993355	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCAHUAYO	Febrero 2026	S/. 696,067.65
263	GRUPO LIVIC INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.	20564348954	Servicios, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCAPI	Enero 2026	S/. 127,440.00
264	R&B ASESORES, CONSULTORES, CONSTRUCTORA Y MULTISERVICIOS E.I.R.L.	20605388672	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTA	Noviembre 2025	S/. 708,866.34
265	HUARCA MAQUERA BENJAMIN	10471464380	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Mayo 2026	S/. 69,988.38
266	JOMIR ASOCIADOS S.A.C.	20601231809	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LABERINTO	Marzo 2026	S/. 2,519,973.23
267	C&C RALYMAC S.A.C.	20534200286	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDRES A...	Febrero 2025	S/. 320,000.00
268	NAVARRO GROUP S.A.C.	20613023934	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 2,134,241.95
269	CORPORACIÓN SANTA CATALINA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.- COSANTA S.A.C.	20564241564	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Mayo 2024	S/. 20,325,457.98
270	ZEGARR INGENIEROS E.I.R.L.	20603594020	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARO	Octubre 2025	S/. 581,420.92
271	CONSTRUCTORA HUAÑAHUI LLANO S.A.C.	20614283093	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Marzo 2026	S/. 1,531,997.52
272	MONTES CONSTRUCTORA S.A.C.	20600584597	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAROCONDO	Marzo 2025	S/. 2,555,059.18
273	FASA INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20604345899	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARO	Septiembre 2022	S/. 60,000.00
274	CONSTRUCTORA & INVERSIONES KALY S.R.L.	20605790802	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Septiembre 2025	S/. 57,500.00
275	ESPECIALISTAS EN INGENIERIA PERU S.A.C.	20608645455	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUNTURKANK...	Agosto 2025	S/. 450,000.00

276	CCAMIKA S.A.C.	20600299949	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Enero 2025	S/. 14,756,061.47
277	GRUPO ARES HNOS S.A.C.	20613334646	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JERONI...	Noviembre 2025	S/. 3,370,933.86
278	FORTALEZA S.R.L.	20171133301	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Diciembre 2023	S/. 22,066.00
279	LAYO CONSTRUCTORA Y SERVICIOS E.I.R.L.	20601973406	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Septiembre 2025	S/. 830,220.00
280	EIMERSOL S.R.L.	20211780127	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCIÓN - SANTA ...	Enero 2025	S/. 55,510.00
281	XTRUCTURA ING. E.I.R.L.	20490863428	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCHAQ	Enero 2026	S/. 69,048.00
282	CORPORACION GIU'S S.A.C	20609031426	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Diciembre 2025	S/. 1,660,000.00
283	INMECSA INGENIERIA Y CONSTRUCCION SR.L.	20489986311	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISAC	Diciembre 2025	S/. 475,800.00
284	P & J CONTRATISTAS E.I.R.L.	20490010026	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Enero 2025	S/. 676,925.60
285	JR CONTRATISTAS INVERSIONES IMPORT EXPORT S.A.C.	20611618566	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Septiembre 2025	S/. 800,000.00
286	A Y B MASTER CONTRATISTAS ASOCIADOS S.R.L.	20604990832	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARISCAL CACERES	Diciembre 2025	S/. 75,500.00
287	RIVERSA INGENIEROS S.A.C. - RIVERSA INGS S.A.C.	20490893254	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS	Abril 2026	S/. 219,900.00
288	MAURICIO CONSTRUCTORES S.R.L.	20600644735	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LURIGANCHO...	Enero 2016	S/. 51,405.86
289	RDVE CONSTRUCTORES S.A.C.	20564097854	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Diciembre 2024	S/. 5,255,870.39
290	COORPORACIÓN RÍOS NORIEGA INGENIEROS S.A.C.	20611032456	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TAHUAMANU...	Noviembre 2025	S/. 1,055,354.00
291	SAN ISIDRO CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.	20611537531	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN ANDRES...	Octubre 2025	S/. 1,117,651.82
292	CRYWOLF CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20605585427	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UNIÓN AS...	Julio 2025	S/. 162,000.00
293	SAMPAL CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20608646371	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Febrero 2023	S/. 294,990.00
294	INVERSIONES K'ANA RCE S.A.C.	20491012448	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PALLPATA	Noviembre 2024	S/. 86,700.00
295	CONSULTORES E INVERSIONES DEL PERU S.A.C. CONIDEP S.A.C.	20600360486	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAMA	Diciembre 2025	S/. 148,400.00
296	CONSULTORA Y EJECUTORA VIENTO KCANA S.A.C.	20490671278	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Marzo 2026	S/. 855,919.02
297	GUMECCA CONTRATISTAS S.A.C.	20494284996	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA ROSA...	Marzo 2026	S/. 1,180,442.92
298	CONSORCIO CAMEL S.R.L	20528078592	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO- INSTITUTO DE MANEJO...	Noviembre 2025	S/. 57,500.00
299	CONSTRUCTORA INMOBILIARIA CASAPINO S.R.L.	20526937211	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SALVADOR	Diciembre 2022	S/. 369,464.50
300	CORPORACION QUINUZA INGENIEROS ASOCIADOS S.A.C.	20600125177	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PISAC	Septiembre 2025	S/. 258,900.00
301	CONSORCIO COSASING S.A.	20606819545	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION ...	Agosto 2024	S/. 3,711,891.47
302	MAFETSUR INVERSIONES GENERALES S.A.C.	20527612129	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCONGATE	Septiembre 2025	S/. 56,000.00
303	MACOSERVIG S.R.L.	20450727203	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUAHU...	Julio 2022	S/. 7,650,000.00

304	CHAVEZ E HIJOS S.C.R.LTDA	20400352144	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION - SANTA ...	Enero 2024	S/. 54,450.00
305	FERCONSS CORPORATIVO S.A	20601567335	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE PIURA - DIRECCIÓN REGION...	Mayo 2026	S/. 232,673.95
306	J FLORES E.I.R.L.	20601047218	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Diciembre 2025	S/. 170,000.00
307	MYKON S.A.C. - MYKON SAC.	20601112401	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Marzo 2026	S/. 174,852.80
308	DRAM INGENIEROS S.A.C. - DRAM S.A.C.	20602318193	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBAS	Noviembre 2023	S/. 1,428,494.31
309	MHC CONSULTING & SERVICE S.A.C.	20608970976	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA KINTIARINA	Diciembre 2025	S/. 193,000.00
310	CONSTRUCSUR PROYECTOS S.A.C.	20603096828	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COYA	Diciembre 2025	S/. 349,500.00
311	CONSTRUCTORA JEDAR S.A.C.-CONSJEDAR S.A.C	20564231259	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO - CUSCO	Noviembre 2024	S/. 159,000.00
312	"CONSTRUCTORA ALMINA E.I.R.L."	20602470114	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ELEC...	Marzo 2023	S/. 464,923.36
313	SOLUCIONES & SERVICIOS SONDOR E.I.R.L.	20600571592	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC - UNIDAD EJECUTORA ...	Diciembre 2025	S/. 217,000.00
314	SEMTA E.I.R.L.	20526945663	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUNTURKANKI	Diciembre 2025	S/. 312,685.00
315	INVERSIONES CONSULTORES & SERVICIOS HUANUCO S.A.C.	20601403952	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUMPIRUSHIATO	Abril 2025	S/. 224,999.00
316	CONSTRUVIAL INGENIEROS S.A.C. - CONSTRUVIAL INGENIEROS S.A.C.	20608421727	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Abril 2026	S/. 481,000.00
317	HAEL CONTRATISTAS S.A.C.	20601865034	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA KINT...	Diciembre 2025	S/. 1,198,911.00
318	SHALO EQUIPOS & CONSTRUCCION S.A.C.	20564111270	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBAS - TAMBO...	Diciembre 2024	S/. 711,000.00
319	INVERSIONES CONSTRUCCIONES JHOJAN S.A.C.-I.C. JHOJAN SAC	20600115007	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBAS - TAMBO...	Diciembre 2024	S/. 77,430.00
320	PROMAINGSA S.A.C.	20600616235	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONAL DE...	Enero 2026	S/. 1,839,940.20
321	ECCGSA S.A.C.	20608568116	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Noviembre 2025	S/. 99,000.00
322	ADEJ INGENIEROS CONTRATISTAS S.A.C. - ADEJ S.A.C.	20450795209	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Diciembre 2025	S/. 149,000.00
323	CORPORACION SAQRA'S G & U S.R.L.	20602054609	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Junio 2026	S/. 3,440,000.00
324	CONSTRUCTORA MAX & F E.I.R.L.	20608085085	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UCHURACCAY	Diciembre 2025	S/. 1,156,093.35
325	SOLUTION AND INNOVATION S.A.C	20612054925	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Junio 2025	S/. 159,740.00
326	INGENIERIA & SERVICIOS PUCOM S.A.C - INGESERVIS PUCOM S.A.C.	20558173832	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCCOBAMBA ...	Agosto 2025	S/. 918,256.61
327	CCL CONSTRUCTORES Y CONSULTORES S.A.C.	20490415786	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - UNIDAD EJECUTORA ...	Diciembre 2020	S/. 105,000.00
328	CORPORACION URZA S.A.C.	20606317469	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAS PIEDRA...	Octubre 2025	S/. 959,253.34
329	RECSA INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.R.L.	20611757329	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Enero 2026	S/. 146,500.00
330	CORPORACION LIDERCOM S.A.C.	20610922555	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA PROYECTO ESPECIAL LEGADO	Diciembre 2024	S/. 278,000.00
331	COPAHUA S.A.C. - COPAHUA S.A.C.	20564145093	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE LIMA - DIRECCIÓN REGIONAL...	Diciembre 2023	S/. 215,733.60

