

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE CABLE DE COBRE
RECUBIERTO CON PVC (BUILDING WIRE)**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Juan Carlos Campos Venegas

Código 20150233

Pedro Alonso Muñoz Garcia

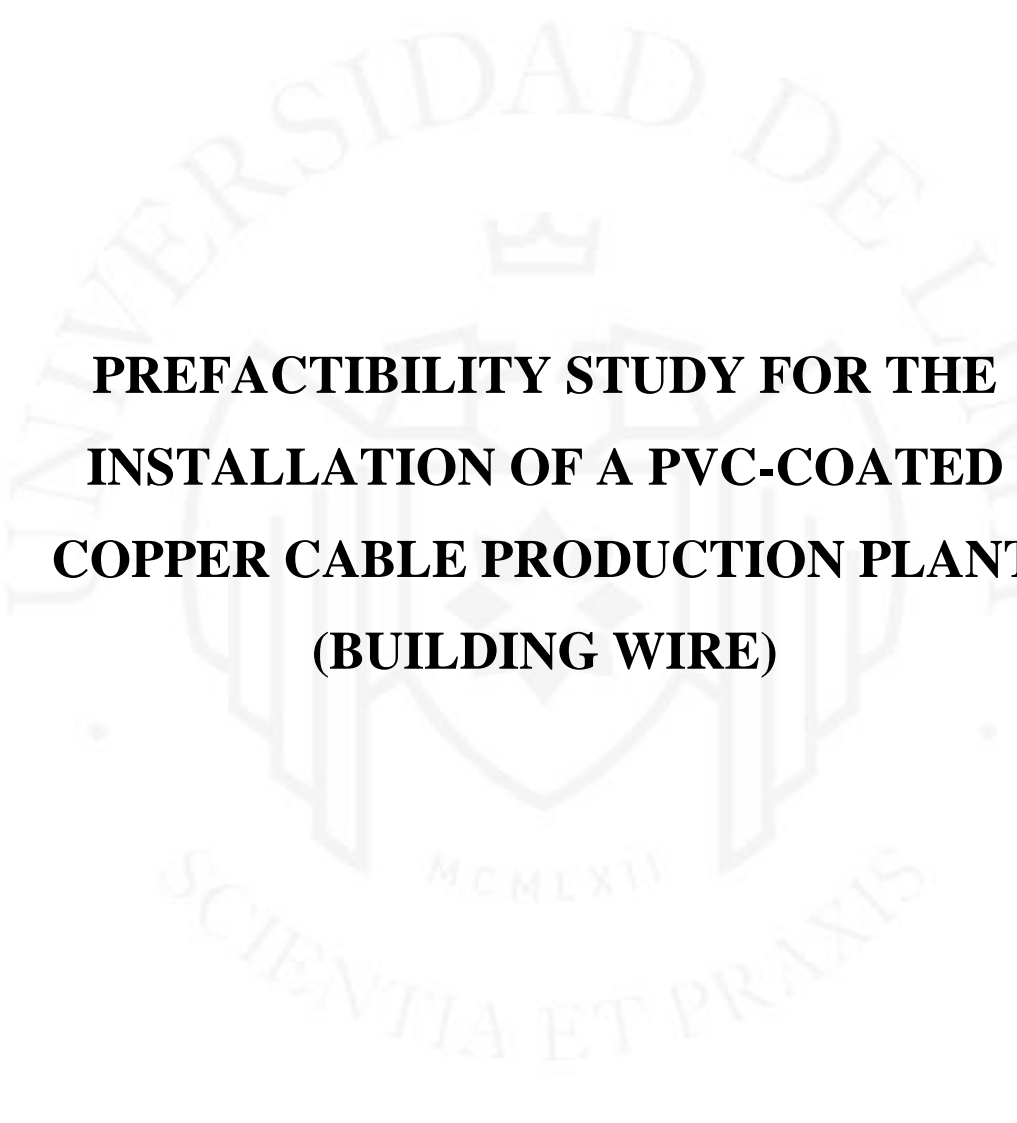
Código 20150930

Asesor

Pedro Arturo Salinas Pedemonte

Lima – Perú

Noviembre de 2021



**PREFACTIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A PVC-COATED
COPPER CABLE PRODUCTION PLANT
(BUILDING WIRE)**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	19
1.1 Problemática.....	19
1.2 Objetivos de la investigación	20
1.3 Alcance de la investigación.....	20
1.3.1 Unidad de análisis	20
1.3.2 Población.....	20
1.3.3 Espacio	20
1.3.4 Tiempo.....	20
1.4 Justificación del tema	21
1.4.1 Técnica	21
1.4.2 Económica.....	21
1.4.3 Social.....	21
1.5 Hipótesis del trabajo.....	22
1.6 Marco referencial	22
1.7 Marco conceptual	26
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	28
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	28
2.1.1 Definición comercial del producto	28
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios	29
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	29

2.1.4	Análisis del sector industrial	29
2.1.5	Modelo de negocios.....	33
2.2	Metodología a emplear en la investigación de mercado	35
2.3	Demanda potencial	36
2.3.1	Patrones de consumo y aspectos a considerar	36
2.3.2	Determinación de la demanda potencial	36
2.4.	Determinación de la demanda de mercado	37
2.4.1.	Demanda del proyecto en base a data histórica	37
2.5.	Análisis de la oferta	45
2.5.1.	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	45
2.5.2.	Participación de mercado de los competidores actuales	46
2.6.	Definición de la Estrategia de Comercialización.....	47
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA		50
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de localización	50
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización.....	51
3.3	Evaluación y selección de localización	54
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización	54
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización.....	60
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA.....		68
4.1	Relación tamaño–mercado.....	68
4.2	Relación tamaño-recursos productivos.....	69
4.3	Relación tamaño–tecnología.....	74
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	74
4.5	Selección del tamaño de planta.....	75
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO		76

5.1	Definición técnica del producto	76
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto.....	76
5.1.2	Marco regulatorio para el producto.....	77
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción.....	78
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida	78
5.2.2	Proceso de producción	79
5.3	Características de las instalaciones y equipos.....	85
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos	85
5.4	Capacidad instalada.....	92
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos.....	92
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada.	93
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	93
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto	93
5.6	Estudio de Impacto Ambiental.....	94
5.7	Seguridad y Salud ocupacional	97
5.8	Sistema de mantenimiento	99
5.9	Diseño de la Cadena de Suministro	100
5.10	Programa de producción	102
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	104
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales	104
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	107
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos.....	108
5.12	Disposición de planta.....	108
5.12.1	Características físicas del proyecto	108
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas.....	110

5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona	115
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización	117
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva.....	118
5.12.6	Disposición general.....	122
5.13	Cronograma de implementación del proyecto	128
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN		130
6.1	Formación de la organización empresarial	130
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios	130
6.3	Esquema de la estructura organizacional.....	132
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO ...		133
7.1	Inversiones.....	133
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo	133
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo	134
7.2	Costos de producción	135
7.2.1	Costos de las materias primas	135
7.2.2	Costos de la mano de obra directa.....	137
7.2.3	Costo de indirecto de fabricación.....	137
7.3	Presupuesto Operativos	145
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas.....	145
7.3.2	Presupuesto operativo de costos y gastos.....	147
7.4	Presupuestos Financieros	150
7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda	150
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados	152
7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera	154
7.4.4	Flujo de fondos netos	154

7.5 Evaluación Económica y Financiera	158
7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR	158
7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR	158
7.5.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto	159
7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto	161
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO.....	164
8.1 Indicadores sociales	164
8.2 Interpretación de indicadores sociales	167
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
BIBLIOGRAFÍA	171
REFERENCIAS	173
ANEXOS	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Datos Comparativos	18
Tabla 2.2: Demanda Potencial	19
Tabla 2.3: Partida Arancelaria	19
Tabla 2.4: Países de importación	20
Tabla 2.5: Importaciones de cable de (2014-2018)	20
Tabla 2.6: Exportaciones de building wire (2014-2018)	21
Tabla 2.7: Producción de cable eléctrico de uso general (2013-2017).....	21
Tabla 2.8: Demanda Interna Aparente DIA.....	22
Tabla 2.9: Evaluación de regresión.....	23
Tabla 2.10: Demanda proyectada (2020-2039)	24
Tabla 2.11: Demanda del proyecto	26
Tabla 2.12: Concentración de comercializadores en el Perú	28
Tabla 3.1: Tiempo y distancia al mercado	36
Tabla 3.2: Producción de cátodos de cobre (en miles)	37
Tabla 3.3: PEA por departamento.....	38
Tabla 3.4: Tarifario de agua por departamento.....	38
Tabla 3.5: Cantidad de parques industriales por departamento	39
Tabla 3.6: Escala de comparación	41
Tabla 3.7: Matriz de enfrentamiento.....	41
Tabla 3.8: Ranking de factores de macrolocalización	41
Tabla 3.9: Denuncias por localidad	47
Tabla 3.10: Cantidad de comisarías por localidad	47

Tabla 3.11: Incidencia del déficit de agua y saneamiento básico por distrito	48
Tabla 3.12: Matriz de enfrentamiento.....	48
Tabla 3.13: Ranking de Factores de micro localización.....	49
Tabla 4.1: Tamaño-mercado (rollos de 100 metros).....	50
Tabla 4.2: Producción de cátodos de cobre de 2013 a 2019.....	51
Tabla 4.3: Proyección de producción de cátodos de cobre.....	52
Tabla 4.4: Exportación de cátodos de cobre	53
Tabla 4.5: Disponibilidad de materia prima para el proyecto.....	53
Tabla 4.6: Producción de cátodos de Chile.....	54
Tabla 4.7: Proyección de exportaciones de Codelco	55
Tabla 4.8: Selección del tamaño de planta	57
Tabla 5.1: Especificaciones técnicas del producto	58
Tabla 5.2: Especificaciones de la maquinaria CompacRod.....	68
Tabla 5.3: Especificaciones de la línea de trefilado y recocido.....	69
Tabla 5.4: Especificaciones de la línea de cableado.....	70
Tabla 5.5: Especificaciones de la línea de extrusión	70
Tabla 5.6: Especificaciones de la línea de rotulado y control de calidad.....	71
Tabla 5.7: Especificaciones de la línea de bobinado	73
Tabla 5.8: Especificaciones del montacargas	73
Tabla 5.9: Cálculo del número de máquinas.....	74
Tabla 5.10: Número de máquinas totales.....	74
Tabla 5.11: Número de operarios	75
Tabla 5.12: Puntuación de matriz de Leopold	76
Tabla 5.13: Criterios de significancia	77
Tabla 5.14: Plan de mantenimiento	82

Tabla 5.15: Programa de producción (2020-2039)	85
Tabla 5.16: Materiales e insumos	86
Tabla 5.17: MRP de Cátodos de cobre	87
Tabla 5.18: MRP sacos de PVC.....	88
Tabla 5.19: Consumo de KW-h año	89
Tabla 5.20: Consumo de agua de enfriamiento (2020-2039)	90
Tabla 5.21: Puntos de espera en la producción de Building Wire en rollos de 100 metros	98
Tabla 5.22: Método de Guerchet	99
Tabla 5.23: Lista de motivos.....	101
Tabla 5.24: Relaciones de proximidad	101
Tabla 5.25: Pares ordenados	103
Tabla 5.26: Leyenda de plano.....	104
Tabla 6.1: Puestos y funciones	113
Tabla 7.1: Inversión fija tangible.....	115
Tabla 7.2: Inversión fija intangible.....	116
Tabla 7.3: Cálculo de capital de trabajo	116
Tabla 7.4: Inversión total	117
Tabla 7.5: Costos de materia prima	118
Tabla 7.6: Costos de mano de obra directa.....	119
Tabla 7.7: Costos de mano de obra indirecta.....	119
Tabla 7.8: Costos generales de planta.....	120
Tabla 7.9: Costos fijos de planta.....	121
Tabla 7.10: Cuadro de depreciación	122
Tabla 7.11: Cuadro de amortización.....	124
Tabla 7.12: Cuadro resumen de depreciación y amortización.....	125

Tabla 7.13: Costos totales de producción y costo unitario	126
Tabla 7.14: Presupuesto de ingreso por ventas	128
Tabla 7.15: Presupuesto operativo de costos	130
Tabla 7.16: Presupuesto operativo de gastos	131
Tabla 7.17: Participación de la deuda	132
Tabla 7.18: Cronograma de deuda en soles	133
Tabla 7.19: Estado de Resultados	135
Tabla 7.20: Flujo de fondos económicos	137
Tabla 7.21: Flujo de fondos financieros	139
Tabla 7.22: Indicadores económicos	140
Tabla 7.23: Indicadores financieros	140
Tabla 7.24: Análisis de sensibilidad según escenarios	144
Tabla 7.25: Indicadores esperados	144
Tabla 8.1: Tabla de valor agregado	147
Tabla 8.2: Interpretación de indicadores sociales	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Cable de cobre recubierto con PVC	10
Figura 2.2: Fuerzas de Porter	12
Figura 2.3: Empresas productoras rivales (en facturación)	14
Figura 2.4: Empresas importadoras rivales (en facturación)	14
Figura 2.5: Modelo Canvas.....	16
Figura 2.6: Demanda Interna Aparente.....	22
Figura 2.7: Participación de mercado	28
Figura 2.8: Variación del precio del cobre (2002-2018)	30
Figura 2.9: Índice de precios de cables de eléctricos para la construcción.....	31
Figura 3.1: Participación de mercado de los departamentos.....	34
Figura 3.2: Parques industriales en Perú.....	35
Figura 3.3: Potencia instalada por región	37
Figura 3.4: Parques industriales en Lima.....	39
Figura 3.5: Parques industriales en Arequipa	40
Figura 3.6: Alternativas de microlocalización	42
Figura 3.7: Tiempos promedio de transporte desde Huachipa	43
Figura 3.8: Tiempos promedio de transporte desde Lurín	43
Figura 3.9: Tiempos promedio de transporte desde Chilca	44
Figura 3.10: Costo y disponibilidad de terreno.....	44
Figura 3.11: Pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad.....	45
Figura 3.12: Distribución de plantas de tratamiento de aguas residuales (PETAR) en Lima	46

Figura 5.1: Building wire.....	59
Figura 5.2: Diagrama de operaciones del proceso.....	64
Figura 5.3: Balance de materia.....	66
Figura 5.4: Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales.....	78
Figura 5.5: Matriz IPERC.....	80
Figura 5.6: Cadena de suministro.....	83
Figura 5.7: Almacén de Materia Prima.....	93
Figura 5.8: Distribución de parihuela de Almacén de Materia Prima.....	93
Figura 5.9: Medidas de almacén de materia prima.....	94
Figura 5.10: Distribución de almacén de producto semi elaborado.....	94
Figura 5.11: Almacén de producto terminado.....	95
Figura 5.12: Distribución de parihuela de producto terminado.....	95
Figura 5.13: Distribución del almacén de producto terminado.....	96
Figura 5.14: Matriz relacional.....	102
Figura 5.15: Dibujo relacional.....	103
Figura 5.16: Detalle de área productiva.....	105
Figura 5.17: Plano tentativo del primero piso de la planta.....	106
Figura 5.18: Plano tentativo del segundo piso de la planta.....	107
Figura 5.19: Planta primer piso (señalización e implemetos de seguridad).....	108
Figura 5.20: Planta segundo piso (señalización e implemetos de seguridad).....	109
Figura 5.21: Diagrama de Gantt del proyecto.....	111
Figura 6.1: Organigrama de la empresa.....	114
Figura 7.1: Estado de Situación Financiera de Apertura.....	136
Figura 7.2: Estado de Situación Financiera del año 1.....	141
Figura 7.3: Ratios de liquidez.....	142

Figura 7.4: Ratios de solvencia.....	142
Figura 7.5: Ratios de rentabilidad.....	143
Figura 7.6: Precios del cobre del último año	144



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Proyección DIA.....	158
Anexo 02: Guion de Entrevista.....	160



RESUMEN

El presente estudio surge producto del interés por promover la transformación de materias primas minerales, principal componente del PBI del Perú, como lo es el cobre.

Por lo que este proyecto desarrollará en los primeros capítulos los aspectos generales que debe tener el producto y los estudios a revisar para tener un sustento teórico adecuado. Además de un estudio de mercado y localización para la implementación de una planta de producción de cables de cobre recubiertos con PVC (Building Wire). Obteniendo que se tendrá una demanda de 3.2 millones de rollos de cable de 100 metros para una planta ubicada en Lurín. Seguido por el cálculo del tamaño de planta identificando al tamaño materia prima como el limitante para la continuidad del proyecto.

Asimismo, la investigación revisa a fondo los procesos de producción desde la fundición del cobre para la producción del cable de cobre para obtener un producto de calidad que cumpla con los estándares internacionales. Luego de ello, se definirá la estructura administrativa de la empresa del proyecto revisando los puestos adecuados de trabajo.

Finalmente se realizará un análisis económico y financiero obteniendo un VAN y TIR financiero de S/ 52 777 721 y 29.15% respectivamente, Beneficio Costo de 2.198 y Periodo de Recupero de 8 años para los 20 años de vida útil del proyecto. Estos indicadores se complementan con un análisis de sensibilidad que involucra directamente el precio del cobre y de indicadores sociales.

Palabras clave: Cobre, cables, colado continuo, trefilado, PVC.

ABSTRACT

This study arises because of the interest in promoting the transformation of mineral raw materials, the main component of Peru's GDP, such as copper.

This project will develop in the first chapters the general aspects that the product must have and the studies to review to have an adequate theoretical support. In addition to this, a market and location study for the implementation of a production plant for copper cables coated with PVC (Building Wire). Obtaining that there will be a demand for 3.2 million rolls of 100-meter cable for a plant located in Lurín. Followed by the calculation of the plant size, identifying the raw material size as the limitation for the continuity of the project.

Furthermore, the research thoroughly reviews production processes from copper melting to copper wire production to obtain a quality product that reaches international standards. After that, the administrative structure of the project company will be defined by reviewing the appropriate job positions.

Finally, an economic and financial analysis will be performed, obtaining a financial NPV and IRR of S/ 52 777 721 and 29.15% respectively, Cost Benefit of 2.198 and Recovery Period of 8 years for the 20-year life of the project. These indicators are complemented by a sensitivity analysis that directly involves the price of copper and social indicators.

Keywords: Copper, cables, continuous casting, wire drawing and PVC.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

El Perú es un país de materias primas por naturaleza. Según cifras de Statista (2018), se encontró en el segundo lugar en el ranking de productores de cobre (solo superado por Chile) con una cifra de 2400 miles de toneladas métricas, representando un 55% del PBI minero metálico, el cual fue el 9.4% del PBI nacional.

Sin embargo, la desaceleración China, principal comprador de esta materia prima con una participación del 63% de nuestro mercado exportador según SUNAT en 2016, ha tenido efectos negativos, impactando la economía peruana específicamente en las futuras inversiones en proyectos mineros y aquellos que se encuentran en operación debido a la variación del precio. Ahora, si bien Perú exporta el 19% de los envíos globales, según Lagarde (2015), directora gerente del Fondo Monetario Internacional, se terminaron los tiempos de las vacas gordas para las materias primas, que había traído muchos beneficios para la región de América Latina.

Por tal motivo, el presente proyecto busca darle una propuesta de valor al mineral del cobre, transformándolo en cable de cobre recubierto con PVC (de ahora en adelante building wire). Este es un producto primordial para instalaciones fijas. En cuanto a la ingeniería del proyecto, se buscará eficiencia y competitividad a través del proceso de colada continua que, si bien tiene un alto costo, tiene muchas ventajas sobre el método convencional y permite ofrecer un producto de alta calidad. De esta forma, se busca abastecer la demanda local, generando además puestos de trabajo, un avance tecnológico y sentar las bases para un posicionamiento industrial importante para el país.