332	QUINTANA CONTRATISTAS E.I.R.L.	20607818143	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO D...	Diciembre 2025	S/. 974,342.30
333	XTRUCTURART S.A.C. - XTRUCTURART S.A.C.	20604317372	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Marzo 2026	S/. 1,039,398.05
334	RMJK CONTRATISTAS Y CONSULTORES GENERALES E.I.R.L.	20527210161	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Marzo 2026	S/. 8,880,554.03
335	MERINO YEPEZ DANIEL MORGAN	10238362160	Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS - ...	Enero 2015	S/. 688,168.62
336	WY CONTRATISTAS GENERALES SRL	20527770891	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Diciembre 2025	S/. 4,361,727.64
337	HV E.I.R.L.	20600968344	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION - SA...	Febrero 2026	S/. 85,968.00
338	ANGEL CONTRATISTAS Y CONSULTORES S.A.C.	20604514674	Bienes, Servicios	BIEN PARA PROYECTO ESPECIAL DE DESARROLLO DEL VALLE DE LOS R...	Septiembre 2025	S/. 132,700.00
339	ABC INGENIERIA & SERVICIOS E.I.R.L.	20602522131	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANCAHUAS...	Agosto 2025	S/. 247,500.00
340	MAGNO CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20527381569	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA...	Febrero 2026	S/. 1,132,799.00
341	CONSTRUCTORA, CONSULTORA ASESORES RYFCON SRL	20527358583	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CURAHUASI	Junio 2024	S/. 3,985,468.42
342	TECHNOLOGY INNOVATION & COMMUNICATION SOLUTIONS S.A.C.-TIC SOLUTIONS S.A.C.	20563862468	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAYOPATA	Marzo 2026	S/. 630,000.00
343	CONSTRUCTORA HILARIO CJURO S.R.L.	20600433823	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CABANACOND...	Agosto 2025	S/. 543,314.61
344	GRUPO INCA ALE PERÚ CONSULTORES EJECUTORES S.A.C.	20604761019	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONAL DE...	Diciembre 2025	S/. 99,820.00
345	CONSTRUCTORA HOCH	20527534144	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA UNIDAD EJECUTORA MC-CUSCO	Marzo 2026	S/. 315,523.74
346	PROYECTO SELVA LA CONVENCION S.R.L. - PRO SELVA LA CONVENCION S.R.L.	20490163281	Bienes, Servicios, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION - SA...	Diciembre 2021	S/. 545,523.20
347	JELEVI S.A.C. - JELEVI S.A.C.	20600401701	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCAPACMARCA	Mayo 2022	S/. 197,590.00
348	ROJAS NAJARRO HENRY SALOMON	10448434139	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Diciembre 2025	S/. 430,000.00
349	INGENIERIA & CONSTRUCCIONES ITALQ E.I.R.L.	20601804159	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Octubre 2025	S/. 1,708,443.83
350	CONSTRUCTORA EMPRESARIAL GROUP MEF S.R.L.	20574734526	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Febrero 2025	S/. 252,000.00
351	QUISPE VILCA ALBERT DANTE	10462222365	Bienes, Servicios, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CURAHUASI	Abril 2026	S/. 293,820.00
352	CONSVEME S.A.C. - CONSVEME S.A.C.	20604715254	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Diciembre 2025	S/. 49,016.00
353	INVERSIONES RIYU VRAEM E.I.R.L.	20600638719	Bienes, Servicios	BIEN PARA PROYECTO ESPECIAL DE DESARROLLO DEL VALLE DE LOS R...	Noviembre 2025	S/. 59,130.00
354	CONSTRUCTORA HERMANOS LUJAN S.A.C.	20610679006	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIELO PUNC...	Junio 2026	S/. 4,670,959.19
355	H & O JHONCITO S.A.C. - H & O JHONCITO S.A.C.	20602945635	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CONDESUYOS - CHUQU...	Enero 2026	S/. 104,105.80
356	CONAPSU S.A.C.-CONAPSU S.A.C.	20491145081	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE PUNO SEDE CENTRAL	Noviembre 2025	S/. 104,820.00
357	INVERSIONES & NEGOCIACIONES CARIFER S.A.C.	20603013078	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Noviembre 2025	S/. 342,600.00
358	JHL TECHNOLOGY S.A.C.	20549888934	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VIZCATAN...	Febrero 2024	S/. 154,000.00
359	URSA CONTRATISTAS GENERALES SAC	20527777390	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCARANI	Noviembre 2025	S/. 58,900.00

360	INGENIERIA MONCAT E.I.R.L.	20603261608	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Enero 2026	S/. 64,643.00
361	ENELCON C.G. S.R.L.	20602551513	Bienes, Servicios	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Diciembre 2025	S/. 135,000.00
362	PACHA INGENIEROS S.A.C. - PACHA INGENIEROS S.A.C.	20490545485	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COTABAMBA	Julio 2026	S/. 7,389,069.88
363	GRUPO ALOVA S.A.C.	20607714267	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Enero 2026	S/. 289,500.00
364	COISA PERU S.A.C.	20601933919	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC SEDE CENTRAL	Diciembre 2025	S/. 469,000.00
365	CONSTRUCTORA ALING S.A.C.	20602032486	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Marzo 2026	S/. 3,246,516.66
366	CORPORACION RIMAK E.I.R.L.	20563862972	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Octubre 2026	S/. 322,000.00
367	A & C INVERSIONES MULTIPLES S.R.L.	20494791235	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Febrero 2026	S/. 355,843.28
368	CONTRATISTAS JRJ S.A.C.	20600081951	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANITEA	Diciembre 2023	S/. 120,435.00
369	GRUPO RA PERU S.A.C. - GRUPO PERU S.A.C.	20527617601	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CCAPI	Abril 2017	S/. 149,985.85
370	PERU CONSTRUCTORA COVA SOCIEDAD ANONIMA CERRRADA - PERU CONSTRU COVA S.A.C	20603807074	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA ...	Enero 2026	S/. 239,500.00
371	VIDAL HERMANOS CONTRATISTAS GRALES S.R.L	20278098126	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE PUNO SEDE CENTRAL	Diciembre 2025	S/. 60,000.00
372	APG CONSTRUCCIONES Y PROYECTOS E.I.R.L	20564062040	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANATILE	Septiembre 2025	S/. 245,000.00
373	LINDAR CONSULTORES S.A.C.	20601599113	Bienes, Servicios	BIEN PARA UNIDAD DE GESTIÓN DE APOYO AL DESARROLLO SOSTENIBL...	Septiembre 2022	S/. 325,000.00
374	PROCURA INGENIERIA Y CONSTRUCCION VQ S.A.C.	20609181533	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ALTO SELVA ALEGRE	Noviembre 2025	S/. 176,603.88
375	CONSULTORES & CONSTRUCTORES PERSUR E.I.R.L. CONSPER E.I.R.L.	20606914823	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANCAHUASI	Febrero 2026	S/. 535,421.16
376	E & G ARQUITECTURA E INGENIERIA S.A.C.	20607089800	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION - SANTA ...	Septiembre 2025	S/. 92,500.00
377	INMOBILIARIA GRUPO CYMCO S.A.C.	20607738441	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE COTABAMBA...	Julio 2024	S/. 8,198,138.90
378	VALCOMIN S.A.C	20490933655	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLABAMBA	Noviembre 2020	S/. 64,000.00
379	CORPORACIÓN CACHI S.A.C. - CORPORACIÓN CACHI S.A.C.	20490272225	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PABL...	Junio 2025	S/. 160,000.00
380	ALVA INGENIEROS CONSTRUCTORES Y CONSULTORES S.A.C. - ALVA INGENIEROS S.A.C.	20490932411	Bienes, Servicios, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUELLOUN...	Mayo 2026	S/. 153,981.68
381	HYDROGEN ENERGY PERU SOCIEDAD ANONIMA	20450632598	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Junio 2026	S/. 777,485.16
382	MEIJANROS S.R.L.	20600247221	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION - SA...	Febrero 2022	S/. 700,000.00
383	TRACTO BRAS E.I.R.L.	20442737640	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2025	S/. 338,956.20
384	INVERSIONES L.H Y CONSTRUCTORA S.R.L.	20564270157	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO- INSTITUTO DE MANEJO...	Octubre 2025	S/. 81,200.00
385	COORPORACION C.N. CAMPO VERDE S.R.L.	20605968652	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Junio 2025	S/. 3,245,000.00
386	CONSING VALKENN CONSTRUCTORA Y EJECUTORA S.A.C.	20611741201	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 913,921.22

387	H & H CONSTRUCCIONES INGENIEROS E.I.R.L.	20601087520	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA TERESA	Octubre 2025	S/. 50,000.00
388	BHR INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C.	20573256825	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUIPOCA	Mayo 2025	S/. 2,554,637.25
389	MULTIVENTAS Y SERVICIOS GENERALES C & V E.I.R.L.	20608849328	Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE VICTOR FAJARDO - H...	Noviembre 2025	S/. 680,000.00
390	GRUPO ECONOMICO REAL E.I.R.L.	20606641860	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Diciembre 2024	S/. 77,670.00
391	CONSTRUCTORA ROLANDS GRUPO EMPRESARIAL E.I.R.L.	20601829127	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA TERESA	Noviembre 2024	S/. 369,990.00
392	AMBSUR S.A.C.	20603621221	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2025	S/. 148,350.00
393	INVERSIONES YAFRAK S.A.C.	20604350361	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Diciembre 2025	S/. 297,200.54
394	CONSTRUCTORA HENSUR S.A.C.	20600370643	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Diciembre 2025	S/. 11,818,000.00
395	CONSTRUCTORA & CONSULTORA VARUQ PERU S.A.C.	20608644823	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UNIÓN ASHÁNKKA	Diciembre 2025	S/. 95,000.00
396	INGEOTEC H & M INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.	20612127701	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TOTOS	Enero 2026	S/. 936,375.56
397	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA PROMARA E.I.R.L.	20608938789	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Diciembre 2025	S/. 888,204.38
398	CONSTRUCTORA ASOCIADOS SOL DEL VRAEM S.A.C.	20600299558	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2025	S/. 121,800.00
399	CONSULTORES E INVERSIONES WYR S.A.C.	20600968280	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PARURO	Diciembre 2024	S/. 200,000.00
400	CONSULTORIA CONTRATISTAS & SERVICIOS GENERALES AQUINO S.A.C.	20610654194	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA KINTIARINA	Noviembre 2025	S/. 73,080.00
401	"CORPORACION ARKCONS CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES S.A.C."	20602748538	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Noviembre 2025	S/. 114,193.26
402	RAAL INGENIERIA CONSTRUCCION Y MONTAJES S.A.C.	20605496149	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Octubre 2025	S/. 322,800.00
403	G & C GOLDEN S.A.C.	20527014141	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO - CUSCO	Septiembre 2025	S/. 84,500.00
404	CORPORACION CIMACD S.A.C.	20604079889	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Diciembre 2025	S/. 109,200.86
405	WOLF'S GROUP H & E S.A.C. - WOLF'S GROUP H & E S.A.C.	20601838088	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PARURO	Diciembre 2025	S/. 702,487.30
406	PROYECTOS & CONSTRUCCIONES AMEL S.A.C. - PROCAMEL S.A.C.	20602655718	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Diciembre 2025	S/. 1,250,000.00
407	ADC INGENIERIA & CONSTRUCCION E.I.R.L.	20610829164	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Diciembre 2024	S/. 3,464,220.06
408	PROLACE S.A.C.	20604878081	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE QUISPICANCHIS - UR...	Febrero 2026	S/. 54,574.40
409	KEREMCA SOCIEDAD ANONIMA - KEREMCA S.A.	20490237586	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA...	Marzo 2026	S/. 2,079,282.00
410	CORPORACION ACEROS TAYPE S.A.C.	20608633376	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC - GERENCIA SUBREGIONAL...	Noviembre 2025	S/. 69,120.00
411	GRUPO CORPORATIVO FERPA S.A.C.	20574649090	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUMPIRUSHIATO	Marzo 2026	S/. 146,000.00
412	INGENIERIA Y ARQUITECTURA SEPAHUA E.I.R.L.	20602069827	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA UNIDAD EJECUTORA EDUCACION CHUMBIVILCAS	Enero 2026	S/. 163,968.00
413	ENGINEERING AND INNOVATION S.A.C.	20527656681	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL C...	Octubre 2025	S/. 55,500.00
414	DASABA CONSTRUCCIONES S.A.C. - DASABA CONSTRUCCIONES S.A.C.	20602437338	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD	Octubre 2024	S/. 46,000.00

				PROVINCIAL DE CANAS - YANAOCA		
415	CORPORACION KALEF & ALBIERI E.I.R.L.	20604513376	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SIVIA	Enero 2026	S/. 99,150.00
416	LCONST CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20603686200	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUMBIVIL...	Marzo 2026	S/. 855,919.02
417	MEYU CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20608152921	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA	Noviembre 2025	S/. 69,821.90
418	FIERRO DOMINIC S.A.C.	20602479413	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Marzo 2026	S/. 793,000.00
419	INVERSIONES CONSTRUMAX E.I.R.L.	20600112369	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 300,000.00
420	CCORI CHASCA EIRL	20564167658	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO- AGRICULTURA	Diciembre 2019	S/. 245,369.70
421	CONSTRUCTORA FLOREZ TECHNOLOGY PERU SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	20612249432	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Junio 2026	S/. 217,200.00
422	GAEL CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20609521792	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONAL DE...	Enero 2026	S/. 99,000.00
423	CORPORATION THIAGO E.I.R.L.	20611647728	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Septiembre 2025	S/. 75,500.00
424	ILLA INGENIEROS CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.A.C. - ILLA INGENIEROS S.A.C.	20490969099	Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA - LA CON...	Mayo 2013	S/. 199,450.00
425	COCISEL S.A.C.	20609426285	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Noviembre 2025	S/. 57,360.00
426	MOBA INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20610734848	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KCSNPATA	Octubre 2024	S/. 2,494,468.04
427	C&Z HATUM ANKA S.A.C. - CZHANKA S.A.C.	20601231078	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA- HOSPITAL GENERA...	Diciembre 2025	S/. 488,990.00
428	CONSTRUCTORA ABA S.A.C.	20610906126	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACIONES - PSI	Julio 2025	S/. 494,600.00
429	INGENIERIA & CONSTRUCCION PZP-LA NACION S.A.C.	20611062428	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MANITEA	Junio 2025	S/. 61,500.00
430	LASP CONSTRUCTORES Y CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20602341179	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - UNIDAD EJECUTORA ...	Diciembre 2024	S/. 57,767.00
431	REFLOC E.I.R.L.	20608635581	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO ...	Abril 2026	S/. 10,785,649.30
432	ECC TERCH S.A.C	20601246075	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Diciembre 2025	S/. 1,250,000.00
433	CORPORACION VAL INGENIEROS E.I.R.L.	20610807489	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTA	Noviembre 2025	S/. 49,950.00
434	GIO S.A.C.-GIO S.A.C.	20564228622	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Diciembre 2025	S/. 120,000.09
435	INVERSIONES HERREIVA S.A.C.	20602391567	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAUCARTAMBO	Diciembre 2021	S/. 886,475.20
436	VILLA CONSTRUCTION S.A.C.	20612808181	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUNGUI	Septiembre 2025	S/. 510,723.86
437	CORPORACION AC&Z S.R.L.	20489987121	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA	Septiembre 2014	S/. 36,660.00
438	MAQUINARIAS FERRETERIA E INGENIEROS S.A.C. - MAFER INGENIEROS S.A.C.	20490069420	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA SOCIEDAD ELECTRICA DEL SUR OESTE S.A.	Diciembre 2027	S/. 1,820,200.00
439	JBKELCO COMPANY CONSTRUCTORES E.I.R.L.	20613213326	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Febrero 2026	S/. 1,171,745.20
440	JK INGENIEROS S.A.C. - JK INGS S.A.C.	20450632326	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Noviembre 2025	S/. 75,240.00
441	MOLINA CONTRATISTAS ASOCIADOS S.R.L.	20602888364	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA SERVICIO NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDA...	Octubre 2019	S/. 39,800.00

442	CONSTRUCCIONES Y NEGOCIACIONES TARKA SOCIEDAD	20527968144	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCONGATE	Octubre 2012	S/. 17,000.00
443	CORPORACION INNOVA TOTAL S.A.C.- CORPORACION INNOVA TOTAL S.A.C.	20563987082	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Enero 2025	S/. 220,500.00
444	C & MAR CONSULTORIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.	20601054354	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA JEFATURA DE LA X DIRECCION TERRITORIAL POLICIA...	Enero 2019	S/. 111,500.00
445	CRUZ HUAMAN JUAN NILO	10238852981	Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO ...	Mayo 2019	S/. 1,207,919.05
446	CORPORACION JOSOME E.I.R.L.	20610770461	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Septiembre 2025	S/. 89,800.00
447	PRYSTEL S.A.C	20601299764	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MACHUPICCHU	Junio 2025	S/. 130,000.00
448	QUIPAQ CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20602573932	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO SEDE CENTRAL	Febrero 2026	S/. 131,000.00
449	IIPPAL ING CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES EMPRESA E.I.R.L	20607991732	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANTA	Diciembre 2025	S/. 50,419.20
450	COVAR INGENIEROS S.A.C	20602943519	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Febrero 2024	S/. 228,987.00
451	GRUPO GRAL E.I.R.L.	20604362751	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MINAG - PROYECTO ESPECIAL SIERRA CENTRO SUR	Noviembre 2021	S/. 54,280.00
452	SOLUCIONES INFINITAS F & J S.A.C.	20609665972	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARO	Septiembre 2025	S/. 75,028.80
453	INVERSIONES MULTIPLES CCORIMAR S.A.C.	20609812410	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Enero 2026	S/. 114,000.00
454	CONSTRUCTORA CASAVERDE JC SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	20602771157	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHINCHAYPU...	Marzo 2019	S/. 538,612.73
455	ANM BUILDERS S.A.C.	20612933422	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Junio 2026	S/. 2,790,000.00
456	ICEMA CONTRATISTAS GENERALES S.C.R.L	20527180822	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Enero 2027	S/. 2,583,826.00
457	S.C.A CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.	20600488326	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE QUISPICANCHIS - UR...	Diciembre 2015	S/. 32,000.00
458	CLANKNOX S.A.C.	20607433161	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA	Diciembre 2022	S/. 42,560.00
459	ALELIDER S.A.C	20610870032	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2023	S/. 270,000.00
460	INVERSIONES Y CONSTRUCCIONES E.M.L. S.A.C.	20604302669	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ - X REGIÓN TERRITORI...	Diciembre 2025	S/. 199,185.14
461	ARAC CONTRATISTAS GENERALES S.R.L.	20442346292	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Junio 2026	S/. 699,750.00
462	CORPORACION E INVERSIONES MGS. S.A.C.- CORPORACION E INVERSIONES MGS. S.A.C.	20491183412	Bienes, Servicios	BIEN PARA PETROLEOS DEL PERU S.A.	Julio 2019	S/. 178,250.80
463	PACIFICO INVERSIONES & ASOCIADOS EMPRESARIALES S.A.C.	20613857525	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Octubre 2025	S/. 193,952.00
464	OCAE E.I.R.L.	20601037107	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO- INSTITUTO DE MANEJO DE ...	Enero 2024	S/. 10,399,086.00
465	G & L E.I.R.L.TDA.	20277976529	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTR...	Agosto 2013	S/. 257,732.82
466	HSAN CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. - HSAN CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20490601814	Bienes, Servicios	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Febrero 2013	S/. 870,254.45
467	CRATOS CONSTRUCCIONES S.R.L.	20601976588	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO - CUSCO	Febrero 2020	S/. 569,000.00
468	TELEREDES PERU S.A.C.	20563896877	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PALLPATA	Marzo 2026	S/. 259,000.00
469	CHOCORIARI S.A.	20602935231	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Enero 2024	S/. 156,000.00