1.2 Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación es demostrar la factibilidad de la instalación de una planta productora de building wire, tomando como base la necesidad del mercado, la disponibilidad de materia prima y la instalación de una tecnología adecuada.

Los objetivos específicos son:

- Realizar un estudio de mercado que abarque del 2014 al 2018 para pronosticar y sustentar la viabilidad de introducir los productos al mercado.
- Determinar la tecnología, procesos, requisitos, normativas y estándares internacionales para poder producir el tipo de cable mencionado.
- Evaluar económica y financieramente el proyecto para poder sustentar su viabilidad.

1.3 Alcance de la investigación

1.3.1 Unidad de análisis

La unidad de análisis para la presente investigación será el building wire.

1.3.2 Población

La población determinada son las empresas industriales relacionadas con la producción de cables de cobre.

1.3.3 Espacio

El espacio delimitado para la investigación es principalmente la venta de cables en Perú.

1.3.4 Tiempo

El tiempo propuesto de la investigación es 2019 y parte del 2020.

1.4 Justificación del tema

1.4.1 Técnica

El Perú es un país que durante toda su historia ha vivido de la explotación y exportación de materia prima como ha sido el guano, salitre, caucho, entre otros. Sin embargo, jamás se logró crear una condición productiva para agregarle un valor agregado a cada insumo. Por tal motivo, “El entorno exterior actual (brusca caída de los precios de los commodities y unas condiciones de financiamiento más restrictivas) plantea mayores dificultades para que un país exportador de materias primas, como el Perú, crezca al mismo ritmo del pasado” (Porlles & Cachay & Salas, 2015, p. 89). Es por esto por lo que se propone transformar el commodity de mayor exportación de los últimos años, como es el cobre, dándole un valor agregado y así sentar las bases de una posible economía de crecimiento basada en la industrialización.

1.4.2 Económica

En el Perú, existen varias plantas de producción de hilos y cables aislados bajo la denominación CIIU 3: 3130. Una de las empresas más reconocidas por la fabricación de cables eléctricos para la construcción es INDECO, la cual abastece gran parte del mercado nacional y cuenta con la respectiva acreditación de no solo sus procesos (ISO 9001 e ISO 14001) sino también de sus productos ya que ha logrado cumplir con las normativas y estándares internacionales para la fabricación de diferentes tipos de cable como bien detallan en su catálogo de productos.

1.4.3 Social

Según Cotlear, CEPAL y Sagasti, (Como se citó en Rodríguez & Tello, 2010):

Si consideramos el progreso logrado en varios países de la región, la economía peruana se encuentra aun comparativamente rezagada en varias dimensiones críticas, especialmente en el acceso a servicios de calidad, sobre todo en educación, salud y seguridad y en el desarrollo de sus capacidades de innovación y progreso tecnológico(...) Esto se expresa en la escasa participación del Perú en el comercio mundial de manufacturas. (p. 1)

Por tal motivo, el presente proyecto plantea sentar las bases de inversión en innovación y progreso tecnológico, apoyándose en los proyectos mineros en el Perú, a

través de la generación de empleos y un crecimiento social de la región para así poder reflejar una mejora de la calidad de vida de las personas involucradas.

1.5 Hipótesis del trabajo

La instalación de una planta de producción de cable de cobre recubierto con PVC es viable pues existe mercado para el producto y es factible técnica y económicamente.

1.6 Marco referencial

Para la presente investigación se ha realizado una búsqueda en diferentes fuentes como libros de texto académicos, revistas científicas, reportes, publicaciones y tesis.

Referencia 1 – Artículo de revista

- Autor: Adolfo Briceño Reynel
- Título: Proyecto de fabricación de tuberías de cobre
- Nombre de la revista: Ingeniería industrial
- Fecha: 2008
- Páginas: 125-145
- Número: 26

Resumen de la fuente:

El autor hace referencia a su estudio de prefactibilidad sobre una planta de tuberías de cobre para obtener el título de Ingeniero Industrial. Menciona la importancia del binomio empresa estatal-empresa privada para poder tener un sostén y apoyo, así como dinamismo y agilidad para la toma de decisiones para un crecimiento y desarrollo para hacer frente a un mundo cada vez competitivo en el cual nuestro país se encuentra atrasado.

Similitudes y diferencias:

Tanto en el artículo de la revista como en el proyecto a investigar se tiene como insumo principal el cobre. Por otro lado, en ambos casos se piensa en que el mercado nacional no será suficiente por lo que se plantea la idea de exportación del producto para poder tener un modelo de negocio sustentable y competitivo, permitiendo la factibilidad

del proyecto. A diferencia del producto terminado del artículo, el producto propuesto por el proyecto a investigar es building wire. En el proceso del artículo, lo primero que ingresa al flujo es un metal conformado por cobre refinado y chatarra de calidad controlada mientras que en el proyecto se piensa usar cátodos de cobre.

Referencia 2 – Artículo de Revista

- Autores: Pablo del Águila, Martín Martínez y Fernando Regalado
- Fecha: Septiembre 2017
- Título: Cobre: Evolución reciente y potencial de desarrollo
- Nombre de la revista: Moneda
- Páginas: 29-32
- Número: 171

Resumen de la fuente:

En este artículo, se muestra la situación actual de la industria del cobre en el Perú y su potencial de desarrollo. Destaca los esfuerzos del Gobierno para eliminar las barreras burocráticas y generar convergencia entre los sectores productivos y las comunidades para la solvencia social de diversos proyectos mineros en el país. Se detalla el productivo del cobre y a su vez los principales departamentos productores de este mineral. Este proceso productivo consta de 4 etapas: la extracción, procesamiento, fundición y refinación.

Similitudes y diferencias

Este artículo contiene información sobre la producción de cobre por cada país desde el 2007 a 2016 en TMF y con una línea de tiempo con hitos marcados que aportan a entender el crecimiento de la producción en Perú. Además, menciona el precio del cobre a lo largo de los años, lo cual será de gran utilidad para determinar los costos de la materia prima para el bulding wire. La principal diferencia es que el artículo no habla del producto, trata únicamente del cobre en su estado de materia prima, de las principales empresas de explotación y los principales destinos de exportación. Asimismo, explica el proceso de obtención del cobre, terminado en la refinación como cobre puro.

Referencia 3 – Libro

- Autor: Leonardo Emiro, Contreras Bravo
- Título: Procesos de fabricación en metales

- Año: 2018
- Ciudad: Bogotá
- Editorial: Ediciones de la U

Resumen de la fuente:

Este libro abarca de manera general la estructura, propiedades y clasificación de distintos materiales (metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos) para poder profundizar en los diferentes procesos de transformación para obtener un producto terminado con un valor agregado. Además, brinda conceptos teóricos y prácticos para poder comprender mejor cada uno de los procesos realizados por los distintos equipos industriales.

Similitudes y diferencias

Se habla de los factores tecnológicos del estirado brindando información de cómo plantear ecuaciones para definir el volumen final del producto. Este libro abarca procesos de fabricación en metales de manera general y no hace precisiones acerca de un material en específico. La información es muy general para la explicación de los procesos y no detalla a manera de línea de producción de cables. Además, menciona un proceso de estirado de barras cuyo proceso es poco usado.

Referencia 4 – Tesis

- Autor: Diaz Carruitero, Esther
- Título: Estudio de preliminar para la instalación de una planta de alambón de cobre.
- Año: 1987
- Ciudad: Lima
- Carrera/Universidad: Ingeniería Industrial/Universidad de Lima
- Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial

Resumen de la fuente:

La presente tesis realiza un estudio con tal de evaluar la rentabilidad de la instalación de una fábrica de alambón de cobre en el país. Para ello, ha efectuado un análisis de mercado y de ingeniería, así como los demás aspectos que intervienen en una evaluación de un proyecto.

Semejanzas y diferencias

Este estudio preliminar cuenta con tanto con un análisis del mercado y competencia local (mencionando y detallando la producción de las principales empresas en Perú), como con un análisis del mercado extranjero teniendo como principales centros de comercialización el London Metal Exchange y el mercado de Nueva York. Por otro lado, el proyecto presenta el proceso de producción mediante el proceso convencional y no por colada continua, distanciándose de la presente investigación. Esta investigación servirá de base para poder obtener información hasta antes del trefilado para la producción del cable.

Referencia 5 – Tesis

- Autor: Navarro Cole, José
- Título: Estudio de preliminar para la implementación de una planta de alambrón de cobre.
- Año: 1989
- Ciudad: Lima
- Carrera/Universidad: Ingeniería Industrial/Universidad de Lima
- Tesis para optar el título de Bachiller de Ingeniero Industrial

Resumen de la fuente:

El presente estudio detalla desde un principio afirmando que se realizó un estudio de mercado tomando algunos datos representativos y se llegó a la conclusión que el mercado externo ofrece mejores perspectivas que el local, puesto que la demanda proyectada en 1989 era de 83'000 tn/año.

Semejanzas y diferencias

Al igual que la referencia anterior, la investigación presenta un proceso de producción distinto al que se tiene planteado realizar. Sin embargo, detalla requerimientos y factores necesarios a considerar para llevar a cabo una planta de producción de alambrón de cobre (paso previo del trefilado), lo cual hace que sea muy útil como una fuente de investigación.

Referencia 6 – Documento de Sitio Web

- Autor: Lilia Stubrin, Joaquín Gana
- Nombre de la página web: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- Nombre del sitio web: Las empresas manufactureras de cobre en Chile.
- Año: 2017
- Mes: Agosto
- Año de consulta: 2019
- Mes de consulta: Agosto
- Día de consulta: 25/8/2019
- Dirección URL: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42063-empresas-manufactureras-cobre-chile>

Resumen de la fuente:

Este documento abarca el crecimiento de la actividad minera en Chile así como el involucramiento de capital privado en un desarrollo paulatino de proveedores locales. A su vez, buscar indagar en el tipo de productos en base a cobre producidos en Chile, explicando las características del mercado que abarca y las respectivas nueve empresas manufactureras para poder así analizar su potencial y futuros desafíos.

Similitudes y diferencias:

Así como Perú, Chile es un gran exportador de cobre, pero tampoco cuenta con muchas empresas manufactureras con respecto a la minería. El mercado chileno es muy parecido al mercado peruano y a su vez sirve de base para establecer un plan.

1.7 Marco conceptual

A continuación, se detallan definiciones relacionadas con el trabajo de investigación:

1. Alambión de Cobre: Es un producto semi-terminado que tiene la forma de varilla, una sección circular cuya longitud y diámetro varían de acuerdo con las especificaciones del producto y cliente.
2. Alambre de Cobre: Es un productor terminado que se caracteriza por tener un único conductor eléctrico que tiene la forma de varilla.

3. Cable: Es un producto terminado conformado por un grupo de alambres envueltos con un revestimiento.
4. Decapado: Proceso de limpieza del óxido de alambón que se realiza entre el laminador y la bobina por medio de ácido sulfúrico
5. Wire Bars: Es la fundición del cobre puro en forma de cátodos.
6. Colada continua: Es un tipo de tecnología para la producción de alambón de cobre, consiste en una rueda metálica cuyo diámetro está normalizado de acuerdo con la capacidad de moldeo. La rueda esta ranurada en su borde periférico para el alojamiento de la colada de cobre líquido, una banda metálica envuelve la rueda, tapando para encajonar el cobre hasta su solidificación.
7. Horno tipo ASARCO: Es el diseño especial de un honro de fusión de donde se obtendrá el cobre líquido usando como insumo cátodos de cobre, revestido de material refractario y con paneles de control. Utiliza quemadores de propano.
8. Dado de estirado o de trefilado: Esta conformado por diferentes partes: entrada, ángulo de aproximación, superficie del cojinete y relevo de salida que en conjunto permiten educir la sección transversal, evitando que el material se raye.
9. Estiramiento o trefilado: Forma parte del proceso de deformación y consiste en ejercer fuerza en la parte delantera de la pieza, haciéndola pasar por un dado y de esta manera obtenga su forma tras haberse alargado y disminuido su sección transversal.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

Debido a que la investigación estará centrada en la industria peruana que produce cable de cobre recubierto con PVC para su instalación en edificaciones, en este capítulo se evaluará la perspectiva de este mercado tomando como referencia la cantidad de empresas que fabrican y comercializan este producto, permitiendo realizar una proyección para los años siguientes.

2.1.1 Definición comercial del producto

El cable de cobre recubierto con PVC es un subproducto del alambre de cobre. A continuación, se detalla la descripción del building wire:

- Básico: Cable de cobre recubierto con PVC de conducción de energía eléctrica.
- Real: Cable de cobre que cumple con los requerimientos y estándares internacionales.
- Aumentado: Cable de cobre de alta calidad con servicio de asesoramiento durante todo el ciclo de venta y garantía.

Figura 2.1:

Cable de cobre recubierto con PVC



Nota: Modelo de producto de Indeco, 2019 (https://www.nexans.pe/eservice/Peru-es_PE/navigate_268600/THW_90_AWG_450_750_V_menor_o_igual_a_8_AWG.html#characteristics)

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios

El uso principal del cable de cobre recubierto con PVC es como conductor de electricidad en instalaciones fijas. El calibre seleccionado corresponde a los tomacorrientes, pero también se puede utilizar para el alumbrado.

Bienes sustitutos

No hay exactamente un bien sustituto como tal debido a la excelente conductividad del cobre y al precio el cual se obtiene, pero en la industria existen cables de mayor calibre que se pueden utilizar para la misma función con la diferencia de que el precio es mucho mayor ya que existe un sobredimensionamiento.

Bienes complementarios

Hay que considerar que, para utilizar el cable, se debe tener en cuenta los elementos de seguridad como: puesta a tierra, asilamiento, guantes, etc., que se usaran en los proyectos.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

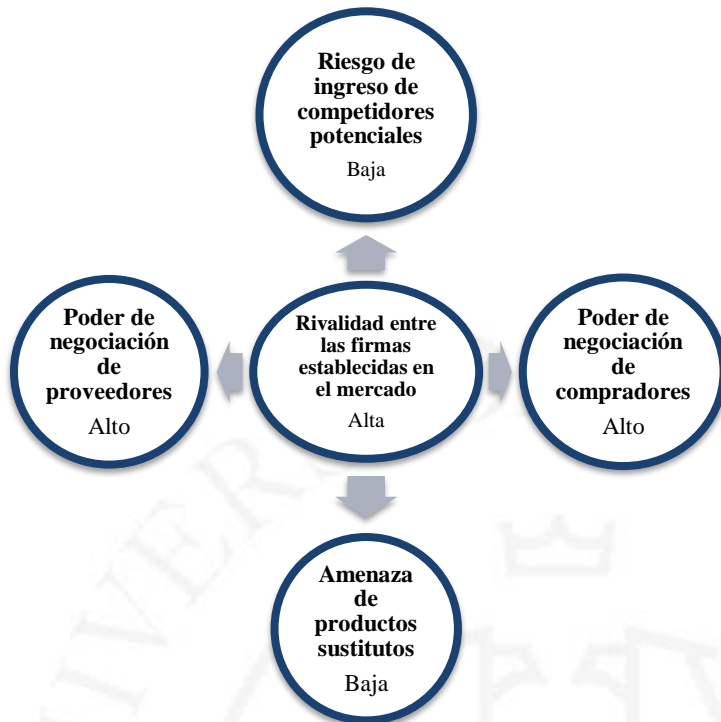
El estudio de mercado de la presente investigación abarca el departamento de Lima.

2.1.4 Análisis del sector industrial

Para realizar el análisis del sector industrial se ha usado el modelo de Porter y las 5 fuerzas del mercado. Con esta herramienta podemos establecer en un primer momento la intensidad de la competencia y la rivalidad en la industria, para poder obtener primeras conclusiones acerca de la oportunidad de inversión y rentabilidad del proyecto.

Figura 2.2

Fuerzas de Porter



Riesgo de ingreso de competidores potenciales

Para considerar el ingreso de competidores potenciales hay que considerar lo siguiente:

- Legal: Existen autorizaciones que debe dar el MINAM, estándares de calidad como la NTP 342.026:1978 revisada en 2012 titulada: “COBRE Y SUS ALEACIONES. Alambres y alambres planos. Requisitos generales”; la NTP 370.252:2018 titulada: “CONDUCTORES ELÉCTRICOS. Cables aislados con compuesto termoplástico y termoestable para tensiones hasta e inclusive 450/750 V.” así como estándares internacionales para el aislante como NEMA MW 1000 y JIS C 3202.
- Financiero: La principal barrera es la elevada inversión inicial que requiere el proyecto.
- Tecnológica: Existe las máquinas a disposición de cualquier potencial competidor.
- Recursos Humanos: Se necesita una mano de obra especializada con constante capacitación a pesar de que el proceso es semi-automático.
- Ecológicas: Se necesita una adecuada evaluación y plan de trabajo para no infringir ningún ecosistema.

En conclusión, el riesgo es bajo ya que se necesita principalmente una gran inversión, así como cumplir la normativa local e internacional para ofrecer un producto de calidad que pueda competir en el mercado.

Poder de negociación de proveedores

El principal proveedor para el presente proyecto es Southern Copper Perú, el cual vende el cátodo de cobre (principal insumo para el proceso) en planchas en forma cuadrada de aproximadamente 1.0/1.1 m x 1.0 m x 1.0 m con un peso de 132-185 kg. aproximadamente por pieza, con un espesor de 3.0 – 3.5 cm. con una oficina comercial en Av. Caminos del Inca N° 171, Chacarilla, Santiago de Surco. Otra alternativa es la empresa Cerro Verde, sin embargo, cuenta con una menor producción de cátodos y venta exclusiva con NEXANS.

En conclusión, el poder de los proveedores es alto porque la empresa mencionada es la principal proveedora de cátodos de cobre en el Perú, que podría satisfacer nuestro requerimiento de materia prima.

Poder de negociación de compradores

Los principales compradores son los distribuidores, así como medianas y grandes empresas privadas del sector construcción que requieren este producto para la instalación eléctrica.

Se concluye que el poder de negociación de compradores es alto debido a que cuentan con diversas opciones de empresas consolidadas en el mercado que venden este calibre de cable mediante sus distribuidores autorizados.

Amenaza de productos sustitutos

Considerando que el cobre es el metal con mayor conductividad eléctrica y que el producto final es building wire, no existe un producto sustituto más que un cable de mayor calibre.

Por tal motivo, se concluye que la amenaza de productos sustitutos es baja.

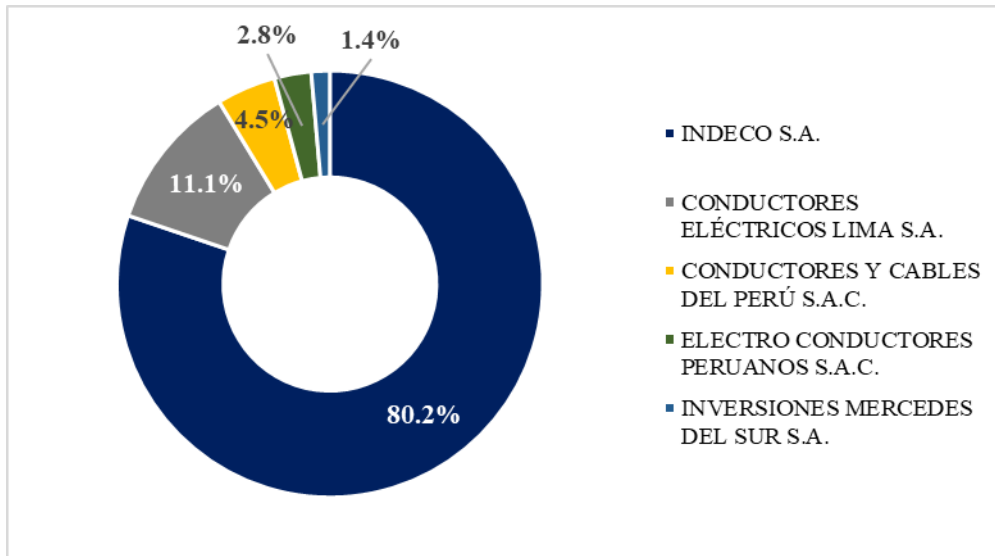
Rivalidad entre las firmas establecidas en el mercado.