470	CREACIONES TRANSFORMACIONES Y NEGOCIOS TIKI-TAKA E.I.R.L.	20608912607	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ZURITE	Diciembre 2024	S/. 62,270.60
471	COPROSER S.R.LTDA.	20277515041	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Septiembre 2024	S/. 744,688.00
472	FEZA DISTRIBUCIONES SERVICIOS Y CONSTRUCCIONES E.I.R.L.	20604273570	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUAHUACHO	Octubre 2020	S/. 220,000.00
473	INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA ALBERA E.I.R.L.	20490273205	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Abril 2023	S/. 3,590,400.00
474	CONSTRUCTORA & CONSULTORA LLAMKA PERU S.A.C.	20601574889	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UNIÓN ASHANINKA	Diciembre 2025	S/. 88,900.00
475	SALAZAR CONSULTOR Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20610797041	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Enero 2026	S/. 142,600.00
476	CODARGEM E.I.R.L.	20603544511	Bienes, Servicios	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBASTIAN	Octubre 2025	S/. 65,000.00
477	SERVICIOS GENERALES JANNET S.A.C.	20600205014	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARANURA	Febrero 2026	S/. 152,500.00
478	PIMENTEL SUCSA HENRY MANUEL	10424160330	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Mayo 2027	S/. 2,599,211.15
479	SIMASUR E.I.R.L.	20564110460	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CALCA	Marzo 2019	S/. 251,051.00
480	INREGSA S.R.L	20491201330	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACN...	Mayo 2023	S/. 84,950.00
481	NIXON CONTRATISTAS SAC.	20607770116	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAUCAR DEL SARA SA...	Agosto 2025	S/. 976,072.14
482	PROCIEL S.R.LTDA	20399954682	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTR...	Julio 2027	S/. 4,675,262.00
483	COSFRAN CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	20608133918	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE ADUANAS Y DE ADMI...	Febrero 2028	S/. 375,488.00
484	GRUPO CONMECCO E.I.R.L.	20606027509	Bienes, Servicios	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE OCCOBAMBA - LA CONVENC...	Junio 2021	S/. 52,200.00
485	AICON CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20600448529	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA ENTIDAD PRESTADORA DE SERVICIO DE SANEAMIENTO...	Junio 2025	S/. 275,000.00
486	AMERINKA SAC	20563896796	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL C...	Mayo 2025	S/. 180,000.00
487	INVERSIONES WARANY S.R.L.	20602948537	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA EMPRESA MUNICIPAL ADMINISTRADORA DE PEAJE DE L...	Marzo 2020	S/. 300,000.00
488	EMPRESA BRIGEL S.A.C	20604864578	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Julio 2024	S/. 249,000.00
489	MA & ROBLES CONSULTORES EJECUTORES Y CONSTRUCTORES E.I.R.L.	20611446676	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VINCHOS	Agosto 2025	S/. 80,159.00
490	ITAWEN CORPORACION S.A.C. - ITAWEN CORPORACION S.A.C.	20491003619	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PAUCARTAMBO	Noviembre 2022	S/. 270,000.00
491	ACE INGENIERIA S.A.C.	20611298685	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANCHIS - SICUANI	Diciembre 2025	S/. 1,632,000.00
492	ACEROS FRANK DOMINIC S.A.C.	20611675195	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UNIÓN ASHANINKA	Mayo 2025	S/. 189,994.00
493	PROYEC HEYSEN S.A.C. - PROYEC HEYSEN S.A.C.	20605949551	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - DIRECCION REGIONA...	Diciembre 2024	S/. 190,500.00
494	ALBERTO DISEÑO Y CONSTRUCCIONES S.A.C. - ADICONS S.A.C.	20490006266	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ACCHA	Julio 2023	S/. 6,984,026.71
495	METAL SUR FAMIN S.R.L.	20490095421	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ESPINAR	Septiembre 2021	S/. 100,000.00
496	ATELIER CUSCO CONSULTORES E.I.R.L.	20601754038	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHALLHUAHUACHO	Enero 2019	S/. 45,900.00

497	NEYTAP CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.	20610148256	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MEGANTONI	Octubre 2025	S/. 550,000.00
498	MULTISERVICIOS GEOVAL E.I.R.L.	20606623268	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHARI	Octubre 2024	S/. 95,507.00
499	IKIGAI PERU S.A.C.	20609106710	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ISLAY	Agosto 2022	S/. 68,500.00
500	APU KIRMA S.A.C.	20605957448	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO - PROYECTO ESPECIAL...	Diciembre 2021	S/. 139,050.00
501	CORPORACION CUSQUEÑA FLORES S.A.C.	20602980201	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MANU	Diciembre 2024	S/. 133,000.00
502	INGENIERIA & ENERGIA CUMBRE S.A.C.	20614465892	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KUNTURKANKI	Diciembre 2025	S/. 312,685.00
503	INVERSIONES LOGAM S.A.C.	20613324497	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Septiembre 2026	S/. 19,686,371.73
504	GECONGESA EIRL	20203489766	Ejecutor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COMAS - LI...		S/. 312,958.62
505	INCOSER PERU S.A.C.	20563944511	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAMACA	Noviembre 2021	S/. 161,173.12
506	CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES QUINTIARINO S.A.C.	20600243684	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILLA KINT...	Septiembre 2022	S/. 1,068,030.00
507	GRUPO DEL CASTILLO INGENIEROS S.R.L.	20527286221	Ejecutor de obra, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CASTILL...	Enero 2018	S/. 55,440.00
508	ALAZCON S.A.C	20613274708	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	BIEN PARA GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO SEDE CENTRAL	Diciembre 2025	S/. 80,346.00
509	AQUARUNA INGENIEROS S.A.C. - AQUARUNA INGS S.A.C.	20450567834	Bienes, Servicios, Consultor de obra	CONSULTORÍA DE OBRA PARA GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN Sede Cen...	Marzo 2011	S/. 139,594.00
510	CONSTRUSERVICIOS LEGAMI S.A.C.	20612268518	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA - LA CON...	Diciembre 2025	S/. 1,198,904.00
511	AGRO EXPORT PACHACUTEC S.A.C.	20608782746	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	SERVICIO PARA SIERRA EXPORTADORA	Noviembre 2024	S/. 120,000.00
512	CONSTRUCTORA ROMCO S.A.C.	20609042720	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL CUSCO	Enero 2026	S/. 119,250.00
513	MAVRACON S.A.C.	20613097415	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra, Consultor de obra	EJECUCIÓN DE OBRA PARA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CIELO PUNC...	Abril 2026	S/. 3,370,847.85
514	INVERSIONES KATWEL S.A.C. - KATWELL S.A.C.	20606039574	Bienes, Servicios, Ejecutor de obra	SERVICIO PARA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ - X REGIÓN TERRITORI...	Junio 2021	S/. 45,000.00

Anexo 7: Encuestas



TESIS: "EVALUACION Y PROPUESTA DE LA INGENIERIA DE DETALLE EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA DE HABILITACION DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"



ENCUESTA - ACERO HABILITADO

DATOS DEL ENCUESTADO

NOMBRE:	Yelson Moscoso Palma	CIP/CAP	147436
CARGO:	Subgerente Licitaciones y control Proyectos		
EMPRESA/INSTITUCION:	CONSTRUCTORA FLECH SRL		

PREGUNTA 01: ¿Cuál es su perspectiva sobre el crecimiento del sector construcción en la ciudad del Cusco?

☐ Bueno ☒ Regular ☐ Malo

PREGUNTA 02: ¿A su consideración, qué partidas considera que generan mayores desperdicios y restricciones durante la ejecución de la etapa estructural de sus proyectos?

☐ Encofrados ☒ Acero ☒ Concreto *

☐ Otros (especificar)

* En obras de infraestructura

PREGUNTA 03: ¿Cuál es el procedimiento de habilitación de acero (corte y doblado) que se aplica en la ejecución de sus proyectos?

☐ Procedimiento convencional (Manual, uso de cizalla, trampa y tubo de doblado)

☒ Procedimiento mecánico (maquina dobladora y cortadora de varillas)

☒ Otros (especificar)

Acero dimensionado

PREGUNTA 04: A su consideración, ¿cuáles son las principales dificultades o limitaciones en la habilitación de acero en obra?

☒ Deficiente mano de obra

☒ Falta de espacios para almacenamiento y habilitación

☐ Inexistencia de procedimientos de gestión de acero

☐ Inoperancia logística

☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 05: ¿Qué empresa de la Ciudad del Cusco le provee acero para sus proyectos?

☒ Aceros Arequipa

☐ SiderPeru

☐ Terceros (Especificar)

PREGUNTA 06: ¿Conoce usted sobre el servicio de venta de acero habilitado (acero cortado y doblado de acuerdo a las necesidades de su proyecto)?

☒ Si ☐ No

PREGUNTA 07: ¿Consideraría usted como una buena alternativa la contratación de acero habilitado para la ejecución de sus proyectos?

☐ Si, lo considero una alternativa viable

☒ Si, dependiendo de la magnitud del proyecto

☐ Si, dependiendo del costo

☐ No lo consideraría viable (especificar)

PREGUNTA 08: Con relación al acero habilitado, ¿Qué servicio adicional considera Ud. que le agregaría valor, para lograr el éxito de sus proyectos?

☒ Asistencia técnica en obra

☐ Capacitación a los constructores

☐ Atención las 24 horas

☒ Otros (especificar)

Atención a todo nivel No solo Proyectos Grandes.