Para este punto, se tomará en cuenta la participación de mercado de las principales empresas productoras de cables eléctricos para construcción, así como de las importadoras. Según el informe económico de la construcción (IEC) N°20 publicado por

la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en el año 2018, el mercado se encuentra distribuido de la siguiente forma:

Figura 2.3

Empresas productoras rivales (en facturación)

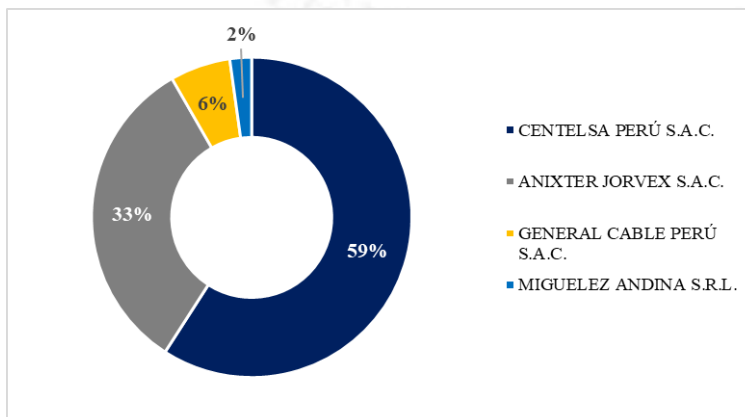


Nota: Cámara Peruana de la Construcción, 2017 (https://issuu.com/capeco.org/docs/iec20_0918).

Analizando la Figura 2.3, se evidencia que INDECO es líder indiscutible del mercado con 80.2% del total y el competidor más cercano, CONDUCTORES ELÉCTRICOS LIMA S.A., cuenta con un 11.1% de participación. Esto quiere decir que entre ambos poseen un 91.3% del mercado, lo cual significa que están muy bien posicionados ya que ofrecen un producto de calidad.

Figura 2.4

Empresas importadoras rivales (en facturación)



Nota: Cámara Peruana de la Construcción, 2017 (https://issuu.com/capeco.org/docs/iec20_0918).

Analizando la Figura 2.4, se identifica nuevamente una tendencia de un líder indiscutible del mercado, como es el caso de CENTELSA PERÚ S.A.C con un 59.1% del mercado y el competidor más cercano, ANIXTER JORVEX S.A.C, con un 32.6% del mercado. Esto quiere decir que entre ambos poseen un 91.7% del mercado, lo cual significa que también están fuertemente posicionados ya que ofrecen un producto de calidad. Consideramos que una fortaleza de CENTELSA, es la cercanía de su planta con respecto a nuestro país, ya que se encuentra en Colombia.

2.1.5 Modelo de negocios

A continuación, se detalla el modelo de negocio mediante la herramienta de modelo Canvas.

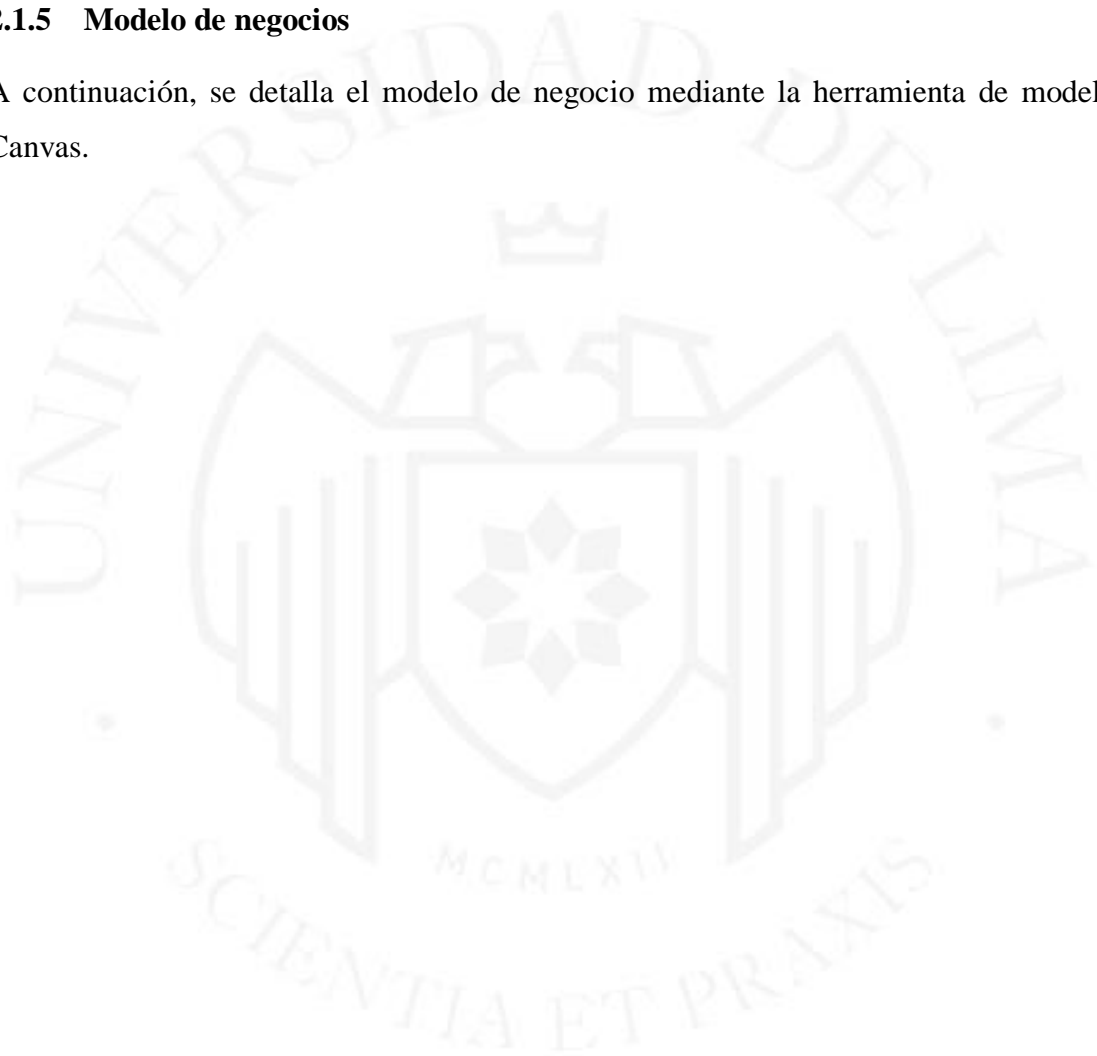


Figura 2.5

Modelo Canvas

<p>8. Aliados Clave El principal aliado clave para la empresa es el proveedor del insumo principal de la materia prima (cátodos de cobre): Southern Cooper. Los clientes también son aliados clave debido a que dependemos de la reputación de nuestro producto y servicio para poder mantenernos y crecer en el mercado. Como último socio clave se considera a los distribuidores ya que permiten llegar al cliente final.</p>	<p>7. Actividades Clave El proceso de colada vertical es clave para ser una empresa competitiva en tecnología y producción para obtener un producto de calidad. Otro proceso clave es el enrollamiento del cable previo a su recubrimiento con PVC para garantizar la conductividad.</p>	<p>2. Propuesta de Valor Disponibilidad de un producto de calidad con estándares internacionales, producido localmente; permitiendo pedidos y entregas en un corto plazo.</p>	<p>4. Relaciones con los Clientes Se busca que los clientes confíen en la capacidad de la empresa para atender sus pedidos a la brevedad posible con el cumplimiento de plazos determinados junto con una asistencia personal de asesoramiento.</p>	<p>1. Segmentos de Clientes Se busca a los distribuidores que vendan a ferreterías así como empresas de capital privado que se dediquen a la construcción.</p>
	<p>6. Recursos Clave Cátodos de cobre PVC Capacidad intelectual del equipo comercial para las ventas. Financiamiento durante los primeros años para superar el apalancamiento</p>		<p>3. Canales de Distribución Se contará con un equipo comercial de ventas que atenderá a los distribuidores así como las empresas de capital privado.</p>	
<p>9. Estructura de costos Personal Compra de materia prima Mantenimiento a máquinas Logística de distribución Almacén Depreciación de Máquinas y equipos Servicios básicos Consumo de gas Predios e impuestos</p>		<p>5. Flujo de Ingresos El flujo de ingresos está marcado principalmente por el volumen y venta del producto. El margen de ingreso podría verse afectado por el precio del cobre en el mercado como commodities.</p>		

2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado

Este trabajo de investigación se trata de un producto industrial que requiere de una gran cantidad de información de primera mano para tener una mayor aproximación a la realidad. Dentro de los distintos tipos de fuente primaria, se ha optado por la entrevista. Las entrevistas serán individuales y se harán a personas que tengan experiencia en el rubro industrial de cables para edificaciones y poder así conocer la realidad del mercado y estructurada, ya que se elaborará una guía de entrevista que contiene preguntas puntuales pero que dan lugar a obtener comentarios por parte del entrevistado.

Para poder tener información de distintos puntos de vista del mercado, se tiene proyectado realizar entrevistas a personas que tengan los siguientes cargos o similares.

- a) Miembro, colaborador o propietario de alguna empresa de extracción y/o fundición de cobre.
- b) Miembro, colaborador o propietario de alguna empresa productora de cable de cobre
- c) Ingeniero civil que contrata y supervisa a ingenieros eléctricos para edificaciones.

Estas entrevistas brindarán información acerca de proveedores, competencia, distribución, publicidad y promoción, inversión y demanda.

Como fuente secundaria, como se mencionó en el marco referencial, se ha realizado una búsqueda exhaustiva acerca de las principales investigaciones, tesis y artículos de revistas elaborados tanto en la Universidad de Lima, así como estadísticas e informes brindados por organismos del Gobierno. Lo cual nos proporciona una calidad de datos bastante fiable.

De estas fuentes se puede rescatar las bases de datos de exportación e importación de SUNAT, data estadística proporcionada por CAPECO, información de principales consumidores y competencia en Peru Top 10'000, investigaciones, folletos y revistas de mineras y empresas de fundición de metales como Southern Copper Perú, Cerro Verde, y por último de empresas que comercializan directamente el producto tales como INDECO y CENTELSA.

2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo y aspectos a considerar

Los patrones de consumo que pueden ser utilizados para el presente proyecto son muy puntuales, ya que no se trata de un producto de consumo masivo.

- Aspecto político y económico: En este aspecto es importante considerar la coyuntura nacional acerca de la estabilidad política que propicie una continuidad a las normas y leyes existentes.
- Nro de importaciones: Este producto es frecuentemente importado y en alto volumen. Según SUNAT (2018), se ha realizado 6'438 transacciones de importación en los últimos 10 años, de 224 empresas distintas y con un promedio de 5 ton de building wire. Se ha revisado la tendencia de importaciones y se ha identificado que se encuentra en buen momento.

Es importante mencionar que este proyecto no se ve afectado por la estacionalidad, aspectos culturales o cualquier otro tipo de patrón de consumo.

2.3.2 Determinación de la demanda potencial

La demanda potencial es la máxima cantidad de building wire que se puede comercializar y comprar. Encontrar este dato es muy importante para poder detectar la viabilidad del proyecto. Para determinar esta demanda es necesario analizar los factores que actualmente afectan el mercado y su comportamiento actual.

Para poder realizar el cálculo de la demanda potencial se ha considerado como país similar a Brasil. Se ha recopilado la información de Euromonitor de cable aislado exclusivo para el sector construcción, dando los siguientes resultados comparativos con la información de Perú, rescatado de PRODUCE.

Con esta información, se procederá a obtener la demanda potencial:

Tabla 2.1

Datos comparativos

Consumo per cápita kg Perú	Consumo kg/per cápita Brasil	Consumo \$/per cápita Perú	Consumo \$/per cápita Brasil
1.04	1.49	6.29	9.03

Nota: Datos que muestran la comparación entre Perú y Brasil con información de Euromonitor y Produce.

Tabla 2.2*Demanda Potencial*

Nº Habitantes Perú	Consumo kg per cápita Brasil	Consumo \$ per cápita Brasil	Demanda Potencial en \$	Demanda Potencial en KG
31 990 000	1.59	9.03	47 751 901	288 981 435

Nota: Datos que muestran la comparación entre Perú y Brasil con información de Euromonitor y Produce.

2.4. Determinación de la demanda de mercado**2.4.1. Demanda del proyecto en base a data histórica**

Importaciones y exportaciones

El estudio de mercado para la instalación de una planta de producción de cable de cobre está basado en la gran demanda existente de importaciones

Por ello, se ha revisado principalmente de data secundaria extraída de SUNAT acerca de las exportaciones e importaciones de cable de cobre aislado. La información recabada es del periodo comprendido de los últimos 5 años, 2014-2018. De igual manera, se ha seleccionado la partida arancelaria con las que se realiza la comercialización de este producto en otros países.

A continuación, se detalla la partida arancelaria.

Tabla 2.3*Partida Arancelaria*

Partida Arancelaria	Descripción de la partida
8544.49.10.90	Hilos, cables (incl. coaxiales) y demás conductores aislados para electricidad, aunque estén laqueados, anodizados o provistos de piezas conexión; cables fibras ópt. constituidos por fibras enfundadas individualmente, incluso con conductores eléctricos incorporados o provistos de pzas. conexión.

Nota: Descripción de la partida arancelaria según figura en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2019.

Importaciones

De acuerdo con las consultas generadas a la base de datos de SUNAT, el Perú importa cable principalmente de los siguientes países del periodo previamente mencionado.

Tabla 2.4

Países de importación

País de Importación	Kg de Importación
COLOMBIA	1 129 357
CHILE	1 086 785
ESTADOS UNIDOS	937 015
CHINA	449 783

Nota: Según figura en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2019.

A continuación, se detalla la cantidad de kilogramos que se importa al Perú según el periodo previamente mencionado.

Tabla 2.5

Importaciones de cable (2014-2018)

Año de importación	Kg de Importación
2014	29 828 000
2015	33 431 000
2016	34 483 000
2017	35 471 000
2018	35 002 000

Nota: Según figura en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2019.

Exportaciones

De acuerdo con las investigaciones, las exportaciones peruanas de cable de cobre son muy reducidas en comparación a las importaciones. A continuación, se detalla la cantidad de kilogramos que se exporta desde el Perú según el periodo previamente mencionado.

Tabla 2.6*Exportaciones de building wire (2014-2018)*

Año de Exportación	Kg de Exportación
2014	1 491 000
2015	1 490 000
2016	2 071 000
2017	1 153 000
2018	1 275 000

Nota: Según figura en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria, 2019.

Como se puede observar, el volumen en kg de exportación es mínimo en comparación a las importaciones. Luego de conversar con expertos y comercializadores, las importaciones son voluminosas debido al bajo precio proveniente de Brasil y Colombia, además de tener un nivel de calidad aceptable. Por ello, con el presente proyecto se pretende competir con las importaciones y obtener parte de la demanda local.

Producción nacional

Según el informe económico de la construcción (IEC) N°20 publicado por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) en el año 2018 la producción anual de cables eléctricos para la construcción fue la siguiente:

Tabla 2.7*Producción de cable eléctrico de uso general (2013-2017)*

Año de Producción	Kg de Producción
2013	17 588 000
2014	15 496 000
2015	13 692 000
2016	13 449 000
2017	10 766 000

Nota: Según figura en Produce, 2019.

Es importante mencionar que para poder reducir el volumen de importaciones la producción nacional se debe basar tanto una estrategia de bajos precios como un estándar de calidad elevado o que se asemeje lo más que se pueda a la de Brasil o Colombia.

2.4.1.1. Demanda Interna Aparente Histórica

Luego de haber expuesto la información correspondiente a la exportación, importación y producción nacional de building wire, se procede a realizar el cálculo de la Demanda Interna Aparente o DIA.

El DIA se calcula de la siguiente manera:

$$DIA = Producción + Importación - Exportación$$

A continuación, se detalla el DIA en kilogramos:

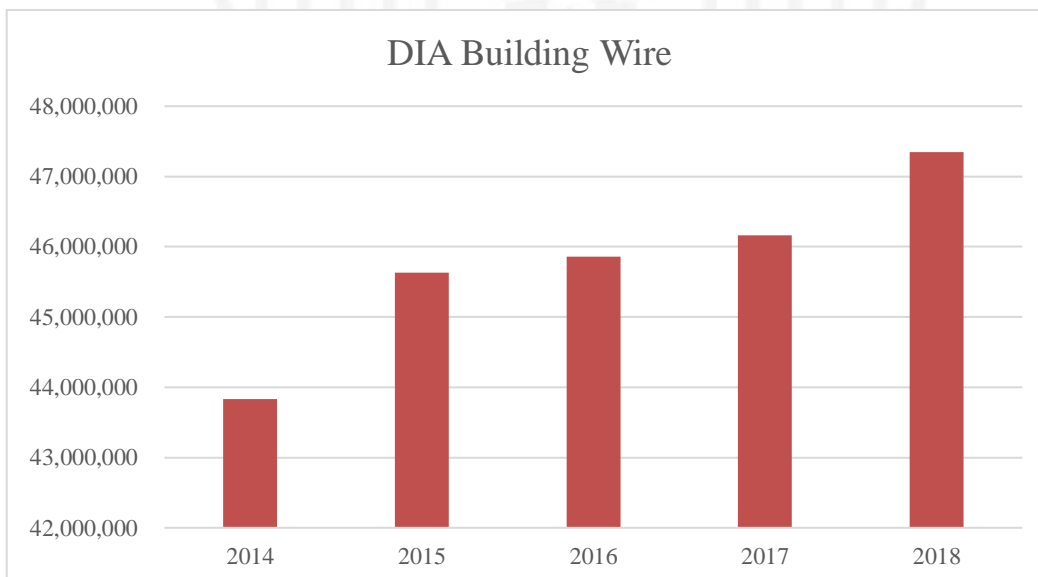
Tabla 2.8

Demanda Interna Aparente DIA

Año	Producción	Importación	Exportación	DIA	% Crec.
2014	15 496 000	29 828 000	1 491 000	43 833 000	
2015	13 692 000	33 431 000	1 490 000	45 633 000	4.1%
2016	13 449 000	34 483 000	2 071 000	45 861 000	0.5%
2017	11 842 600	35 471 000	1 153 000	46 160 600	0.7%
2018	13 618 990	35 002 000	1 275 000	47 345 990	2.6%

Figura 2.6

Demanda Interna Aparente



2.4.1.2. Proyección de la demanda (serie de tiempo o asociativas)

Para poder realizar la proyección de la demanda histórica, se ha realizado una evaluación para identificar a qué tipo de regresión se acomoda la DIA con el análisis de correlación correspondiente (R^2) para cada uno.

Tabla 2.9

Evaluación de regresión

Potencial	Exponencial	Logarítmica	Lineal
0.9284	0.8854	0.9265	0.8894

Se ha realizado un análisis de correlación obteniendo un R^2 de 0.9284 afirmando que existe una fuerte correlación entre ambas variables y permitiendo, de esta manera, el uso de la regresión potencial.

La regresión potencial tiene la siguiente forma.

$$Y = a * X^b$$

Donde:

Y = Variable dependiente (DIA)

X = Variable independiente (Año)

a/b = Constantes

La ecuación potencial de la DIA es la siguiente:

$$Y = 43\,940\,293.11 * X^{0.0422}$$

Con la ecuación antes mencionada se puede proyectar la demanda 20 años, tiempo de vida del proyecto, como bien se muestra a continuación:

Tabla 2.10*Demanda proyectada (2020-2039)*

Año	Demanda proyectada
2020	47 700 847
2021	47 970 401
2022	48 209 429
2023	48 424 255
2024	48 619 414
2025	48 798 267
2026	48 963 377
2027	49 116 742
2028	49 259 954
2029	49 394 297
2030	49 520 828
2031	49 640 420
2032	49 753 811
2033	49 861 624
2034	49 964 392
2035	50 062 575
2036	50 156 574
2037	50 246 737
2038	50 333 371
2039	50 416 747

2.4.1.3. Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación.

Al ser un producto de función específica se tomó en cuenta la siguiente segmentación:

- Sector Construcción: La mayor cantidad de empresas constructoras con capital privado del país se encuentran en la capital realizando grandes proyectos inmobiliarios.
- Sector Comercializador: Se debe tomar en cuenta que para poder llegar a estas empresas también se puede hacer por medio de distribuidores autorizados.

2.4.1.4. Diseño, aplicación y resultados de la Entrevista

Para conocer la situación actual del mercado, se realizaron entrevistas a 5 profesionales que tienen experiencia en el sector.

Para cumplir este objetivo, se elaboró un guion de preguntas que se hicieron a las personas a continuación.

1. Propietario de Elecfron SA (Trader)
2. Superintendente de Antamina
3. Inversionista privado de una planta de producción con cobre como materia prima
4. Ingeniero Civil con 40 años en el mercado
5. Jefe de Calidad de INDECO.

Los resultados obtenidos en la entrevista mostraron que los profesionales de la industria estaban conscientes de que la demanda en Perú es generalmente abastecida por importaciones y dejaron en evidencia que esto se debía en gran parte a la diferencia de precios que se tiene. Sin embargo, es importante mencionar que la calidad es superior para los países sudamericanos.

Otro punto a favor es la ventaja que tendría la ubicación de nuestra planta, debido a que los pedidos no tendrían que trasladarse por mar y se podría atender al mercado local con mayor velocidad que las empresas importadoras. Y justamente, al momento de participar en algún proyecto, buscan una empresa a la cual se le pueda colocar una orden de compra y se cuente con una respuesta rápida, con un producto de calidad.

Finalmente, coincidieron en que la inversión para realizar el proyecto es alta pero que los beneficios pueden ser mayores si se establece un buen plan de producción y venta.

2.4.1.6. Determinación de la demanda del proyecto

Es importante mencionar que

En el Perú, existe un alto nivel de competencia, el cuál es uno de los rasgos más característicos del negocio de cables y conductores eléctricos, particularmente esta industria está fuertemente acentuada por la competencia establecida entre fabricantes locales y compañías internacionales presentes en el país. Sin embargo, estos actores deben sumar a la lista de competidores a empresas que no siempre

cumplen con normas de calidad y valiéndose de un menor precio (CAPECO, 2018).

Adicionalmente a esto, INDECO cuenta con una participación del 80% del mercado, mientras que el otro 20% lo conforman otras 4 empresas que forman parte del TOP 10,000 en Perú. Paralelamente, CENTELSA y ANIXTER JORVEX, conforman el 92% del mercado de importación, mientras que el otro 8% también pertenece a otras 2 empresas del Top 10,000 Perú.

Por tal motivo se establece que la demanda del proyecto inicia en 2.5% y llegará hasta niveles de los de las empresas más pequeñas de producción nacional en los primeros 5 años. Luego, debido a la tecnología, calidad del producto y posicionamiento de la empresa, se tiene planeado tener una participación promedio de 15% hasta el año 9, 20% hasta el año 14, 25% hasta el año 19 y finalmente 30% para el año 20.

Tabla 2.11

Demanda del proyecto

Año	Demanda proyectada (KG)	% Participación	Demanda del proyecto (KG)	Demanda del proyecto (UND)
2020	47 700 847	2.5%	1 192 521	253 728
2021	47 970 401	5.0%	2 398 520	510 323
2022	48 209 429	7.5%	3 615 707	769 299
2023	48 424 255	10.0%	4 842 426	1 030 303
2024	48 619 414	12.5%	6 077 427	1 293 070
2025	48 798 267	15.0%	7 319 740	1 557 391
2026	48 963 377	15.0%	7 344 506	1 562 661
2027	49 116 742	15.0%	7 367 511	1 567 556
2028	49 259 954	15.0%	7 388 993	1 572 126
2029	49 394 297	20.0%	9 878 859	2 101 885
2030	49 520 828	20.0%	9 904 166	2 107 269

(continúa)

(continuación)

Año	Demanda proyectada (KG)	% Participación	Demanda del proyecto (KG)	Demanda del proyecto (UND)
2031	49 640 420	20.0%	9 928 084	2 112 358
2032	49 753 811	20.0%	9 950 762	2 117 183
2033	49 861 624	20.0%	9 972 325	2 121 771
2034	49 964 392	25.0%	12 491 098	2 657 680
2035	50 062 575	25.0%	12 515 644	2 662 903
2036	50 156 574	25.0%	12 539 144	2 667 903
2037	50 246 737	25.0%	12 561 684	2 672 699
2038	50 333 371	25.0%	12 583 343	2 677 307
2039	50 416 747	30.0%	15 125 024	3 218 090

2.5. Análisis de la oferta

En este punto se analizará el mercado actual de cable de construcción en el país tomando en cuenta la cantidad de empresas que lo producen, así como las empresas importadoras, exportadoras y comercializadoras.

2.5.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

Como se ha explicado en el capítulo anterior, el Perú no es un país manufacturero por excelencia debido a la inversión que existe en la industria y a la complejidad del proceso productivo. Por tal motivo, no se encuentra con muchas empresas productoras de cable, teniéndose como las más importantes a INDECO, CONDUCTORES Y CABLES DEL PERU S.A.C, INVERSIONES MERCEDES DEL SUR S.A. y ELECTRO CONDUCTORES PERUANOS S.A.C.

A su vez, las empresas importadoras con mayor presencia en el mercado son las siguientes: CENTELSA PERÚ S.A.C (Que cuenta con una planta en Colombia, la cual abastece la demanda), ANIXTER JORVEX S.A.C, MIGUELEZ ANDINA S.R.L y GENERAL CABLE PERÚ.

Por último, las empresas comercializadoras que pertenecen al CIIU 5142 “Venta al por mayor de metales y minerales metalíferos” son 142, concentradas en 8 departamentos del país.

Tabla 2.12

Concentración de comercializadores en el Perú

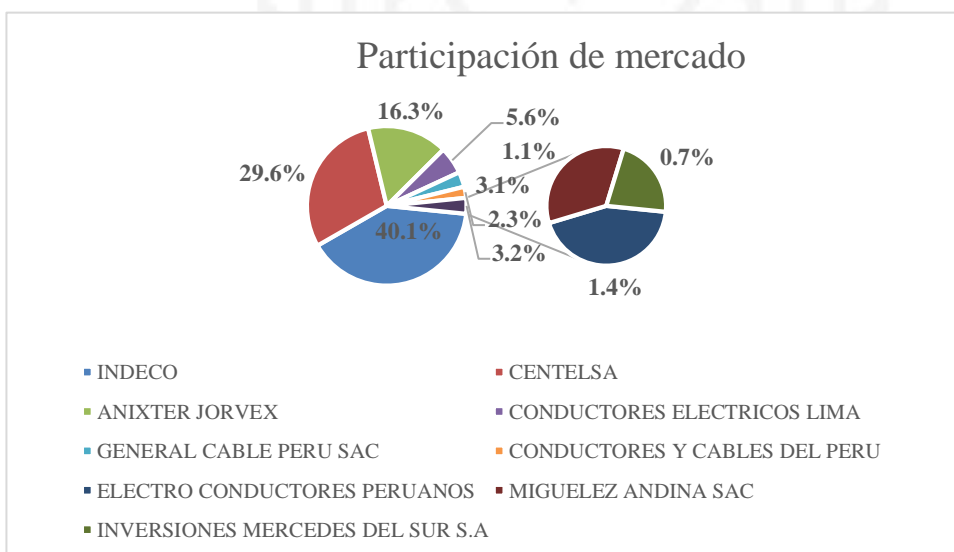
Departamento	Cantidad	Concentración
Arequipa	2	1%
Ayacucho	1	1%
Cusco	12	8%
Ica	17	12%
La Libertad	5	4%
Lima	92	65%
Madre de Dios	4	3%
Puno	9	6%
Total	142	100%

2.5.2. Participación de mercado de los competidores actuales

Como se mencionó en el análisis de las 5 fuerzas de Porter en el capítulo I, nos encontramos con un mercado bastante competitivo el cual es dominado en producción por INDECO, mientras que en importación por CENTELSA.

Figura 2.7

Participación de mercado



2.6. Definición de la Estrategia de Comercialización

Para definir una adecuada estrategia de comercialización que permita posicionar el producto en el mercado se toma como base el mercado meta para luego aplicar la mezcla comercial.

2.6.1. Políticas de comercialización y distribución

En la actualidad, las empresas ofrecen el producto a demanda, según requerimientos del cliente. Por tal motivo, se comercializa el producto directamente con la empresa y además se buscará establecer relaciones con mayoristas.

Con respecto al transporte y almacenaje del producto, el principal canal de distribución elegido es a través de una flota propia de camiones, Sin embargo, debido a la localización del cliente, puede ser posible contratar a una empresa tercera de distribución.

2.6.2. Publicidad y promoción

Debido a que el building wire no es un producto de consumo masivo, no se pueden aplicar técnicas de comunicación convencionales. Por tal motivo se debe elaborar un programa dirigido al sector específico de comercializadores, a través de cartas de presentación, visitas y muestras para que el producto vaya ganando reconocimiento.

Otra opción para considerar es aprovechar ferias nacionales en las cuales se concentra el mercado objetivo; considerando que en este espacio coexisten varios profesionales y expertos de la industria y que posteriormente pueden probar y recomendar el producto.

Por último, se puede tomar en cuenta una publicidad a través de relaciones públicas, mostrando el interés de los medios de comunicación por empresas nacionales que están invirtiendo en manufactura y que además demostraría que seguimos procedimientos de calidad y cuidado del medio ambiente.

2.6.3. Análisis de precios

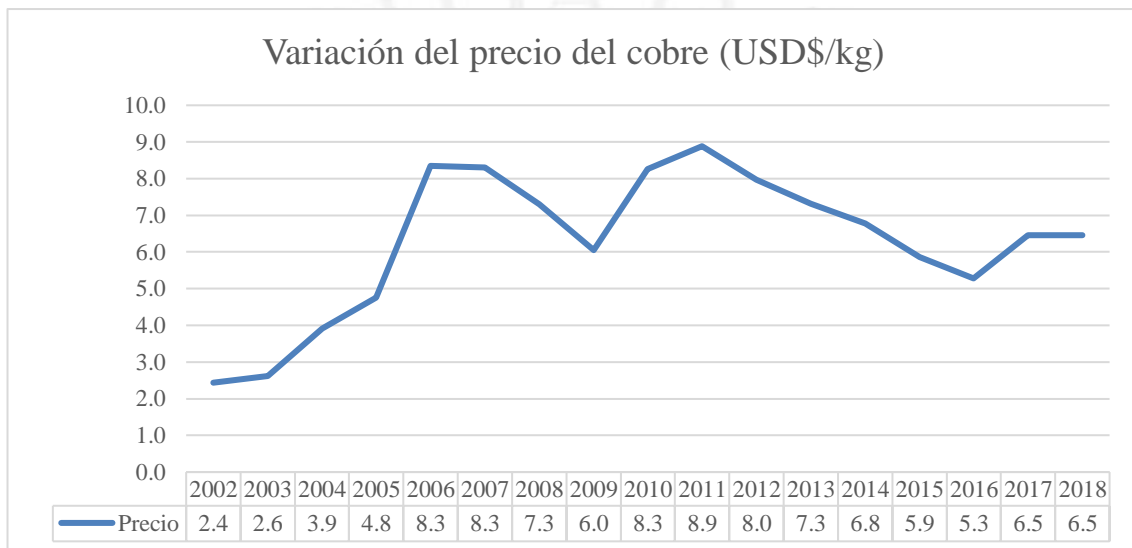
Para poder definir el precio es muy importante mencionar que el precio del cobre se encuentra en una fluctuación constante, lo cual impacta directamente en el valor de nuestro producto.

2.6.3.1. Tendencia histórica de los precios

Para evaluar la tendencia histórica, usaremos la información brindada por la Comisión Chilena del Cobre, organismo del Ministerio de Economía del Gobierno de Chile, principal exportador de la materia prima del cobre. Es importante mencionar que el cobre se compra y vende con unidades de centavo de dólar por libra; por tal motivo se realizó la conversión y se obtuvo lo siguiente:

Figura 2.8

Variación del precio del cobre (2002-2018)



Nota: Tendencia elaborada a partir del precio histórico del cobre según COCHILCO, 2020.

Como se puede apreciar en la figura, el precio del cobre no se ha mantenido estable durante los últimos 15 años, llegando a alcanzar picos de casi 9 dólares por kg en 2011, así como una brusca caída en 2016, alrededor de 5.9 dólares por kg.

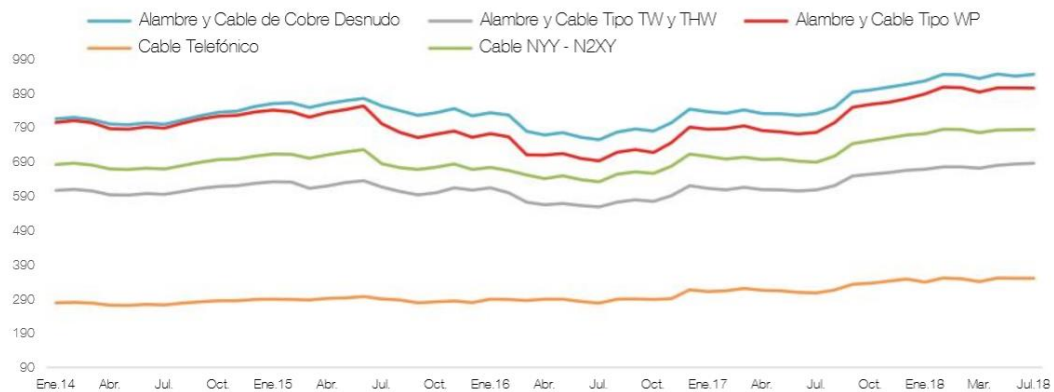
2.6.3.2. Precios actuales

Para poder analizar el precio actual del alambre de cobre esmaltado es preciso mostrar gráficamente el índice del precio de building wire.

Figura 2.9

Índice de precios de cables eléctricos para la construcción

FIGURA N° 11: ÍNDICE DE PRECIOS DE CABLES ELÉCTRICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN: 2014 – 2018 (Índice Base: Julio 1992=100)



Fuente: INEI.

Nota: Figura según se publicó por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018

Según lo que se puede evidenciar, los precios de cable no sufren una variación muy importante desde el 2014. Dentro del gráfico anterior el índice de precio para el proyecto es el Cable tipo TW y THW.

Hoy en día el precio de venta al público de la marca INDECO es de 152 soles por cada 100 metros de cable. Sin embargo, debido a la competencia con diferentes tipos de calidades, se puede tener una variación de +/- 10 soles por cada 100 metros.

2.6.3.3. Estrategia de precio

Lo que se busca con la introducción de este producto al mercado es de una calidad alta y por consiguiente un precio alto; a su vez, la estrategia genérica que se implementará es la de liderazgo en costos. Para poder lograr el objetivo de cumplir con esta estrategia se contará con una línea de producción con gran capacidad y tecnología. A pesar de esto, siempre se debe tomar en cuenta el valor actual del cobre en el mercado.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de localización

Para la presente investigación, se ha realizado un análisis e identificación de criterios que ayudarán a ubicar la localización del proyecto. A continuación, se detallan los factores de localización:

Macrolocalización

- **Cercanía al mercado:** El mercado objetivo se encuentra en su mayoría en la periferia de Lima Metropolitana y Callao, esto se debe a que existe una gran cantidad de empresas, plantas, fábricas industriales y comercializadores que utilizan como insumo building wire que han sido identificados dentro del registro de importadores de SUNAT y en Top Perú 10'000. Será determinante que la planta se encuentre lo más cercano a los parques industriales para poder tener las mejores políticas de transporte y reducir costos de distribución
- **Disponibilidad y proximidad de materias primas e insumos:** El principal proveedor de cátodos de cobre será la refinería ubicada en Ilo, Moquegua de Southern Copper Perú. Debido al tamaño y peso de los cátodos, será importante que la planta esté ubicada lo más cerca posible a una terminal o puerto para poder tener acceso al envío de la materia prima desde Ilo y minimizar los costos de transporte.
- **Abastecimiento de energía:** El proyecto requerirá no solo una gran cantidad de energía eléctrica, sino también gas combustible para la fundición. Por lo que es importante evaluar las tarifas y la producción de energía de la zona, así como los proveedores de gas propano para poder tener una producción de cable continuo.
- **Abastecimiento de agua:** El agua toma un papel fundamental para el enfriado de los moldes durante el proceso de colado, por ello es importante que se pueda tener un abastecimiento continuo a con la menor cantidad de contenido disuelto para no comprometer el cobre recién fundido. Asimismo, no solo se necesitará de empresas públicas con una red de agua sino también

aprovechar fuentes subterráneas para poder aminorar los costos de producción.

- **Eliminación de desechos:** Es sumamente importante la correcta eliminación de residuos ya que se está tratando con metales no ferrosos. Sobre todo, hay que tener un especial cuidado con las aguas residuales que se producen luego del colado. Por ello, se debe ubicar la planta cerca de una planta de tratamiento de aguas residuales (PETAR) que pueda manejar este tipo de residuos, un correcto sistema de alcantarillado y un vertedero apropiado para poder eliminar las mermas del mineral.
- **Infraestructura y terreno:** Es importante buscar y tener en cuenta el menor costo posible por m² para la compra del terreno en el cual se construirá la planta industrial, considerando el tamaño que debe tener área de producción, las oficinas administrativas y un almacén para el producto terminado. Adicionalmente, se considerará que el área esté destinada al sector industrial con proyección de crecimiento.
- **Mano de obra:** Si bien el proceso de producción será semi automatizado con la menor cantidad de personal necesario, sí es importante considerar que la mano de obra deberá estar capacitada para trabajar ante los diversos riesgos que existen en una planta de transformación de minerales.
- **Seguridad Ciudadana:** Es muy importante considerar el número de robos y asaltos que pueda haber en las distintas zonas de los departamentos, ya que se está tratando con materiales de mucho valor, como lo son los cátodos de cobre. Este factor será evaluado únicamente en la microlocalización

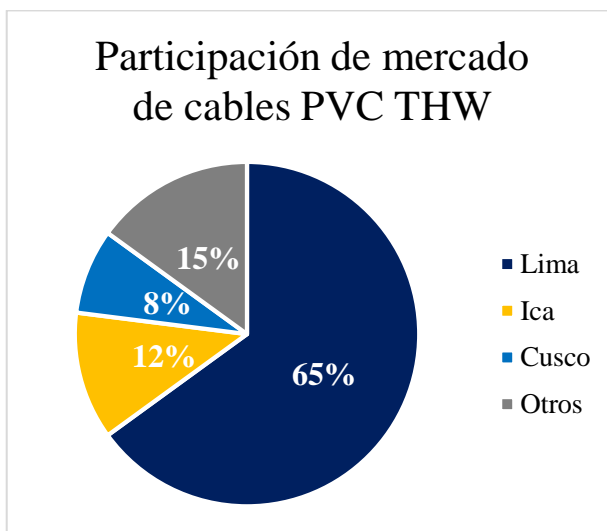
3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

Luego de identificar los factores predominantes para la localización, se ha elegido utilizar la cercanía al mercado, disponibilidad de materia prima e infraestructura como factores preliminares para poder obtener las alternativas.