TESIS: "EVALUACION Y PROPUESTA DE LA INGENIERIA DE DETALLE EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA DE HABILITACION DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"



PREGUNTA 09: ¿Mediante qué medios preferiría Ud. mantener contacto con las empresas que ofrecen acero habilitado puesto en obra?

- ☐ Directo (Visita en obra)
- ☐ Portal web- Redes
- ☐ Teléfono
- ☒ Correo electrónico

PREGUNTA 10: ¿Actualmente viene aplicando la metodología BIM dentro de los procesos de desarrollo y ejecución de sus proyectos? ¿con que frecuencia?

- ☒ Si, constantemente
- ☐ Si, pocas veces
- ☐ Si, una vez
- ☐ No las he utilizado

PREGUNTA 11: ¿Con que fin viene utilizando la información proporcionada por el uso de modelos BIM?

- ☐ Visualización
- ☐ Planos y metrados
- ☒ Interferencias
- ☒ Gestión
- ☐ Otros (especificar)

PREGUNTA 12: ¿En la empresa y/o institución donde labora, a qué nivel se viene implementando la metodología BIM?

- ☐ 3D Modelamiento tridimensional
- ☒ 4D Gestión de la programación (análisis de tiempos)
- ☐ 5D Gestión de la información económica (análisis de costos)
- ☐ 6D Evaluación de la sostenibilidad (social, económica y ambiental)
- ☐ No se aplica

PREGUNTA 13: ¿Con relación a la ingeniería de detalle BIM ¿cuál diría usted que es su nivel de conocimiento?

- ☒ Medio
- ☐ Alto
- ☐ Bajo
- ☐ Ninguno

PREGUNTA 14: En la empresa y/o institución donde labora, existe alguna iniciativa de implementación o aplicación de ingeniería de detalle en la gestión de acero para la reducción de desperdicios?

- ☒ Si, existen iniciativas
- ☐ Si, se viene implementando
- ☐ Si, se aplica la ingeniería de detalle
- ☐ No, aun no existen iniciativas

Anexo 8: Secuencia de nodos – importación de modelos geométricos



Nodos Utilizados:		
Biblioteca	Nodo	Descripción
Rhino.Inside	Parameter	Contiene una colección de parámetros de Revit
Rhino.Inside	Equals Rule	Filtro utilizado para hacer coincidir elementos si el valor de un parámetro es igual a Valor
Rhino.Inside	Parameter Filter	Filtro utilizado para hacer coincidir elementos según el valor de un parámetro
Rhino.Inside	Query Element	Obtener elemento por ID
Rhino.Inside	Element Name	Propiedad de nombre de elemento Acceso Get-Set a la propiedad de nombre de elemento
Input	Value picker	Un seleccionador de valores para valores comparables
Input	Panle	Un panel para notas personalizadas y valores de texto

A continuación, se describe los nodos utilizados en Grasshopper:

Mediante el nodo Parameter se vincula el tipo de parámetro que se hará uso en Revit mediante el nodo Equals Rule se especifica la descripción del valor del parámetro en Revit, ósea se logra filtrar todos los elementos cuyo parámetro “Elemento Estructural” contengan el valor especificado en el panel, con esta información se procede a convertir este regla en filtro con el nodo Parameter Filter para después conseguir todos los elementos con el nodo Query Element , para poder visualizar los nombres de los elementos seleccionados utilizaremos el nodo Element Name y para poder visualizar estos usaremos el nodo Value picker.

Anexo 9: Secuencia de nodos – exportación de modelo a Tekla Structures.



Nodos Utilizados:		
Biblioteca	Nodo	Descripción
Heteroptera	Pick Selection	Referencia dinámica al ID seleccionado
Geometry	Geometry	Representa una colección de Geometría 3D
ACH	Contour Flatten	Extrae el contorno de un objeto aplanado en las coordenadas XY
Geometry	Curve	Representa una colección de geometría de Curvas
Input	Number Slider	Deslizador Numérico
Clipper	PolyOffset	Desfasa una curva polilínea usando Clipper
Curve	Explode	Explota una curva en segmentos más pequeños
Curve	Length	Mide la longitud de una curva
Sets	Sort List	Ordena una lista de claves numéricas. Para que algo se pueda ordenar, primero debe ser comparable
Sets	List Item	Recupera un elemento específico de una lista
Geometry	Vetor	Representa una colección de Vectores 3D
Maths	Absolute	Calcula el valor absoluto de una cifra
Surface	Volume	Resuelve propiedades de volumen para B-reps y mallas cerradas
Curve	LineSDL	Crea un segmento de línea definido por punto de inicio, tangente y longitud
Tekla 2022	Item	Crea un elemento de concreto en Tekla Structures

A continuación, se describe los nodos utilizados en Grasshopper:

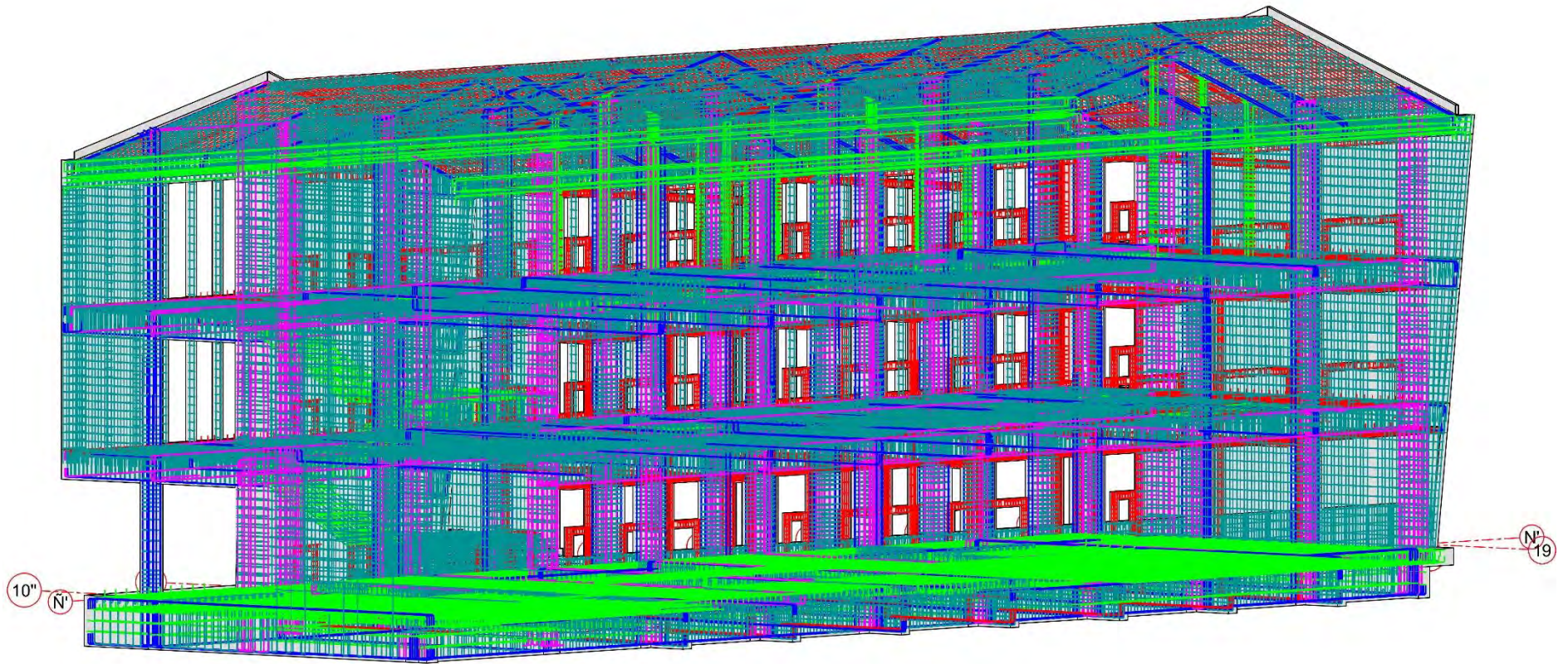
Gracias a la estructura de organización que posee rhinoceros nos permite contener todos los elementos estructurales listos para ser exportados a Tekla Structure, los cuales mediante el nodo Pick Selection podemos seleccionar todos estos elementos de manera sencilla, para no cometer errores durante la selección de algún posible elemento que no tenga cierta inconsistencia e su geometría, usamos el nodo Geometry que nos garantiza que los elementos seleccionados sean geometrías válidas para su correspondiente uso en Grass Hopper, con los datos ya dispuestos y con lo señalado en el ítem 4.2.5.1 sobre la creación de geometrías, la idea es hacer que todos los objetos tengan un valor de Z referenciado a las coordenadas universales ósea un valor de (0,0,1) y que los objetos estén orientados a la normal de una de sus aristas , con

el fin de que al momento de ser exportas al espacio de dibujo de Tekla tengan la orientación correcta para su detallado, dicho esto la lógica tras la script es la siguiente:

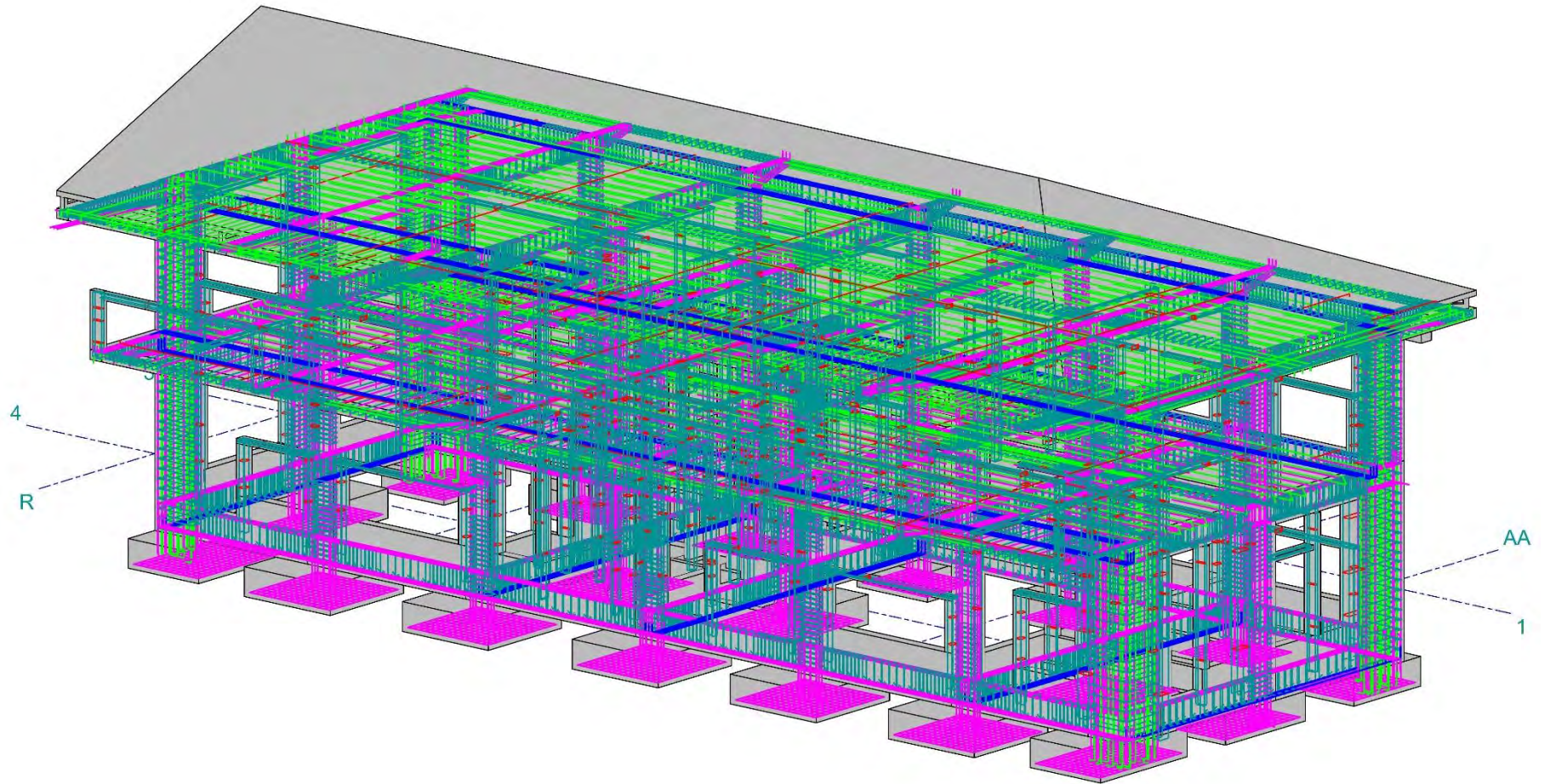
El nodo Contour Flatten genera la silueta de contorno exterior proyectada de cualquier geometría en el plano XY, el contenedor Curve nos asegura que los elementos una vez aplanados sean elementos del tipo curve, ósea líneas o polilíneas, el nodo PolyOffset es un nodo especial que nos genera un desfase pequeño arbitrario que se indica en el Number Slider en mm sin tomar en consideración la cantidad de líneas que conforman dicho contorno , ya que al proyectar todas las aristas de los objetos al plano XY , habrán muchos líneas que se solapen , este nodo une todas esta líneas y solo nos da un desfase de la línea resultante, con esta curva simplificada se procede a explotarla con el nodo Explode teniendo como resultado varias líneas que componían esta curva , mediante los nodos Length y Sort List se procede a filtrar la línea mas grande que compone dicho objeto curve con el fin de determinar la cara principal de dicho objeto , una vez conseguida dicha línea se procede a determinar su vector unitario con el nodo Vector y para tener una mejor orientación de dichos objetos se procede a tomar estos vectores en sus componentes positivas mediante el nodo Absolute , con estos valores se procede a crear una línea que nos servirá de referencia para cada objeto exportado a Tekla , ya que el nodo de exportación de Tekla así lo solicita, mediante el nodo LineSDL podemos crear un la línea mediante un punto de referencia , un vector y una distancia , para el punto de referencia se usara el punto central de la geometría en cuestión que se extraerá con el nodo Volumen , las coordinas del vector son la que ya tenemos y la distancia solicitada será de un metro , con estos valores tener una línea orientada a la arista de mayor longitud de dicho objeto; con todos estos datos procedemos a exportar dicho objeto con la referencia creada mediante el nodo Item , el cual nos pide valores necesarios la geometría que contiene el nodo Geometry y la referencia que contiene el nodo LineSDL, logrando la correcta exportación de dichas geometrías.

Anexo 10: Modelos de acero

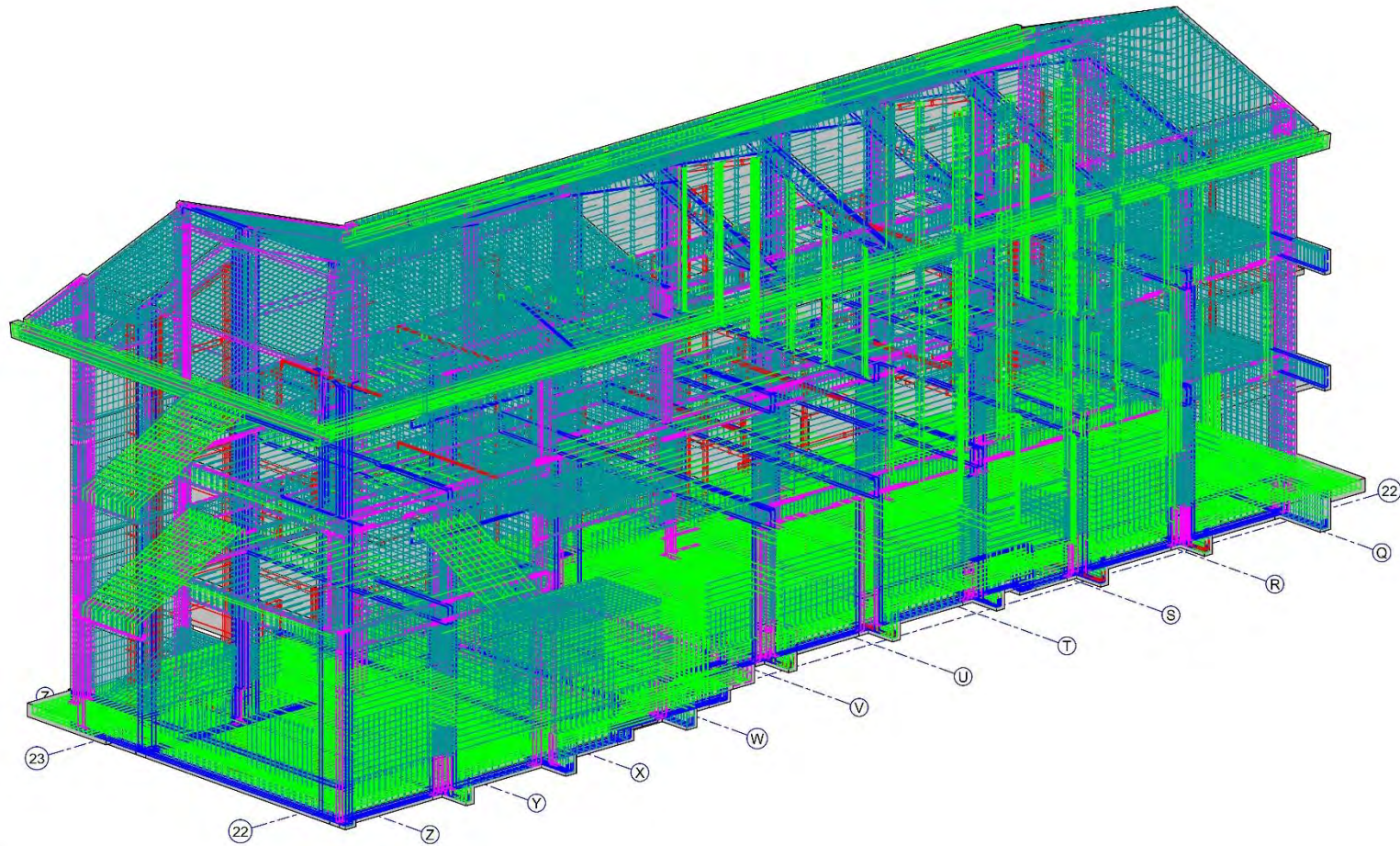
A. I.E Juan Espinoza Medrano



B. I.E N° 646 Chinchero



C. I.E N°439 Niños De América



Anexo 11: Ficha Técnica MSI GE76 utilizada para el modelamiento y procedimientos de optimización.