- **Cercanía al Mercado:** De acuerdo con el capítulo de estudio de mercado y considerando la ubicación donde se encuentran los comercializadores que destacan tanto en el reporte de importaciones de la SUNAT y en Top Perú 10 000.

Figura 3.1

Participación de mercado de los departamentos

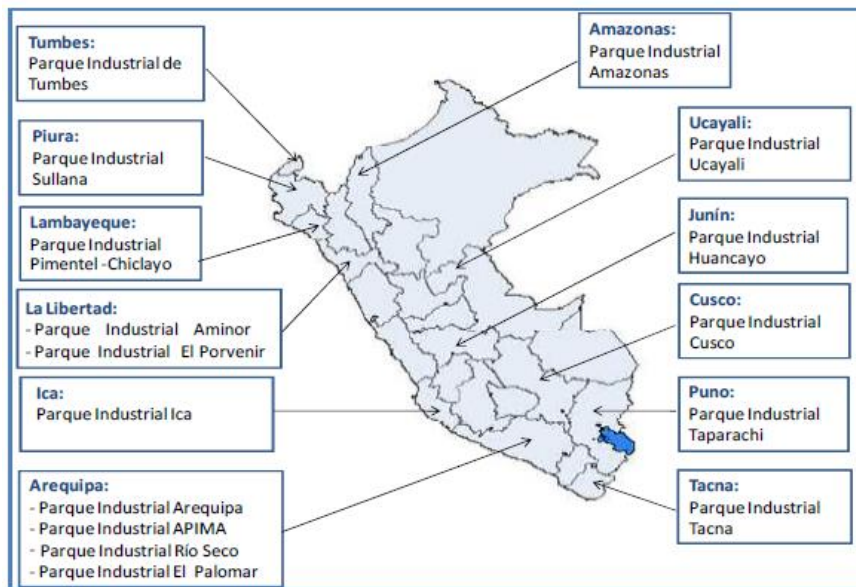


Nota: Figura elaborada según la información publicada en SUNAT y Perú Top 10 000

- **Disponibilidad de materias primas:** Considerando la disponibilidad de materia prima, se tomará en cuenta que el único departamento en el cual se tiene producción de cátodo de cobre por parte de Southern Copper Perú es Moquegua por su refinería en Ilo.
- **Infraestructura y terreno:** Se tomará en cuenta si las localidades que cuenten con un parque industrial con potencial de crecimiento. Esto se identifica según el reporte “Parques Industriales” del Ministerio de Producción, en el cual resalta Lima con 8 parques, seguido de Arequipa con 4 y luego los demás departamentos con 1 o 2 parques industriales.

Figura 3.2

Parques industriales en Perú



Nota: Figura obtenida del Ministerio de Producción (s.f.)

De acuerdo con los factores preliminares, se concluye que las posibles localizaciones serán Lima, Moquegua y Arequipa.

a) Lima

Lima es la capital de Perú, se ubica en las orillas del océano Pacífico, albergando alrededor del 30% de la población nacional. Es el principal centro financiero, político, industrial y comercial del país. Cabe resaltar que Lima concentra a diferencia de otros departamentos, la mayor concentración de las industrias y de empresas de servicios. Como indicadores macroeconómicos se tiene que el 34.14% de la Población Económicamente Activa está en Lima, y que genera el 45% del PBI nacional. Tiene el principal puerto internacional en la zona del Callao.

b) Moquegua

Moquegua está situado en la zona sur del Perú, cuenta con tres provincias: Mariscal Nieto, General Sánchez Cerro e Ilo. Esta última, debido a su ubicación estratégica, se destaca como uno de los puertos más importantes del país. A nivel macroeconómico, aporta el 0.8% de la población nacional, mientras que en las actividades que más aportan a la economía de Moquegua se encuentran la industria

manufacturera la cual aporta el 45.8% y la minería con un 27.3%, ocupando el sexto lugar en producción de cobre a nivel nacional con una participación de 6.6% (BCRP, 2017)

c) Arequipa

Esta ciudad al sur del Perú posee una parte del océano Pacífico, además de una zona andina. Este departamento tiene el 4.2% de la población nacional y alcanza a tener 27% de PEA.

En la parte de infraestructura, cuenta con un aeropuerto internacional, un ferrocarril y también un puerto marítimo en Matarani.

3.3 Evaluación y selección de localización

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

- **Cercanía al mercado:** La distancia desde la planta de producción hasta el mercado objetivo supone de distintos gastos, por ejemplo, gastos logísticos, costos de transporte y también de distribución. Un factor principal por el cual se calculan estos gastos son la distancia y el tiempo. A continuación, se detalla el tiempo en tierra y la distancia entre las alternativas y el mercado objetivo.

Tabla 3.1

Tiempo y distancia al mercado

	Tiempo x Tierra (h)	Distancia (km)
Moquegua	20	1 120
Lima	0	0
Arequipa	17	973

Nota: Información obtenida del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (2011)

Se puede evidenciar una gran superioridad de Lima, ya que ahí reside el mercado objetivo, seguido de Arequipa y finalmente de Moquegua.

- **Disponibilidad y proximidad de materias primas e insumos:** Debido a que el único proveedor nacional de cátodos de cobre es Southern Copper Perú, se detalla a continuación la producción de los últimos 5 años de cátodos de cobre de la refinería en Ilo, según aparece en su memoria anual.

Tabla 3.2

Producción de Cátodos de cobre (en miles)

2014	2015	2016	2017	2018
257 926	291 373	270 183	291 373	292 654

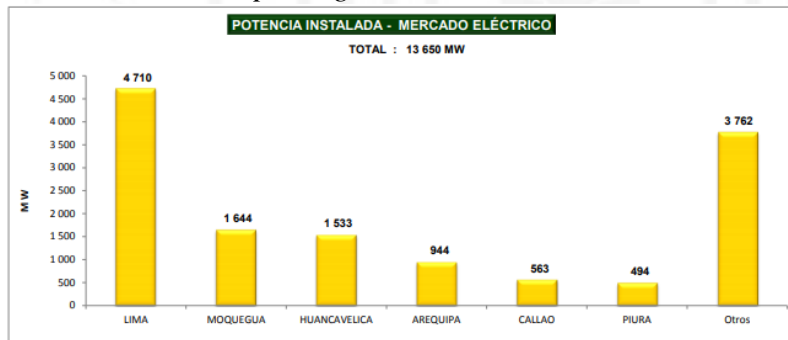
Nota: Obtenido de la memoria anual de Southern Copper (2018)

Por lo tanto, se concluye que para este factor de localización la mejor opción vendría a ser Moquegua y existiría un empate entre Lima y Arequipa ya no presentan productores de cátodos de cobre.

- **Abastecimiento de energía:** Para la producción de building wire es necesario energía eléctrica para que las máquinas operen con normalidad, de manera continua y también esta fuente será de utilidad para la iluminación en general de toda la planta. Es por ello que se compara la disponibilidad de la energía eléctrica en las alternativas propuestas. Según el Ministerio de Energía y Minas, en el 2018 estaban operativas 64 empresas generadoras de electricidad y se pudo obtener la siguiente información:

Figura 3.3

Potencia instalada por región



Nota: Obtenido del Ministerio de Energía y Minas (2018)

Se puede observar que Lima tiene la mayor capacidad de potencia instalada a comparación de Moquegua y muy por detrás se encuentra Arequipa. Si bien ningún departamento cuenta con problemas de abastecimiento eléctrico, la mejor opción es Lima, luego Moquegua y finalmente Arequipa.

- **Mano de obra:** Es importante considerar la disponibilidad de mano de obra con la que cuenta cada departamento. Se utilizará la PEA, que muestra la fuerza laboral disponible para así poder realizar un análisis de la oferta de trabajo.

Tabla 3.3*PEA por departamento*

Departamento	PEA (miles de personas)	PEA (% total país)
Lima	5 582.8	32%
Arequipa	729.2	4%
Moquegua	106.9	0.6%

Nota: Obtenido de INEI (2019)

Se puede concluir que la mayor oferta de trabajo se encuentra en Lima, mientras que Arequipa y Moquegua estarían en segundo y tercer lugar respectivamente.

- **Abastecimiento de agua:** Este factor a considerar es de igual importancia que el eléctrico, debido a que representa un costo fijo para el proceso, basándonos en el consumo del mismo, la limpieza de la planta y el uso de los empleados.

Tabla 3.4*Tarifario de agua por departamento*

Departamento	Agua potable		Alcantarillado	
	Rangos de consumo m ³ /mes	Costo Variable (S)/m ³	Costo Variable (S)/m ³	Costo fijo/mes (S)/m ³
Lima	0 a más	5.834	2.780	5.042
Arequipa	0 a más	4.551	3.389	2.96
Moquegua	30 a más	6.5364	2.7628	3.1606

Nota: Datos obtenidos de SUNASS (2019)

Del cuadro anterior, se concluye que el departamento con la menor tarifa de agua es Arequipa, seguida de Moquegua y Lima respectivamente. Debido a que estas dos últimas no difieren tanto, se les asignará el mismo puntaje.

- **Infraestructura y terreno:** Para evaluar este factor, se tomará en cuenta el número de parques industriales presentes en cada región, ya que estos ofrecen facilidades como licencias, carreteras y ubicaciones estratégicas.

Tabla 3.5

Cantidad de parques industriales por departamento

Departamento	Parques Industriales		Cantidad
Lima	Praderas de Lurín Macropolis Lucumo Central Park Indupark Sector 62 La Chutana Bryson Hills Perú	Pachacutec – Ventanilla Infantas – Los Olivos Villa el Salvador Villa María del Triunfo Huaycán - Ate Puente Piedra Locales Lomas de Carabayllo El Asesor Ate	16
Arequipa	Arequipa APIMA Río Seco El Palomar		4
Moquegua	-		0

Nota: Datos obtenidos del Ministerio de la Producción (s,f), NAI Perú (s,f)

Figura 3.4

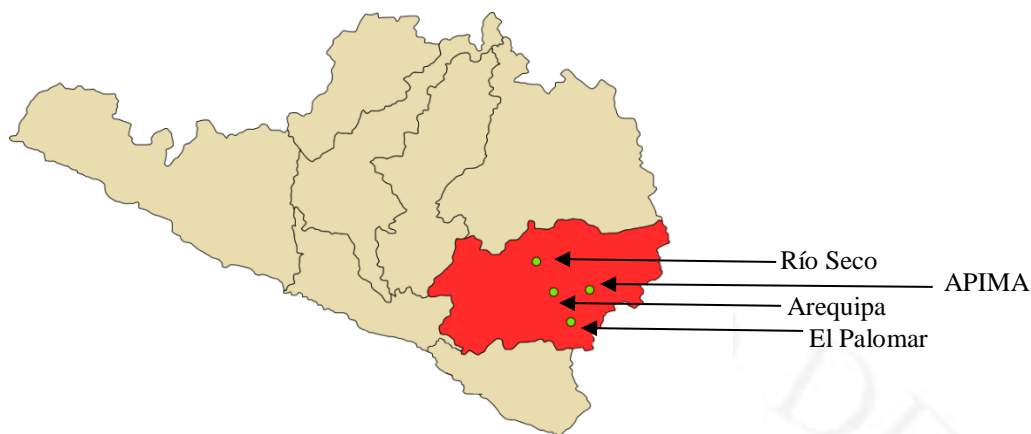
Parques industriales en Lima



Nota: Imagen de parques industriales en Lima obtenida del Ministerio de la Producción (s,f)

Figura 3.5

Parques industriales en Arequipa



Como se puede apreciar, Lima tiene una gran ventaja sobre Arequipa al superarlo por 4 veces en la cantidad de parques industriales existentes. Moquegua queda en último lugar al no poseer ningún parque industrial

Aplicación del método de Ranking de factores Macrolocalización

Para poder realizar la selección de la alternativa final de la macrolocalización se ha optado por utilizar la herramienta de Matriz de Enfrentamiento, seguida por un Ranking de Factores. Esta técnica emplea un sistema de evaluación mixto, entre cualitativo y cuantitativo y toma a consideración los factores de localización de planta que se relacionan directamente según cada caso.

Para la utilización de este método se toma en cuenta lo siguiente:

Nivel de importancia:

1: el factor tiene más o igual importancia respecto al factor con el cual es comparado.

0: el factor tiene menos importancia respecto al factor con el cual es comparado.

Asimismo, se crea la siguiente escala:

Tabla 3.6*Escala de comparación*

Calificación	Puntaje
Excelente	3
Regular	2
Deficiente	1

De igual manera, se hará la siguiente codificación de los factores de localización:

- **CM:** Cercanía al Mercado
- **MP:** Disponibilidad y proximidad de materias primas e insumos
- **MO:** Disponibilidad de mano de obra
- **AE:** Abastecimiento de energía
- **AA:** Abastecimiento de Agua
- **IF:** Infraestructura

Tabla 3.7*Matriz de enfrentamiento*

	CM	MP	MO	AE	AA	IF	Total	Ponderación
CM	x	1	1	1	1	1	5	26%
MP	1	x	1	1	1	1	5	26%
MO	0	0	x	0	1	0	1	5%
AE	0	0	1	x	1	0	2	11%
AA	0	0	1	1	x	0	2	11%
IF	0	1	1	1	1	x	4	21%
							19	100%

A continuación, se detalla el ranking de factores de macro localización

Tabla 3.8*Ranking de Factores de Macrolocalización*

	Ponderación	Lima		Arequipa		Moquegua	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
CM	26%	3	0.78	2	0.52	2	0.52
MP	26%	1	0.26	1	0.26	3	0.78
MO	5%	3	0.15	2	0.10	1	0.05
AE	11%	3	0.33	1	0.11	2	0.22
AA	11%	1	0.11	3	0.33	1	0.11
IF	21%	2	0.42	2	0.42	1	0.21
	100%		2.05		1.74		1.89

Finalmente se concluye que Lima es la mejor opción para poder ubicar la planta de producción de building wire.

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Lima es el centro de mucha actividad política, económica, comercial y financiera. En los últimos años ha tenido un crecimiento desbordante en múltiples áreas. Según Juárez y Oshiro (2018), las zonas industriales que Lima necesita se ubicaran, según el PLAM - Plan Metropolitano de Desarrollo de Lima, por el sur en Lurín y Chilca (Cañete) y asimismo por norte en Ancón. Es indispensable una adecuada zonificación y habilitación de servicios básicos, para la óptima operación y funcionalidad de estos parques industriales.

De igual manera, se necesita que la planta de producción esté alejada de centros muy poblados ya que se tendrá que fundir cobre, por ello se considera los siguientes parques industriales dentro de Lima. La información que se brinda a continuación es rescatada del Reporte De Investigación & Pronóstico hecho por Colliers International en 2018.

Figura 3.6

Alternativas de microlocalización



Nota: Mapa obtenido de Nai Perú (s.f.)

- **Huachipa, Lurigancho:** La oferta identificada en esta zona se compone en un 36% por terrenos y un 64% por locales industriales. Sobre los terrenos observados, Huachipa concentra el 84% del total de la oferta. En el caso de los locales industriales, la mayor concentración se aprecia en el corredor Huachipa con el 48%. En el corredor Huachipa, el precio de venta promedio para terrenos

es de USD 420 / m². Mientras que, para locales en venta el precio promedio se encuentra en USD 580 / m².

Figura 3.7

Tiempos promedio de transporte desde Huachipa



*Los tiempos son estimados teniendo en cuenta que son basados en un tráfico vehicular de las 5p.m. desde los puntos de partida indicados en cada corredor.

Nota: Obtenido de boletín de Colliers International (2018)

- **Lurín:** Con respecto a la oferta encontrada en el corredor Lurín, los terrenos industriales registran un precio promedio de USD 182 / m². Mientras que, en los espacios identificados para la renta, se registraron precios de USD 4.26 / m² y USD 1.47 / m² para locales y terrenos respectivamente.

Figura 3.8

Tiempo promedio de transporte desde Lurín



*Los tiempos son estimados teniendo en cuenta que son basados en un tráfico vehicular de las 5p.m. desde los puntos de partida indicados en cada corredor.

Nota: Obtenido de boletín de Colliers International (2018)

- **Chilca:** En esta zona se halla disponibilidad exclusivamente de terrenos ofrecidos para uso industrial, que cuentan con un área de entre 5 000 m² y 40 000 m. Los precios de venta de terrenos en el corredor Chilca fluctúan entre USD 60 y USD

135 / m2. Mientras que, para el arrendamiento, los precios se encuentran entre USD 1.48 y USD 2.00 / m2.

Figura 3.9

Tiempo promedio de transporte desde Chilca



*Los tiempos son estimados teniendo en cuenta que son basados en un tráfico vehicular de las 5p.m. desde los puntos de partida indicados en cada corredor.

Nota: Obtenido de boletín de Colliers International (2018)

A continuación, se detallan los factores de evaluación para la micro localización de estas tres alternativas propuestas:

- **Costo y disponibilidad de terreno:** Según lo detallado en el reporte de Colliers International, es importante no solo tener un buen costo por m2 sino también tener las instalaciones necesarias a los alrededores para poder hacer buen uso del terreno.

Figura 3.10

Costo y disponibilidad de terreno

Parques Industriales en Comercialización				
Proyecto	Ubicación	Desarrollador	Área (Ha)	Precios de Lista / m ²
La Chutana	Chilca	Inmobiliaria La Chutana	526.0	USD 100
Sector 62	Chilca	Inmobiliaria Salónica	208.0	USD 100 - USD 140
Macrópolis	Lurín	Inversiones Centenario	980.0	USD 160 - USD 200
Huachipa Este	Huachipa	Bryson Hills	475.7	USD 100
Indupark	Chilca	Indupark	200.0	USD 100
Piura Futura	Piura	Piura Futura	80.0	USD 140 - USD 185

Nota: Obtenido de boletín de Colliers International (2018)

De la figura anterior se puede identificar que Chilca tiene una gran disponibilidad en hectáreas en comercialización, al igual que Lurín y luego viene Huachipa. Sin embargo, los precios de Lurín son los más altos del mercado en comparación a los otros dos. Por ello se concluye que, para este factor, Chilca es la mejor opción al tener la mejor disponibilidad de terreno y mejor precio, luego Huachipa con Lurín ya que uno carece de área y el otro es de alto precio.

- **Costo por abastecimiento de electricidad:** Para ver el costo del abastecimiento de electricidad se ha conseguido el pliego correspondiente a cada zona. La tarifa para comparar es la MT3 debido a que “esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h.” (Minem, 2016).

Figura 3.11

Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad

		Lurín Cañete Huachipa			
MEDIA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA	TARIFA	TARIFA
			Sin IGV	Sin IGV	Sin IGV
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P				
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	4.89	4.89	4.45
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	26.64	26.25	26.01
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	22.43	22.13	21.83
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	59.06	59.06	55.37
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	8.94	8.94	10.42
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	9.67	9.67	10.46
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.59	4.59	4.59
TARIFA MT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P				
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	4.87	4.87	3.64
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	26.64	26.25	26.01
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	22.43	22.13	21.83
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S./kW-mes	51.58	51.58	48.48
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	33.85	33.85	25.84
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S./kW-mes	9.72	9.72	11.55
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	9.71	9.71	11.04
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.59	4.59	4.59
TARIFA MT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P				
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	4.87	4.87	3.64
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	23.37	23.04	22.82
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S./kW-mes	51.58	51.58	48.48
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	33.85	33.85	25.84
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
	Presentes en Punta	S./kW-mes	9.72	9.72	11.55
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	9.71	9.71	11.04
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.59	4.59	4.59

Nota: Precios obtenidos de Osinergmin (2019)

Por ello, luego de realizar la respectiva evaluación, se elige como primera opción Huachipa al tener un menor cargo por energía y luego muy parecido tanto Lurín como Chilca.