Raider GE76 12UHS

MSI

Productos > Portátiles

Características del Raider GE76 12UHS de MSI

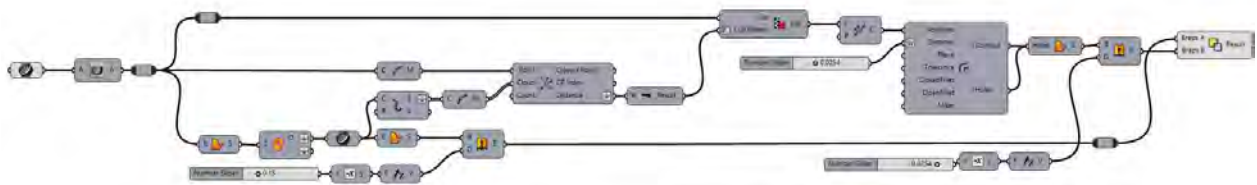
Características básicas	
Dimensiones (an. × al. × gr.)	397 mm × 284 mm × 25.9 mm
Peso	2.9 kg
Cargador	220 W
Sistema operativo	Windows 11
Fecha presentación	6 de enero de 2022
Procesador	
Nombre	Core i9-12900H de Intel
Arquitectura	64 bits
Compañía	Intel
Núcleos/hilos	14/20
Núcs. principales	6 rendimiento a 2.4 GHz

Portátil: Raider GE76 12UHS de MSI

Frec. turbo núcs. prín.	hasta 5.0 GHz
Núcs. secundarios	8 eficiencia a 1.8 GHz
Frec. turbo núcs. sec.	hasta 3.8 GHz
Unidad gráfica principal	
Nombre	GeForce RTX 3080 Ti (movilidad) de NVIDIA
Sombreadores	7424 CUDA
Frecuencia	1590 MHz
Consumo GPU	150 W
Unidad gráfica secundaria	
Nombre	Iris Xe G7 (96 EU) de Intel
Memoria	
Cantidad	32 GB
Tipo	DDR5, 4800 MHz
Ranuras	2
Almacenamiento	
Lector SD	SD
Ranura M.2	2
Sonido	
Altavoces	estéreo, 2 generales, 2 graves
Conector 3.5 mm	sí
N.º altavoces	4 de 6 W
Pantalla	
Tamaño	43.9 cm (17.3 in)
Resolución	3840 × 2160 píxeles

Densidad de píxeles	255 PPP ¹
Tipo	IPS
Gama de colores	100 % Adobe RGB
Conectividad	
WiFi	802.11ax-2021
Bluetooth	5.2
USB 3.0	2 ¹
USB 3.1	1
USB 3.1 tipo C	1
Ethernet	1
HDMI	1
tipo HDMI	2.1
Thunderbolt 4	1

Anexo 12: Script – Planos de Corte.



El proceso comienza abriendo el archivo DXF exportado en Rhinoceros. Dado que este archivo siempre mantiene un estándar de capas (por ejemplo, una capa para las líneas que representan las barras y otra para los textos de longitud), utilizamos el nodo Geometry Pipeline. Este componente es fundamental porque automatiza la lectura: captura instantáneamente todas las líneas y textos del modelo en tiempo real según el nombre de su capa, evitando que el usuario tenga que seleccionarlás manualmente cada vez que importe un archivo nuevo.

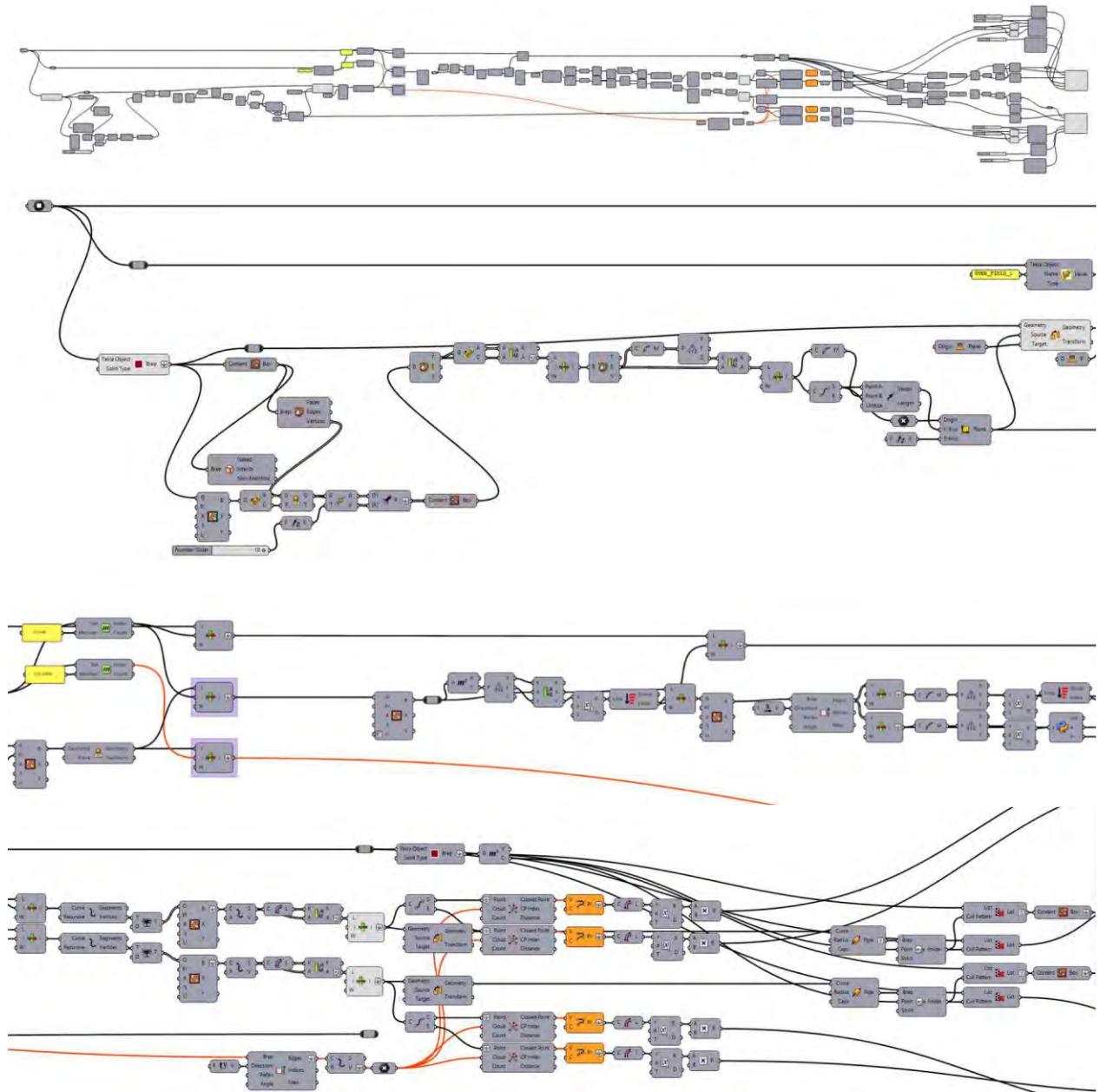
Una vez que las líneas de las barras ingresan a Grasshopper, necesitamos conocer sus dimensiones reales. Utilizamos el nodo Length para medir cada curva. Como en la producción de acero tendremos muchas barras de la misma medida, conectamos estas longitudes a un nodo Create Set, el cual consolida la información y nos devuelve una lista de medidas únicas, eliminando los duplicados, y a su vez nos indica cuántas barras hay de cada longitud. Para mantener un orden lógico de fabricación (de mayor a menor longitud, por ejemplo), pasamos estos datos por un nodo Sort List, el cual organiza las medidas y reordena la geometría paralelamente.

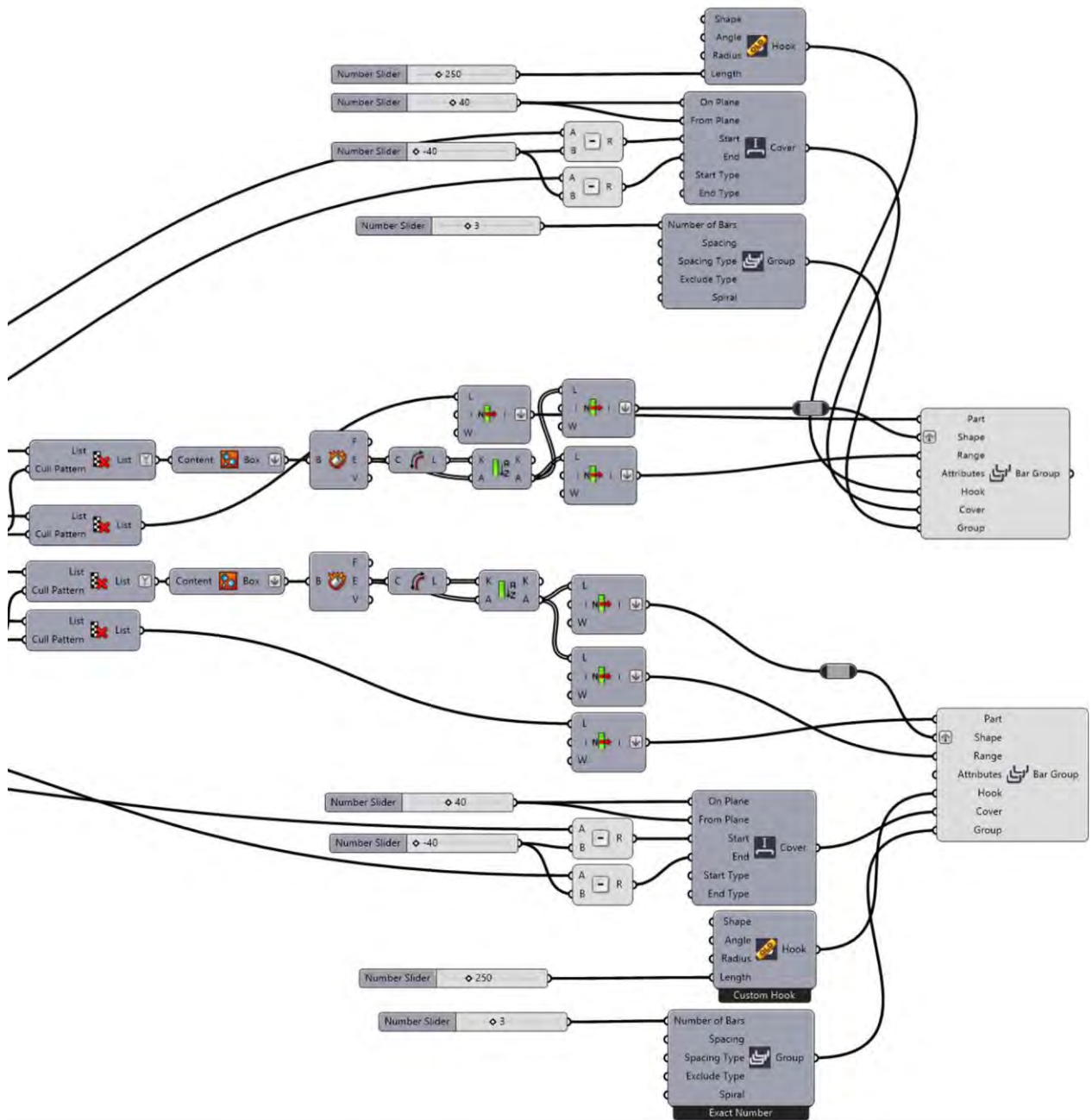
El paso más importante es la reorganización espacial de estas barras. Como originalmente estaban desordenadas, calculamos una nueva posición para cada grupo de barras usando el nodo Series. Este componente genera una lista de números secuenciales (por ejemplo: 0, 500, 1000, 1500) que actuarán como nuestras nuevas coordenadas "Y" para separar uniformemente cada elemento en el dibujo. Convertimos estos números en vectores direccionales con el nodo

Unit Y, y finalmente conectamos nuestra geometría original y estos vectores a un nodo Move. El resultado es que todas las barras de acero se trasladan desde su posición caótica original hacia una cuadrícula o lista perfectamente espaciada y alineada en el espacio de trabajo.

Para culminar, un plano de producción no está completo sin su información escrita. Tomamos las nuevas posiciones de las barras organizadas y usamos el nodo Linear Dimension para acotar automáticamente cada segmento de corte. Adicionalmente, para indicar la cantidad

de piezas idénticas que el operario debe cortar, utilizamos el nodo Text Tag 3D, el cual proyecta un texto flotante junto a cada barra vinculando la cantidad extraída previamente. El resultado final es un flujo que transforma un archivo de datos crudos en un plano de despiece de acero legible, secuencial y listo para su impresión y uso en taller.





Nodos Utilizados:		
Biblioteca	Nodo	Descripción
Tekla Live Link	Get Selected Objects	Captura de manera dinámica los elementos seleccionados por el usuario en la interfaz 3D de Tekla.
Sets	List Item	Recupera un elemento específico de una lista basándose en su índice (ej. asegurando seleccionar solo el primer objeto).
Tekla Live Link	Cast Unit	Filtra y representa una colección de piezas que forman un ensamblaje o unidad colada de concreto.
Surface	Deconstruct Brep	Descompone una geometría sólida (B-rep) en sus componentes base: caras, aristas y vértices.
Surface	Area	Calcula el área total y el punto central (centroide) de las geometrías de superficie.
Sets	Sort List	Ordena una serie de datos numéricos (como las áreas) y reorganiza paralelamente listas secundarias.
Sets	Reverse List	Invierte el orden de los elementos de una lista para acceder rápidamente a los valores máximos.
Surface	Evaluate Surface	Evalúa las propiedades locales de una superficie en un punto específico para obtener su vector normal (dirección).
Tekla Drawing	Create CU Drawing	Ordena a Tekla la creación de un nuevo archivo de plano de tipo Cast Unit Drawing.
Tekla Drawing	Create View	Genera una vista proyectada en el plano 2D basándose en una geometría y una dirección vectorial.
Tekla Live Link	Get Rebars	Extrae y lista todos los elementos de refuerzo (armaduras) contenidos en un elemento padre.
Sets	Clean Tree	Purga las estructuras de datos (Data Trees) eliminando ramas vacías o valores nulos que causan errores.
Curve	Length	Mide la longitud total de las curvas representativas del acero de refuerzo para su posterior clasificación.
Transform	Group	Agrupar listas de geometrías afines para tratarlas como un solo conjunto al momento de etiquetar.
Tekla Drawing	Add Rebar Mark	Inserta etiquetas dinámicas de acero en el plano 2D leyendo las propiedades del refuerzo.
Surface	Bounding Box	Crea una caja ortogonal que envuelve toda la geometría, sirviendo de referencia para medir sus límites máximos.
Surface	Deconstruct Box	Descompone la caja delimitadora para obtener sus esquinas exactas como puntos de referencia espaciales.
Tekla Drawing	Add Dimensions	Traza y posiciona líneas de cotas automáticas en la vista de dibujo conectando puntos específicos.

Para lograr la correcta generación de los planos de despiece de los elementos de concreto armado, es necesario establecer un flujo de datos secuencial que extraiga la información del modelo tridimensional, analice su geometría y, finalmente, proyecte estos datos en el espacio de dibujo (Drawing) de Tekla. La lógica detrás de este script se basa en evitar errores de selección y garantizar que las vistas del plano se orienten correctamente respecto a la geometría real del elemento.

El proceso inicia en el entorno de Tekla, donde el usuario selecciona la unidad colada de interés. Para llevar esta información a Grasshopper, utilizamos el nodo Get Selected Objects, el

cual lee en tiempo real lo que está resaltado en el modelo. Como el usuario podría seleccionar accidentalmente más de un elemento u objetos secundarios, introducimos un nodo List Item configurado con el índice 0 para asegurar que el script trabaje estrictamente con un solo elemento principal a la vez. Posteriormente, pasamos este elemento por el componente Cast Unit, garantizando que el software lo reconozca como un ensamblaje de concreto completo, listo para el detallado. Una vez que tenemos el elemento asegurado, el siguiente reto es determinar la orientación de las vistas para el plano. Para que la vista frontal del plano coincida con la cara principal del elemento, extraemos la geometría sólida del Cast Unit y aplicamos el nodo Deconstruct Brep, el cual "explota" el sólido en sus caras individuales (Faces), aristas y vértices. De esta lista de caras, necesitamos encontrar la más representativa (generalmente la de mayor superficie).

Para ello, usamos el nodo Area, que nos devuelve el centroide y el valor del área de cada cara. Luego, conectamos estos valores numéricos a un nodo Sort List para ordenar las áreas de menor a mayor, y con un nodo Reverse List invertimos el orden para que la cara más grande quede de primera. Usando nuevamente un nodo List Item, logramos aislar únicamente esta cara principal. De esta superficie extraemos su vector normal con un nodo Evaluate Surface, obteniendo así la dirección exacta hacia donde debe "mirar" la cámara de la vista principal del plano. Con el Cast Unit y nuestro vector de orientación definidos, procedemos a inicializar el entorno 2D. Utilizamos el nodo Create CU Drawing para generar el documento oficial en el gestor de planos de Tekla. Inmediatamente después, usamos el nodo Create View, al cual le suministramos el plano recién creado, el modelo del Cast Unit y el vector de orientación obtenido en el paso anterior, logrando que la geometría se proyecte correctamente en el papel.

El núcleo del despiece es, por supuesto, el acero de refuerzo. Para extraerlo, conectamos nuestro Cast Unit inicial al nodo Get Rebars, el cual recopila todas las barras modeladas en su interior. En elementos complejos, esto genera una lista enorme de datos estructurada en árboles (Data Trees), y es común que aparezcan valores nulos si hay armaduras vacías, por lo que usamos el nodo Clean Tree para limpiar los datos y evitar que el script colapse. Para no saturar el plano con etiquetas de aceros idénticos, extraemos las curvas centrales de estas barras y las medimos con el nodo Length. Con estas longitudes y la ayuda del nodo Group, agrupamos las armaduras que son exactamente iguales.

Finalmente, entramos a la fase de anotación. Tomamos el grupo de armaduras filtradas y las conectamos al nodo Add Rebar Mark, que ubica automáticamente las etiquetas de cantidad y diámetro en nuestra vista 2D. Para definir las dimensiones exteriores del concreto, extraemos la caja delimitadora de la geometría con el nodo Bounding Box y la descomponemos con Deconstruct Box para obtener sus puntos extremos. Con estos puntos clave, el nodo Add Dimensions traza automáticamente las líneas de cota ortogonales en los bordes del elemento. De esta manera, obtenemos un plano de despiece claro, acotado y etiquetado mediante un proceso fluido y controlado.

Anexo 14: Ficha de validación de instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO DE LA TESIS: "EVALUACION Y PROPUESTA DE LA INGENIERIA DE DETALLE EN EL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA EMPRESA DE HABILITACION DE ACERO EN LA CIUDAD DEL CUSCO 2023"

1.2. PRESENTADO POR: Bach. Yeltsin Aldair Rivera Muñoz

Bach. Anthony Chuquihuaya Apaza

II. DATOS DEL EXPERTO

2.1. Nombres y Apellidos: Mgt. Ing. Luis Gerardo Becerra Infante

2.2. Especialidad: Ing. Civil

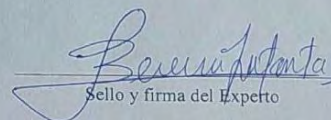
2.3. Cargo e Institución donde labora: Docente Fac. Ing. Civil UNSAAC

TABLA DE EVALUACIÓN

COMPONENTE	INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy Bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Forma	1. REDACCIÓN	Los indicadores e ítems están redactados considerando los elementos necesarios				X	
	2. CLARIDAD	Está formulado con un lenguaje apropiado				X	
	3. OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable				X	
Contenido	4. ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					X
	5. SUFICIENCIA	Los ítems son adecuados en cantidad y claridad					X
	6. INTENCIONALIDAD	El instrumento mide pertinentemente las variables de investigación					X
Estructura	7. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					X
	8. CONSISTENCIA	Se basa en aspectos teóricos científicos de la investigación					X
	9. COHERENCIA	Existe coherencia entre los ítems,				X	
	10. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				X	

III. LUEGO DE REVISADO EL INSTRUMENTO:

Procede su aplicación ☒ Debe corregirse ☐


Sello y firma del Experto