- **Eliminación de residuos:** Debido a que el proceso industrial genera efluentes que contaminan el medio ambiente y nuestro proyecto está comprometido con el cuidado de este, es importante que el distrito en el que se ubique la planta cuente con una PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales) o que por lo menos está cerca a una. A continuación, se muestra un plano de Lima con las 19 plantas con las que se cuenta actualmente.

Figura 3.12

Distribución de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en Lima



Nota: Mapa de PTAR obtenido de Sedapal (2019)

En Lurín se cuenta con 3 PTAR: Nuevo Lurín (16), J.C. Tello (16) y S.P Lurín (16). En las otras dos localidades no se cuenta con una PTAR, pero si se encuentran cerca. Por el lado de Chilca, se cuenta con la PTAR Punta Hermosa (17), mientras que en Huachipa se cuenta con la PTAR S.A. Carapongo, en Chosica (8).

- **Seguridad Ciudadana:** La tranquilidad de los trabajadores y el bienestar de la planta debe ser una prioridad al momento de seleccionar la localidad adecuada. Para evaluar este factor se considerará la cantidad total de denuncias entre Enero y Junio de 2019 y la cantidad de comisarias para hacer frente a cualquier evento.

Tabla 3.9

Denuncias por localidad

Localidad	Total de denuncias	% del total de denuncias
Lurin	765	0.82%
Región Lima 2 (Incluyendo Chilca)	2 950	3.17%
Huachipa	1 209	1.3%
Lima	92 892	100%

Nota: Denuncias obtenidas del Ministerio del Interior (2019)

Tabla 3.10

Cantidad de comisarias por localidad

Localidad	Comisarias
Lurin	1
Chilca	2
Huachipa	3

Nota: Número de comisarias obtenidas del Censo Nacional de Comisarías (2017)

Se puede concluir de ambos cuadros que Chilca al estar situado dentro de la Región Lima 2 es la localidad con más inseguridad. En contraparte, de las tres localidades evaluadas, la relación entre la cantidad de denuncias en Lurín y la cantidad de comisarias es proporcional. Por tal motivo, se concluye que la localidad más segura es Lurín, seguida de Huachipa y posteriormente Chilca.

- **Abastecimiento de agua:** Para poder evaluar este factor, se tomará en cuenta el déficit de agua que existe en cada distrito según resultados publicados por el INEI

en el informe: “Perú, Mapa del déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital”

Tabla 3.11

Incidencia del déficit de agua y saneamiento básico por distrito

Distrito	% de déficit
Chilca	53.5
Lurin	52.0
Huachipa	59.7

Nota: Índices obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2010)

Como se evidencia en el cuadro anterior, Lurín es el distrito con menor porcentaje de déficit de agua y saneamiento. En segundo lugar, se encuentra Chilca, y en último lugar Huachipa.

Aplicación del método de Ranking de factores Micro localización

Para poder realizar la selección de la alternativa final de la micro localización se ha optado por utilizar una vez más la herramienta de Matriz de Enfrentamiento, seguida por un Ranking de Factores. Se utilizará la misma escala de puntaje y los mismos niveles de importancia usados en la macro localización

De igual manera, se hará la siguiente codificación de los factores de localización:

- **SC:** Seguridad Ciudadana
- **R:** Residuos
- **AE:** Abastecimiento de energía
- **AA:** Abastecimiento de Agua
- **IF:** Infraestructura

Tabla 3.12

Matriz de enfrentamiento

	SC	R	AE	AA	IF	Total	Ponderación
SC	x	0	1	0	0	1	8%
R	1	x	1	1	1	4	33%
AE	0	0	x	1	0	1	8%
AA	1	0	1	x	0	2	17%
IF	1	1	1	1	x	4	33%
						12	100%

A continuación, se detalla el ranking de factores de micro localización

Tabla 3.13

Ranking de Factores de Micro localización

	Ponderación	Lurin		Chilca		Huachipa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
SC	8%	2	0.17	1	0.08	1	0.08
R	33%	3	1.00	2	0.67	2	0.67
AE	8%	1	0.08	1	0.08	2	0.16
AA	17%	2	0.34	1	0.17	1	0.17
IF	33%	2	0.66	3	0.99	2	0.66
	100%		2.25		1.99		1.74

Finalmente se concluye que Lurín es la mejor opción para poder ubicar la planta de producción de building wire.



CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño–mercado

Esta relación establece el tamaño máximo que puede tener la planta. Para poder determinarlo, se toma en cuenta la demanda del proyecto para los próximos años, elaborada en la sección 2.4.3.

Tabla 4.1

Tamaño – Mercado (Rollo de 100 metros)

Año	Demanda del proyecto (UND)
2020	253 728
2021	510 323
2022	769 299
2023	1 030 303
2024	1 293 070
2025	1 557 391
2026	1 562 661
2027	1 567 556
2028	1 572 126
2029	2 101 885
2030	2 107 269
2031	2 112 358
2032	2 117 183
2033	2 121 771
2034	2 657 680
2035	2 662 903
2036	2 667 903
2037	2 672 699
2038	2 677 307
2039	3 218 090

4.2 Relación tamaño-recursos productivos

La relación de tamaño recursos productivos está dictaminada por la disponibilidad de cátodos de cobre, ya que es el principal insumo para poder elaborar el alambro y posteriormente el building wire. Los cátodos de cobre son elaborados principalmente en el Perú por Southern Copper, para ello se proyectará la producción desde el 2020 hasta el 2024, los años de investigación del presente proyecto. Se toma como data histórica la producción del 2013 al 2019 mencionado en las memorias anuales de la mencionada empresa.

Tabla 4.2

Producción de cátodos de cobre (2013-2019)

Año	Producción de Cátodos (en miles de toneladas)
2013	28.4
2014	25.7
2015	24.2
2016	24.8
2017	25.1
2018	26.5
2019	25.6

Nota: Producción obtenida de memoria anual de Southern Copper Perú (2019)

Luego de aplicar un análisis de regresiones, se concluye que el modelo que mejor se adecua y evidencia la tendencia histórica es el potencial con un R^2 de 0.72916.

$$y = 24.14163 * x^{0.04598}$$

Luego de hallar la ecuación de relación y el coeficiente de correlación, se aplica para el periodo 2020-2024 y se realiza la siguiente proyección:

Tabla 4.3*Proyección de producción de cátodos de cobre*

Año	Producción de Cátodos (en miles de toneladas)
2013	28.4
2014	25.7
2015	24.2
2016	24.8
2017	25.1
2018	26.5
2019	25.6
2020	26.2
2021	26.4
2022	26.6
2023	26.7
2024	26.8
2025	27.0
2026	27.1
2027	27.2
2028	27.3
2029	27.3
2030	27.4
2031	27.5
2032	27.6
2033	27.6
2034	27.7
2035	27.8
2036	27.8
2037	27.9
2038	27.9
2039	28.0

Por otro lado, hay que considerar que no toda la producción de cátodos disponible será captada por el proyecto, ya que este producto de uso industrial también va destinada a otras grandes empresas de relacionadas con minería y de exportación.

La exportación de cátodos de cobre de Southern Copper, el mayor exportador de cátodos, de los últimos 5 años es la siguiente:

Tabla 4.4*Exportación de cátodos de cobre*

Año	Exportación de Cátodos (en miles de toneladas)	Porcentaje de la producción
2015	20.5	85%
2016	21.82	88%
2017	22.55	90%
2018	23.00	87%
2019	21.43	84%

Nota: Datos de exportación obtenidos desde la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (2020)

Como se puede observar, el porcentaje de exportación promedio de los últimos cinco años es de 87%, lo cual deja solo un 13% para la venta local y disponible para el proyecto.

Tabla 4.5*Disponibilidad de materia prima para el proyecto*

Año	Cátodos para el Proyecto (en miles de toneladas)
2015	3.15
2016	3.22
2017	3.26
2018	3.45
2019	3.33
2020	3.41
2021	3.43
2022	3.45
2023	3.47
2024	3.49
2025	3.50
2026	3.52
2027	3.53
2028	3.54
2029	3.55
2030	3.57

(continúa)

(continuación)

Año	Cátodos para el Proyecto (en miles de toneladas)
2031	3.58
2032	3.58
2033	3.59
2034	3.60
2035	3.61
2036	3.62
2037	3.63
2038	3.63
2039	3.64

De acuerdo con el cuadro presentado, para el año 2039 se tendrán 3 639 toneladas disponibles de materia prima. Si bien la disponibilidad de materia disponible es considerablemente baja, es importante mencionar que la capacidad de producción de Southern Copper Perú se encuentra alrededor del 60% (Southern Copper, 2018).

Asimismo, se contempla un segundo escenario donde se realiza importaciones de Chile.

Tabla 4.6

Producción de cátodos de cobre de Chile

Año	Producción de Cátodos (en miles de toneladas)
2014	2 729.4
2015	2 688.4
2016	2 612.5
2017	2 429.5
2018	2 460.9

Notas: Datos de producción de cobre de Chile obtenidos de Cochilco (2019)

Como se puede evidenciar, la producción de cátodos chilena sobrepasa con gran amplitud la producción local de cátodos que realiza Southern Copper Perú. Dentro de los más grandes exportadores chilenos, se encuentra la empresa Corporación Nacional del Cobre (Codelco) para la cual se presenta a continuación el volumen de exportaciones hasta al año 2018 y la proyección al año 20 del proyecto, basado en la tendencia encontrada en la publicación “Proyección de la producción de cobre en Chile 2019-2030” elaborado por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco).

Tabla 4.7*Proyección de exportación de cátodos de cobre de Codelco*

Año	Exportación de Cátodos (en miles de toneladas)
2014	1 037
2015	1 140
2016	1 264
2017	1 099
2018	1 138
2019	1 401
2020	1 382
2021	1 365
2022	1 351
2023	1 339
2024	1 327
2025	1 317
2026	1 308
2027	1 299
2028	1 291
2029	1 284
2030	1 277
2031	1 270
2032	1 264
2033	1 259
2034	1 253
2035	1 248
2036	1 243
2037	1 238
2038	1 234
2039	1 230

Nota: Datos de exportación obtenidos de Veritrade (2021) y Cochilco (2019).

Hay que establecer que un cátodo de cobre tiene un peso variable promedio de 158.5 Kg y el building wire desnudo (sin considerar el peso del PVC), tiene un peso promedio 34 Kg/Km (Indeco, 2020), el cual depende del calibre y el fabricante. Sumando la producción local como la importación chilena y teniendo en cuenta que la planta trabajaría 7 días a la semana, 52 semanas al año, 2 turnos de 8 horas diarias cada uno, se

concluye que la capacidad de producción de la planta, de acuerdo con la disponibilidad de materia prima, sería de 355 515 850 rollos de 100 metros de cable al año.

4.3 Relación tamaño–tecnología

Esta relación establece el tamaño máximo de producción según la tecnología instalada en la planta. Para calcularla, se determinó la operación cuello de botella del proceso de producción como se puede apreciar en el punto 5.4.1, siendo la operación de cableado. Para el cálculo se ha tomado como factor de utilización 0.9 y como factor de eficiencia 0.9, dando lugar a la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad de producción} = \frac{60 \text{ und}}{1 \text{ hora}} \times \frac{5\,824 \text{ horas}}{\text{año}} \times 0.9 \times 0.9 \times 12 \text{ cableadoras}$$

$$\text{Capacidad de producción} = 3\,396\,557 \text{ rollos / año}$$

4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Está determinado por el balance entre los costos fijos y variables ligados a la producción y el retorno obtenido por la venta a los comercializadores o traders y empresas directas, de manera que se encuentre la cantidad precisa a vender para no generar pérdidas ni ganancias.

El punto de equilibrio puede ser calculado en unidades monetarias, es decir soles, o en cantidad de producción en unidades, en kilogramos. En este proyecto se considerará el punto de equilibrio en cantidades.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{eq} = \frac{CF}{V_v - C_v}$$

Dónde: Q_{eq} = Cantidad de equilibrio del producto

C_f = costos fijos de producción

V_v = Valor de venta unitario promedio

C_v = Costos variables unitarios de producción

Se ha considerado un Valor de venta de S/. 116.95 (precio de venta de 138 soles) por un rollo de building wire de 100 metros. Asimismo, hay un costo fijo hallado de 62 726 059 soles y un costo variable por unidad de 93.5 soles al año 20.

$$Q_{eq} = \frac{62\,726\,059}{116.95 - 93.5} = 2\,748\,884 \text{ rollos de 100 metros de building wire}$$

El punto de equilibrio calculado es 2 748 884 rollos. Como mínimo la planta deberá tener una capacidad de producción de 7 531 rollos/día para no tener pérdidas ni ganancias.

4.5 Selección del tamaño de planta

Después de haber determinado los limitantes que definen cada relación, se procederá a seleccionar el tamaño de planta según la siguiente matriz:

Tabla 4.8

Selección del tamaño de planta

Relación	
Tamaño - mercado	3 218 090 rollos / año
Tamaño – recursos productivos	355 515 850 rollos / año
Tamaño – tecnología	3 396 557 rollos / año
Tamaño – punto de equilibrio	2 748 884 rollos / año

Tras analizar cada uno de los factores que determinan el tamaño de planta, se evidencia que el tamaño-mercado es el tamaño de planta limitante, con un volumen de producción anual de 3 218 090 rollos al año.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Al buscar ofrecer un producto de calidad y garantía, se tomará como base todo el marco regulatorio para el producto y así definir las características del producto. Dicho esto, el cable tendrá las siguientes especificaciones técnicas, tomando como referencia a INDECO, que es la empresa líder del mercado productor:

Tabla 5.1

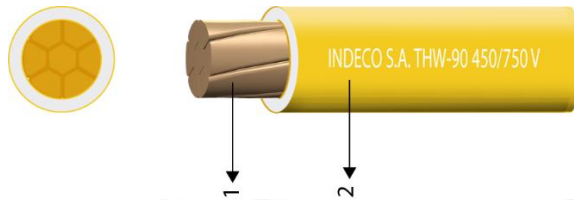
Especificaciones técnicas del producto

	Característica	Especificación
Material	Conductor	Cobre electrolítico
	Aislamiento	PVC
Dimensiones	Calibre	4 mm ²
	Hilos	7
	Diámetro del conductor	2.4mm
	Espesor del aislamiento	0.8mm
	Diámetro exterior	4.1mm
	Peso	4.7 kg/100 m.
Electricidad	Tensión nominal	450 / 750 V
	Amperaje en ducto	34 A
	Resistencia	0.087 MΩ-km
Uso	Temperatura máxima de operación	90 °C
	Contra incendio	UL VW-1

Entonces, como ya se menciona en el cuadro, la composición del producto será de 7 hilos de cobre trenzados y cubiertos con aislamiento de PVC que opera a una temperatura ambiente de 30°C. Tomando como base de diseño del producto, se tomará la siguiente imagen en la que se puede observar los hilos y el aislamiento con la respectiva rotulación:

Figura 5.1

Building Wire



Nota: Figura obtenida de INDECO (2019)

5.1.2 Marco regulatorio para el producto

Cómo el producto tiene como objetivo al mercado nacional, se tomará el siguiente marco regulatorio:

Código Nacional de Electricidad

Debido a que la finalidad del producto es utilizarse en construcción, hace referencia a los diferentes tipos de cable en los que se encuentra incluido el THW, incluyendo la temperatura que deber soportar y la sección nominal.

NTP 370.252: Cables aislados con compuesto termoplástico y termoestable para tensiones hasta e inclusive 450/750 V

Esta Norma Técnica Peruana indica los lineamientos que deben cumplir los conductores de cobre aislados con Cloruro de Polivinilo (PVC) que tienen uso en instalaciones fijas. Se menciona que la construcción del cable THW (90) con tensión nominal 450/750 V estará conforme con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) y su norma 60 228 (Conductores de cables aislados), que determina el área de sección transversal para este tipo de cables. Adicionalmente, esta NTP indica los datos de marcación a considerar en la superficie exterior del cable, la temperatura de operación en uso normal en ambiente seco y húmedo, el espesor del aislamiento y la resistencia eléctrica.

UL 2 556: Wire and Cable Test Methods

Es un estándar que describe los equipos, métodos de prueba y fórmulas para realizar las pruebas y cálculos pertinentes para el cable.

UL VW-1: Standard for Vertical Flame Test

Es un estándar que describe la prueba de inflamabilidad del cable.

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

5.2.1.1. Descripción de las tecnologías existentes

El building wire se obtiene a partir del alambrón de cobre de 8mm de espesor, el cual es producto de la fundición de cátodos de cobre al 99.9% de pureza. Los principales procesos para obtener el cable desde el alambrón son la trefilación, cableado y aislamiento. Sin embargo, para obtener el alambrón se tiene principalmente dos tipos de procesos de producción. En primer lugar, se tiene el método convencional, el cual es un proceso antiguo y actualmente en desuso en el mundo, ya que ocasionaba muchos fallos en calidad y problemas de utilización. El otro método es el de colada continua.

Este antiguo método consistía en calentar los wirebars, los cuales eran barillas de gran longitud de cobre por unos hornos eléctricos a altas temperaturas para poder fundir el cobre y colocarlo en un tren de laminación que iba reduciendo el diámetro del wirebar hasta las condiciones deseadas.

Entre las principales desventajas, según se menciona en la tesis de Navarro, José (1989), se encuentra el hecho de no se podía obtener rollos de gran longitud, dado a las limitaciones técnicas que puede tener el equipo de laminación, ocasionando que en su utilización se debe soldar las partes del alambrón en proceso para obtener una producción continua.

Debido a la laminación de las barras de cobre hasta convertirlo en alambrón, se forman en la superficie capas de óxidos y se incrustan impurezas, lo que ocasiona que deba ser posteriormente cepillado.

En la actualidad, se utiliza el método por colada continua ya que presenta las siguientes ventajas frente a una producción convencional de laminación.

Se obtiene:

- Mayor productividad
- Mayor rendimiento de la producción
- Mermas de solo 1% en la producción por colada continua.
- Menor cantidad de mano de obra
- Mejor calidad de producto.

“El proceso de colada continua consiste en una fábrica integrada donde se cuelan las palanquillas (planchas o cátodos de cobre) para colocarlos finalmente después que los moldes han sido retirados de ellos en un foso de recalentamiento.” (Díaz, 1987)

Esto ha originado que actualmente casi toda la producción mundial de alambre de cobre sea utilizando el proceso de colada continua, en comparación a hace 30 años donde solamente un pequeño porcentaje utilizaba este método. Además, cabe mencionar que la colada continua es un proceso que requiere una mayor inversión a comparación del tradicional.

5.2.1.2. Selección de la tecnología

El método que se utilizará para la obtención del alambre de cobre será por colada continua, puesto que presenta un mayor valor agregado para la producción, genera mayor productividad y coloca a la organización en un estado de competitividad con las demás empresas del mercado. Será un proceso que se dividirá en dos partes: en línea (hasta obtener los rollos de alambre) y luego batch (fabricación de cables).

No se ha establecido ninguna distinción a partir del alambre debido a que para poder generar cables eléctricos se requiere siempre de un proceso de trefilación y cableado.

5.2.2 Proceso de producción

5.2.2.1. Descripción del proceso

A continuación, se detalla el proceso de producción por método de colado continuo y tren de laminación de alambre del alambre de cobre de 8mm para su posterior transformación en building wire. Para la siguiente descripción del proceso, se ha tomado como referencia la tesis de Díaz, Esther (1987), Navarro, José (1989) y Diener, D. (2000) así como el funcionamiento de una planta compacROD®. Finalmente, se toma la descripción de varios videos de Centelsa para el cableado y obtención del producto final.

- Proceso de Fusión

El proceso inicia cuando los cátodos de cobre de alta pureza son cargados mediante un elevador en un horno vertical llamado horno shaft de bajo consumo calentado por gas, a una temperatura aproximada de 1 150 °C. El cobre líquido es sometido a un control de oxígeno para evitar las impurezas; continuamente, el metal líquido es transferido a través de una canaleta, llamada canaleta superior, a un horno cilíndrico tipo basculante, llamado horno holding o de mantenimiento. Este horno estabiliza el flujo, uniformiza la composición química del metal y su temperatura de 1 150 °C, además quema las últimas impurezas que pueda tener el cobre y desprender las escorias que se produzcan. El sistema basculante del horno holding permite regular el flujo de cobre que es transferido, a través de una canaleta, hacia la máquina de fundición de doble rueda.

- Proceso de Colado

El cobre líquido es vertido en una máquina de fundición de doble rueda la cual va a dar una sección transversal de aproximadamente 1 200mm². El molde es enfriado por agua a 800°C a través de un arreglo estratégico de toberas en los cuatro lados del molde, tres lados formados por el canal de la rueda y un lado formado por la coquilla. El cobre se va solidificando conforme la rueda va girando.

- Proceso de Laminado

El laminado se realiza en un tren de laminación que es un dispositivo colocado en línea cerrado herméticamente para evitar la oxidación del material. Los stands son pares de rodillos, dispuestos en forma alternada horizontal y verticalmente, cuyos canales en conjunción con la velocidad de giro de cada stand permiten reducir progresivamente (en un 20% a 30% en cada pasada) hasta obtener a la salida del último stand el alambón en forma redonda de 8 mm de diámetro. La temperatura de salida del alambón de este proceso es de 550°C.

- Proceso de Decapado

El alambón luego se sumerge en una solución orgánica, compuesta por agua y 2% de alcohol isopropílico, que reduce el óxido superficial del alambón mediante una conversión del óxido en cobre y a su vez enfría el alambón hasta la temperatura ambiente, teniendo como resultado un alambón con brillo y color propio del cobre puro.

- Bobinado

El alambón es enviado a un bobinador, el cual enrolla el alambón en espiras acomodadas en forma orbital formando bobinas de 2 a 5 toneladas peso. En este paso, se almacena temporalmente el alambón de cobre para luego pasar a la trefilación.

- Trefilación del alambón

Este proceso consiste en reducir el tamaño del alambón de cobre de manera progresiva por una serie de dados que poseen una forma cónica hasta conseguir diámetro final dentro de la máquina trefiladora. Aquí se aprovecha la propiedad de ductilidad del cobre y se tiene los dados con la debida lubricación donde el cobre se deforma elásticamente dentro de la pieza. Para su halado se usan anillos de trefilado para que puedan enrollarse y continuar su paso a un dado sucesivo de menor diámetro.

- Proceso de Recocido

Inmediatamente después del estirado el cable pasa por un proceso de recuperación de propiedades eléctricas y mecánicas que perdió en el proceso anterior. Esto se realiza mediante corriente eléctrica con un diferencial de potencial que produce calentamiento en hilo en cámaras con atmósfera controlada con nitrógeno para desplazar el oxígeno y evitar la oxidación y obteniendo un hilo de cobre sólido.

- Cableado

Estos hilos ya trefilados pasan a continuación por una máquina de cableado planetaria, la cual genera una trenza de 7 hilos.

- Aislamiento

Para este proceso el material de aislamiento de pequeños pellets de PVC se funde en continuo para evitar la pérdida de corriente, los cuales pasan a una máquina aisladora que recubre el cable de cobre con el material PVC.

- Bobinado de cable

Los cables ya aislados con PVC pasan a una máquina bobinadora que reparte equitativamente el metraje de cable para el embalaje y su próxima distribución.

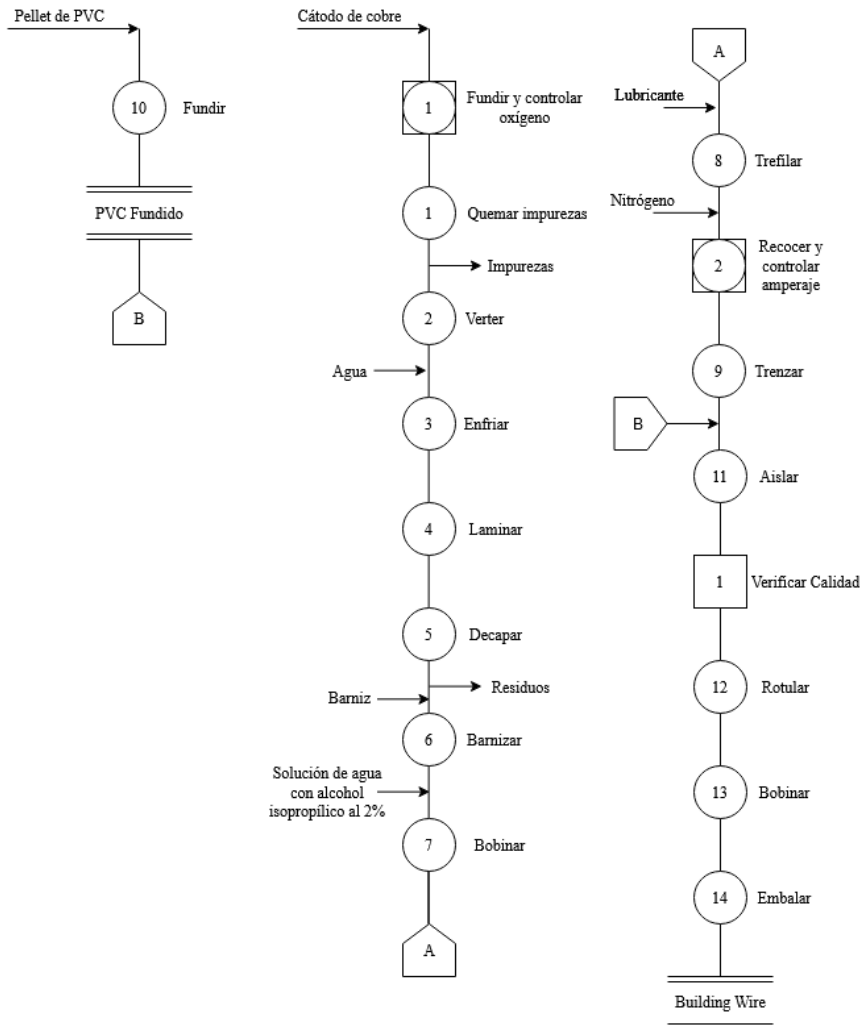
5.2.2.2. Diagrama de proceso: DOP

Para mostrar el proceso de manera gráfica, se presenta a continuación el diagrama de operaciones para el building wire.

Figura 5.2

Diagrama de operaciones del proceso

DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE BUILDING WIRE



Resumen

○ : 14

□ : 1

◻ : 2

Total 17

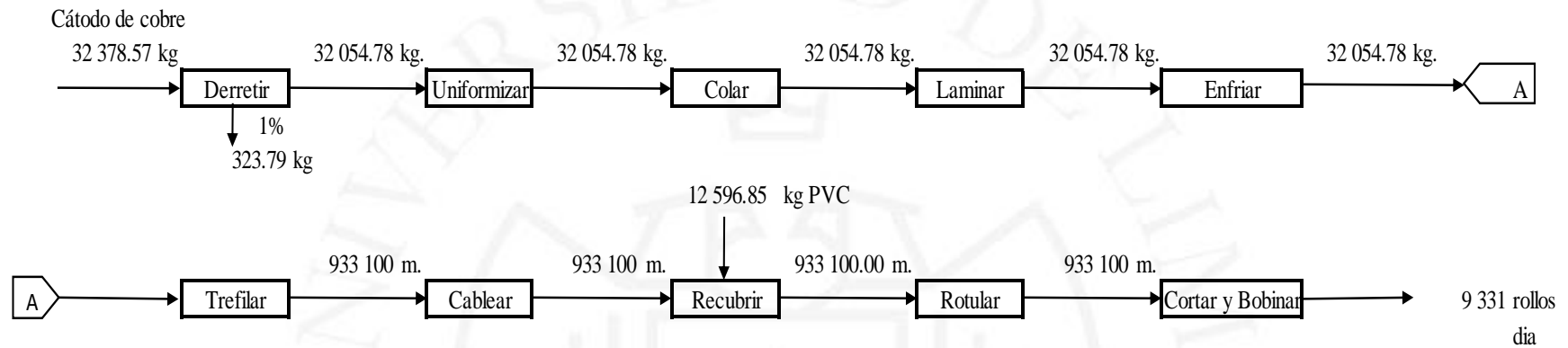
5.2.2.3. Balance de materia

Es necesario realizar un balance de materia para conocer el requerimiento de materia prima y la eficiencia de cada proceso. Se presentará a continuación el diagrama de bloques para la producción de 9 331 rollos por día, limitado por la operación cuello de botella.



Figura 5.3

Balance de materia



Se puede observar que la productividad del sistema es del 99%, lo cual evidencia la calidad y eficiencia del proceso y tecnología elegido.

5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Como se ha podido observar en las secciones anteriores, el proceso de producción de cable de cobre building wire radica principalmente en la fundición de los cátodos de cobre para poder obtener el alambrón de 8mm, seguido del proceso de trefilado, cableado y extrusión del PVC para poder aislar el cable, siendo el primer proceso el más complejo.

Según se explicó en el punto 5.2.1.2. se utilizará el método de colada continua para la fabricación del alambrón. Actualmente, existe una patente llamada CompacROD[®] de la empresa alemana SMS Group, la cual consiste en una planta de producción modular compuesta de la siguiente maquinaria:

- Horno shaft o Horno de cuba: Es la máquina encargada de fundir los cátodos de cobre.
- Horno de mantenimiento de calor: Es la máquina encargada de mantener el calor del cobre fundido.
- Máquina de fundición de doble rueda: Es la máquina encargada del colado continuo.
- Área de preparación de barras: Esta sección permite el transporte de las barras hacia la laminadora.
- Laminadora: Es la máquina encargada de dar el tamaño al alambrón.
- Tramo de refrigeración: Esta sección permite el enfriamiento del alambrón con agua.
- Bobinadora: Es la máquina encargada de bobinar el alambrón.

Para la segunda parte del proceso, construcción del cable, se necesitan las siguientes máquinas:

- Trefiladora: Es la máquina encargada de reducir el diámetro del alambrón y convertirlo en hilo.
- Máquina de recocido: Es la máquina encargada de dar corriente eléctrica al hilo y así poder recuperar sus propiedades eléctricas y mecánicas.
- Cableadora planetaria: Es la máquina encargada de trenzar los hilos en cable.


- Extrusora: Es la máquina encargada de fundir el PVC y unirlo con el cable.
- Bobinadora: Es la máquina encargada de enrollar los cables en rollos de 100 metros.

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria

Como se mencionó en el punto anterior, la planta contará con dos procesos de producción en línea (alambrón y trefilación).

Tabla 5.2

Especificaciones de la maquinaria Compac Rod

Línea de CompacROD	Detalles
	<p>Dimensiones aproximadas: 30x65m. Capacidad: 5-7 TN/H Combustible Gas Natural Consumo gas: 34 m³/h Consumo línea: 400 kW/h Precio: S/. 30 000 000</p>

Nota: Imagen de CompacRod obtenida de SMS Group (2018)

Tabla 5.3

Especificaciones de la línea de trefilado y recocido

Línea de trefilado y recocido	Detalles
 <p>The image contains two photographs of industrial wire drawing machines. The top photograph shows a large, blue machine with a complex frame and rollers, set in a factory environment. The bottom photograph shows a smaller, green machine with a similar design, also in a factory setting. Both images have a watermark for 'Fortune Electric' and a mobile phone number.</p>	<p>Marca: Shanghai Fortune Electric</p> <p><u>Trefiladora grande:</u></p> <p>Diámetro de entrada: 8.00 mm</p> <p>Diámetro de salida: 3.5 mm</p> <p>Motor: 30 kW</p> <p>Dados: 10</p> <p>Velocidad: 1000 m/min.</p> <p><u>Trefiladora intermedia:</u></p> <p>Diámetro de entrada: 3.5 mm</p> <p>Diámetro de salida: 0.3 mm</p> <p>Motor: 45 kW</p> <p>Dados: 17</p> <p>Velocidad: 800-1200 m/min</p> <p>Precio total: S/. 1 220 000</p>

Nota: Maquinas trefiladoras obtenidas de Fortune Electric (2020)

Tabla 5.4*Especificaciones de la línea de cableado*

Cableadora planetaria	Detalles
	<p>Marca: Shunhong Trading Co.,Ltd</p> <p>Modelo: 500</p> <p>Velocidad máxima: 100m/min</p> <p>Potencia: 75 kW</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 4m</p> <p>Largo: 7m</p> <p>Precio aproximado: S/. 205 000</p>

Nota: Cableadora obtenida de Exapro (2020)

Tabla 5.5*Especificaciones de la línea de extrusión*

Extrusora	Detalles
	<p>Marca: XINDA</p> <p>Modelo: C-SHJ-65</p> <p>Dimensiones: 3000X800X2000 MM</p> <p>Salida: 400-800 kg/hora</p> <p>Potencia: 110-250 Kw</p> <p>RPM máximo: 800</p> <p>Precio: S/. 460 000</p>

Nota: Extrusora obtenida de XINDA (2020)

Tabla 5.6

Especificaciones de la línea de rotulado y control de calidad

Máquinas de control de calidad	Detalles
	<p>Máquina rotuladora</p> <p>Marca: VideoJet</p> <p>Modelo: 1620</p> <p>Potencia: 120 W</p> <p>Precio: S/. 23 000</p>
	<p>Marca: DEVOTRANS</p> <p>Probador de compresión de tensión</p> <p>Modelo: DVT GP E GN</p> <p>Potencia: 1 KVA</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 94 cm.</p> <p>Altura: 135 cm.</p> <p>Profundidad 50 cm.</p> <p>Peso: 140 kg</p>
	<p>Probador flexible de cable flexible:</p> <p>Modelo: ZGT 7301</p> <p>Potencia: 4W.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 198 cm</p> <p>Profundidad: 62 cm</p> <p>Altura 155 cm</p>

(continúa)

(continuación)

Máquinas de control de calidad	Detalles
 <p>A long, narrow metal frame with a hand crank on the right side and a motor or control unit at the left end. It appears to be used for testing the electrical resistance of cables or wires.</p>	<p>Juego de pruebas de resistencia eléctrica</p> <p>Modelo: DVT KEDT</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 173 cm</p> <p>Profundidad: 45 cm</p> <p>Altura 27.6 cm</p> <p>Peso: 42kg</p>
 <p>A vertical metal cabinet with several control knobs and switches on the front panel. Below the panel, there are several cylindrical components, likely spools or guides for cable testing.</p>	<p>Tirador y probador abrupto de rotación para cable</p> <p>Modelo: ZGT 7 077</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 115 cm</p> <p>Profundidad: 45 cm</p> <p>Altura: 138 cm</p> <p>Peso 180 kg</p>
 <p>A compact, rectangular metal box with a control panel on the front featuring a red emergency stop button and a green start button. On top, there is a mechanical testing assembly with a rotating drum and a sample holder.</p>	<p>Probador de abrasión</p> <p>Modelo: DVT EAC 120</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Ancho: 520 mm</p> <p>Profundidad: 420 mm</p> <p>Altura: 370 mm</p> <p>Peso: 15 kg</p> <p>Precio promedio según proveedor: 3 500 \$ o S/.11 900.</p>

Nota: Máquinas de control de calidad obtenidas de DEVOTRANS (2019)

Tabla 5.7

Especificaciones de la línea de bobinado

Bobinadora	Detalles
	<p>Marca: LOIMEX</p> <p>Modelo: D30</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Largo: 1 600 mm</p> <p>Ancho: 1 020 mm</p> <p>Alto: 1 400 mm</p> <p>Potencia: 1.1 kW</p> <p>Capacidad: 200 kg</p> <p>Diámetro de bobina: 800 mm</p> <p>Peso: 350kg</p> <p>Precio: S/. 24 000</p>

Nota: Bobinadora obtenida de LOIMEX (2019)

Tabla 5.8

Especificaciones del montacargas

Montacargas	Detalles
	<p>Marca: NISSAN</p> <p>Modelo: K25</p> <p>Potencia: 51 HP</p> <p>Precio: S/. 28 000</p>

Nota: Montacargas obtenido de 3G Distribuidores (2019)

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos.

Para la presente investigación se tiene previsto que se trabajará en 2 turnos de 8 horas cada uno, 7 días a la semana, 52 semanas y 12 meses al año.

Para el siguiente cálculo se toma la información recibida de entrevistas a expertos en el rubro, que incluyen las realizadas a Thomas Shatz, experto de SMS Group GmbH y a Sigfrido Nano, Jefe de Calidad de INDECO.

Tabla 5.9

Cálculo del número de máquinas

Operación	Unidades	Capacidad	D (rollos/año)	f	P (rollos/año)	H (Horas/año)	T	U	E	N° Máquinas
Línea de fundido de cobre	TN	7	3 218 090	1%	3 221 308	5 824	0.0005	0.9	0.9	1
Línea de trefilado	metros	1 000	3 218 090	0%	3 218 090	5 824	0.0017	0.9	0.9	2
Cableado	metros	100	3 218 090	0%	3 218 090	5 824	0.0167	0.9	0.9	12
Recubrimiento en Extrusora	kg	800	3 218 090	0%	3 218 090	5 824	0.0059	0.9	0.9	5

Sin embargo, como se trata de un proceso de producción en línea y no se puede almacenar el cableado sin antes extruirlo, existe la necesidad de añadir una extrusora al final de cada cableadora, por lo tanto, se consideran 12 máquinas extrusoras y cada extrusora contiene una bobinadora.

Tabla 5.10

Número de máquinas totales

Máquina	N°
CompacROD	1
Trefiladora	1
Cableadora	12
Extrusora	12
Bobinadora	12

Para el número de operarios se sabe que el proceso de CompacRod requiere de 10 operarios. Cabe resaltar que la totalidad de estos 10 operarios tiene como función principal la supervisión y mantenimiento del proceso, ya que este es automático. Por otro lado, debido a que las demás máquinas son semi-automáticas, se requiere de 2 personas

encargas de revisar la línea de trefilado y cableado, y 6 de extrusión y bobinado, dando un total de 18 operarios.

Tabla 5.11

Número de operarios

Operación	N°
Línea de CompacROD	10
Trefilación y Cableado	2
Extrusión y Bobinado	6
Total	18

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada.

La capacidad instalada de la planta es el resultante de la selección del tamaño de planta. Debido a que en el cálculo previo del tamaño-tecnología se tomó en cuenta tanto el factor de eficiencia como de utilización del proceso, se procederá a multiplicar por el número de máquinas obtenido en el punto anterior y así obtener la capacidad instalada.

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad instalada} &= \text{Tamaño tecnología} * 3 \text{ turnos} \\
 &= 5\,094\,835 \frac{\text{rollos}}{\text{año}}
 \end{aligned}$$

5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

La materia prima se recibe directamente del proveedor Southern Copper, la cual cuenta con un alto estándar de calidad debido al prestigio internacional con el que cuenta, además de ser uno de los principales proveedores de cátodos de cobre del mundo.

Por otro lado, el producto final pasa por 5 máquinas que prueban sus propiedades físicas, garantizando el producto de calidad que se busca ofrecer al cliente.

5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

La planta de producción contará con un laboratorio de pruebas físicas, las cuales listamos a continuación; estas se realizarán durante la producción continua de cable de cobre cada 10 km de cable. Se toma un corte referencial para poder realizar las pruebas tanto durante el proceso como en el proceso terminado.

- Prueba de compresión de tensión: Esta prueba consiste en medir la tensión del cable y el porcentaje de elongación, la cual brinda el equipo una vez terminada la prueba.

- Probador flexible de cable flexible: Al conducir el cable bajo interrupciones de corriente eléctrica, el equipo se detiene y se determina la vida útil del cable.
- Juego de pruebas de resistencia eléctrica: Mediante una fuente de poder, se realiza una prueba de amperaje para determinar la resistencia del cable.
- Tirador y probador abrupto de rotación para cable: Esta prueba consiste en verificar la existencia de algún defecto del cable, como grietas internas y fractura máxima del cable
- Probador de abrasión: Esta prueba se define el deterioro del cable que existe mediante la fricción de carga y el deterioro común.

5.6 Estudio de Impacto Ambiental

El presente proyecto pretende en todas sus áreas minimizar el impacto ambiental generado desde la fundición de cátodos de cobre. Es por ello que se ha consultado directamente con el proveedor de la maquinaria CompacRod para tener una imagen clara de los posibles impactos que genera y a la vez como mitigarlos.

Es por ello por lo que, para poder cuantificar dichos impactos, se utilizará la Matriz de Leopold. A continuación, se detalla la tabla de puntuación y valoración.

Tabla 5.12

Puntuación de Matriz de Leopold

* Naturaleza: positivo (+) y negativo (-)	
SIGNIFICANCIA	VALORACION
Muy poco significativo (1)	0.10 - <0.39
Poco significativo (2)	0.40 - <0.49
Moderadamente significativo (3)	0.50 - <0.59
Muy significativo (4)	0.60 - <0.69
Altamente significativo (5)	0.70 - 1.0

Nota: Puntuación obtenida de Universidad de Lima (2020)

De igual manera se muestra el cuadro con los criterios de evaluación y significancia.

Tabla 5.13*Criterios de significancia*

Rangos	Magnitud (m)	Duración (d)	Extensión (e)	Sensibilidad	
1	Muy pequeña	Días	Puntual	0.80	Nula
	Casi Imperceptible	1 – 7 días	En un punto del proyecto		
2	Pequeña	Semanas	Local	0.85	Baja
	Leve alteración	1 – 4 semanas	En una sección del proyecto.		
3	Mediana	Meses	Área del proyecto	0.90	Media
	Moderada alteración	1 – 12 meses	En el área del proyecto		
4	Alta	Años	Más allá del proyecto	0.95	Alta
	Se produce modificación	1 – 10 años	Dentro del área de influencia		
5	Muy Alta	Permanente	Distrital	1.00	Extrema
	Modificación sustancial	Más de 10 años	Fuera del área de influencia		

Nota: Criterios obtenidos de Universidad de Lima (2020)

El cálculo de la significancia se realiza con la siguiente fórmula y los resultados se observan en el siguiente cuadro de Matriz de Leopold

Figura 5.4

Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

FACTORES AMBIENTALES	N°	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ETAPAS DEL PROCESO								$IS = [(2m + d + e)/20] * s$					
			FUNDICIÓN	COLADO	LAMINADO	ENFRIADO	TREFILADO	CABLEADO	EXTRUSIÓN	BOBINADO						
MEDIO FÍSICO	A	AIRE										m	d	e	s	Total
	A.1	Contaminación del aire por emisiones de combustión	x								A.1/a	1	5	4	0.95	0.5225
	AG	AGUA														
	AG1	Contaminación por eliminación de refrigerantes			x		x		x		AG1/a	2	5	4	0.95	0.6175
	AG2	Contaminación por agua de enfriamiento		x		x					AG2/a	1	5	1	0.85	0.34
	S	SUELO														
	S1	Contaminación por residuos sólidos que no se pueden volver a fundir	x	x			x				S1/a	1	5	2	0.85	0.3825
S2	Contaminación por residuos plásticos de la extrusora y cortado del bobinado							x	x	S2/a	1	5	2	0.85	0.3825	
MEDIO BIOLÓGICO	FL	FLORA														
	FL1	Eliminación de la cobertura vegetal									FL1/a					0
	FA	FAUNA														
FA1	Alteración del hábitat de la fauna									FA1/a					0	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	P	SEGURIDAD Y SALUD														
	P1	Riesgo de exposición del personal a ruidos intensos					x	x	x		P1/a	4	5	3	0.95	0.76
	P2	Riesgo de exposición del personal a materia con altas temperaturas	x	x	x						P2/a	4	5	3	0.9	0.72
	E	ECONOMIA														
	E1	Generación de empleo	x	x	x	x	x	x	x	x	E1/a	2	5	5	0.95	0.665
	E2	Dinamización de las economías locales	x	x	x	x	x	x	x	x	E2/a	3	5	5	0.95	0.76
	SI	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA														
SI1	Incremento en la industrialización con tecnología de punta y de última generación	x	x	x	x	x	x	x	x	SI1/a	5	5	5	0.95	0.95	

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Según el Reglamento de la Ley N° 29 783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo: “El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores (...), debe considerar factores sociales laborales y biológicos”

Por esta razón, se debe realizar una evaluación que involucre todos los posibles riesgos y peligros que podrían darse en los ambientes de la planta para que así se pueda determinar aquellos factores que pueden poner en riesgo la seguridad y salud de los trabajadores y poder tomar las medidas correspondientes.

Esta evaluación se realizará a través de la matriz IPER, la cual permite identificar los peligros y evaluar sus respectivos riesgos.

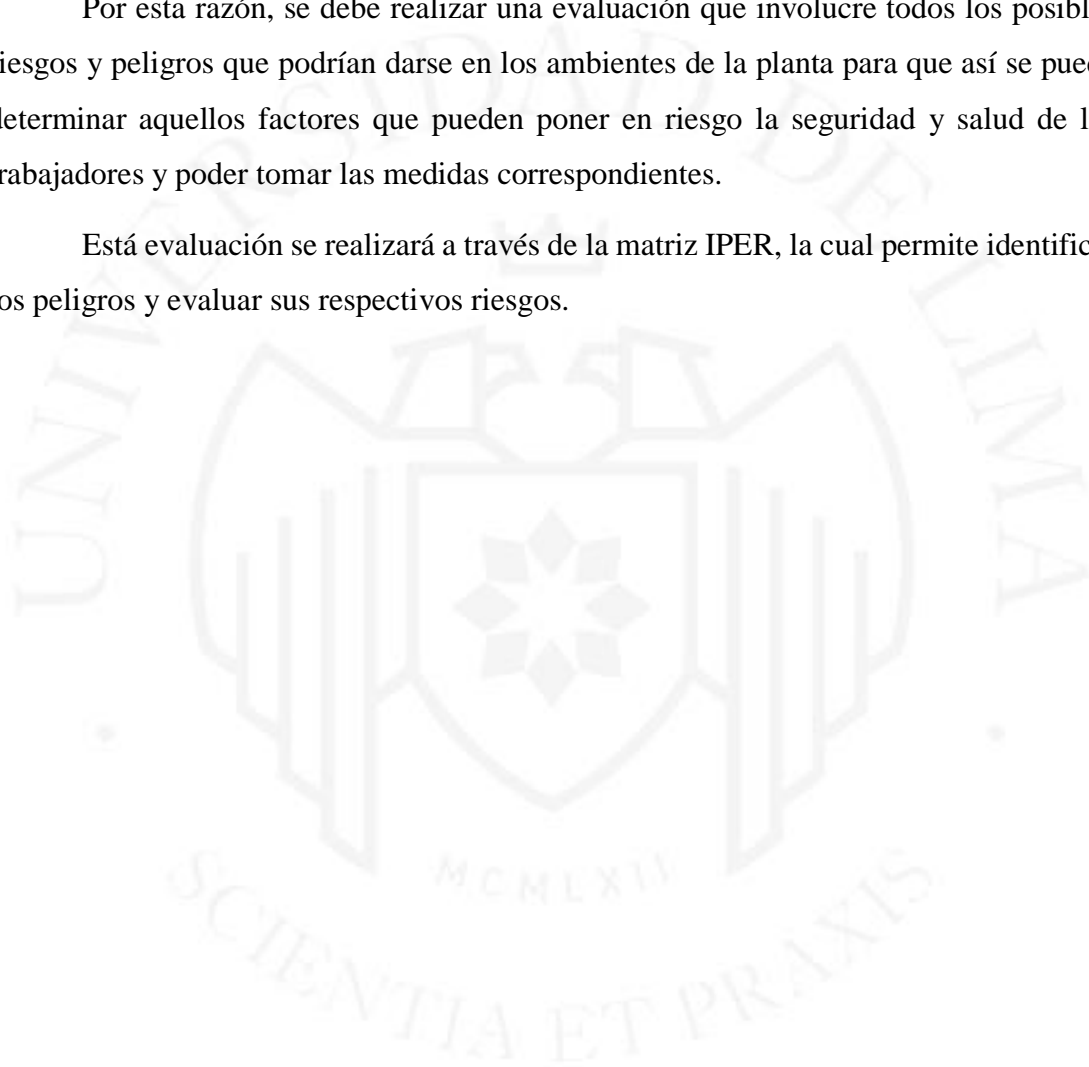


Figura 5.5

Matriz IPERC

N°	ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	INDICE DE PERSONAS EXPUESTAS	INDICE DE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES	INDICE DE CAPACITACION	INDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO	INDICE DE PROBABILIDAD	INDICE DE SEVERIDAD	PROB. x SEVERIDAD	NIVEL DE RIESGO	RIESGO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROL
1	Traslado de MP	Montacargas	Probabilidad de atropellamiento	3	1	1	2	7	3	21	IMP	SI	Señalización en los pisos y sonido al montacargas
2	Carga de cátodos	Cátodo pesado	Probabilidad de golpes en la mano	2	1	1	2	6	2	12	MOD	SI	Señalización y EPPs
		Sistema de elevación para carga de cátodo	Probabilidad de aplastamiento total	2	1	1	2	6	3	18	IMP	SI	Señalización y EPPs
3	Fundición de cobre	Horno caliente	Probabilidad de Quemadura	2	1	1	2	6	3	18	IMP	SI	Material Aislante de recubrimiento
		Varilla de cobre caliente	Probabilidad de Quemadura	2	1	1	2	6	3	18	IMP	SI	Guardas y señalización
4	Durante todo el proceso	Ruido de las máquinas	Probabilidad de problemas auditivos	3	2	2	3	10	1	10	MOD	SI	EPPs
		Exposición a alta temperatura	Probabilidad de sofocación	3	1	1	2	7	1	7	TOL	NO	Extractores de aire
5	Carga de máquina cableadora	Bobina pesada	Probabilidad de aplastamiento de los pies	1	3	2	3	9	2	18	IMP	SI	EPPs
		Maquina cableadora	Probabilidad de atasco de manos	1	3	2	3	9	2	18	INT	SI	Guardas y EPPs
6	Carga de máquina extrusora	Máquina extrusora	Probabilidad de atasco de manos	1	3	2	3	9	2	18	INT	SI	Guardas y EPPs
7	Carga de máquina bobinadora	Bobinas	Probabilidad de aplastamiento	1	3	2	3	9	2	18	IMP	SI	EPPs
		Cuchillas	Probabilidad de corte	1	3	2	3	9	2	18	IMP	SI	Guardas

En la matriz mostrada, se puede evidenciar en primera instancia dos factores intolerables. Sin embargo, la probabilidad es baja, aunque tiene este nivel de riesgo porque los operarios se encuentran expuesto ante este peligro a diario. Por otro lado, la mayoría de los peligros son importantes y con las medidas de control propuestas se mitigará el impacto.

5.8 Sistema de mantenimiento

Es importante planificar periódicamente un sistema de mantenimiento y así alargar la vida útil de los equipos, de tal forma que se pueda prevenir los fallos inesperados que deriven en un paro de la producción, un posible riesgo a la seguridad y salud de los trabajadores y costos.

Con respecto a la línea CompacRod, el mantenimiento será principalmente preventivo ya que se busca la mejora de la disponibilidad de la máquina, realizándose semanalmente una vez terminada la producción, el cual consta de la limpieza y eliminación de residuos remanentes en las máquinas. Los responsables de llevar a cabo este mantenimiento son los 10 operarios que fueron capacitados en un inicio por el proveedor; además de realizar inspecciones visuales al finalizar cada turno.

Para las demás máquinas, se considera necesario realizar un mantenimiento de tipo predictivo. Este tipo de mantenimiento se realizará de forma mensual, a través de terceros, donde principalmente se utilizarán instrumentos de medición de ruido, vibración, RPM de la cableadora, uso de micrómetros para poder medir el desgaste de los dados de la trefiladora y del tornillo de la extrusora.

Por último, para la bobinadora, al ser un elemento individual, se considera un mantenimiento preventivo que será realizado por el personal de la planta.

A continuación, se presenta el plan de mantenimiento por máquina:

Tabla 5.14*Plan de mantenimiento*

Equipo	Actividad	Responsable	Periodicidad
CompacRod	Inspección del tanque de agua	Operarios capacitados por SMS Group	Semanal
	Inspección de la máquina		
	Limpieza y eliminación de residuos		
Trefiladora	Reconocimiento del equipo (seguimiento de vibraciones)	Empresa tercerizada pero con supervisión de técnicos de calidad	Mensual
	Analizar el problema detectado		
	Identificar posibles causas		
	Corrección del fallo		
Cableadora	Reconocimiento del equipo (seguimiento de vibraciones)		
	Analizar el problema detectado		
	Identificar posibles causas		
	Corrección del fallo		
Extrusora	Reconocimiento del equipo (seguimiento de vibraciones)		
	Analizar el problema detectado		
	Identificar posibles causas		
	Corrección del fallo		
Rotuladora	Reconocimiento del equipo (seguimiento de vibraciones)		
	Analizar el problema detectado		
	Identificar posibles causas		
	Corrección del fallo		
Bobinadora	Identificar problema	Operario	Cuando se presente la falla
	Reparar componente averiado		
	Realizar pruebas		

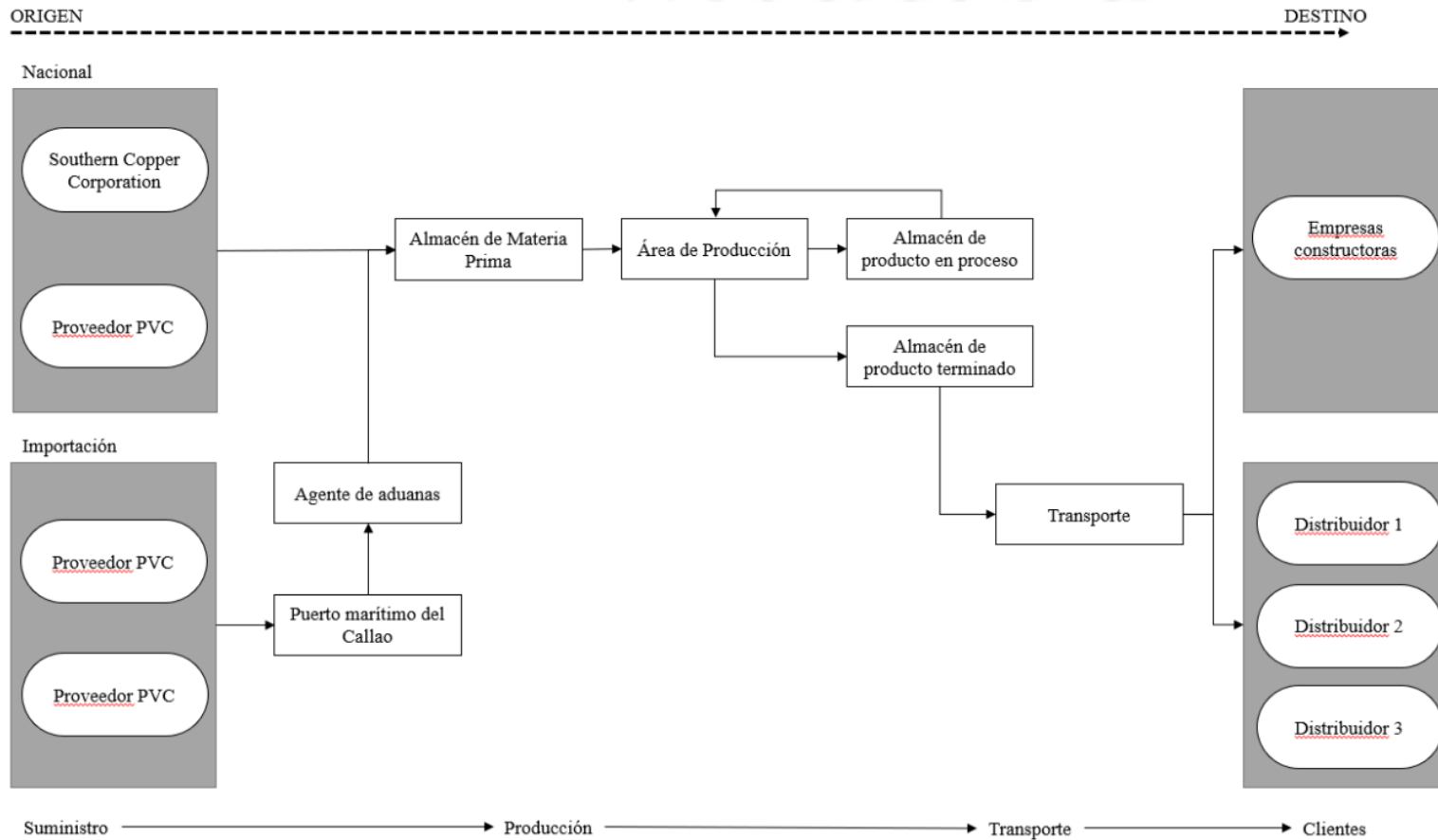
5.9 Diseño de la Cadena de Suministro

Para el proceso de producción de building wire se necesita como materia prima los cátodos de cobre que se obtienen nacionalmente de Southern Copper. Se compra directamente a este proveedor y se traslada al almacén de materia prima. La segunda materia prima son los pellets de PVC que se importan. Luego, estas materias primas pasan por el proceso de producción y se convierten en producto terminado de rollos de 100 metros para su distribución final.

El producto se vende directamente a empresas constructoras de capital privado o a distribuidores. El transporte se realiza con un camión propio desde el almacén de producto terminado hasta donde lo requiera el cliente.

Figura 5.6

Cadena de suministro



5.10 Programa de producción

El proyecto busca satisfacer la demanda para los 20 años de vida útil. Para ello, se considera que el plan de producción debe tener los siguientes criterios:

- Stock de seguridad del 1% de la demanda del año siguiente
- Stock máximo de 16 000 rollos de almacén.



Tabla 5.15*Programa de producción (2020-2039)*

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Demanda	253 727	510 323	769 299	1 030 303	1 293 069	1 557 391	1 562 660	1 567 555	1 572 126	2 101 884
Inventario Inicial	-	5 103	7 692	10 303	12 930	15 573	15 626	15 675	15 721	16 000
Inventario Final	5 103	7 692	10 303	12 930	15 573	15 626	15 675	15 721	16 000	16 000
Producción	258 830	512 912	771 910	1 032 930	1 295 712	1 557 444	1 562 709	1 567 601	1 572 405	2 101 884

Año	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Demanda	2 107 269	2 112 358	2 117 183	2 121 771	2 657 680	2 662 902	2 667 902	2 672 698	2 677 306	3 218 090
Inventario Inicial	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000
Inventario Final	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	-
Producción	2 107 269	2 112 358	2 117 183	2 121 771	2 657 680	2 662 902	2 667 902	2 672 698	2 677 306	3 202 090

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

Para la planificación de los insumos se ha diseñado un MRP para todos los años de vida útil del proyecto.

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

Para la producción de building wire se necesita los siguientes insumos.

Tabla 5.16

Materiales e insumos

Materia prima	Cátodos de cobre
Insumo	Pellets de PVC

Tanto para el cálculo de los cátodos de cobre como de los pellets de PVC, se ha elaborado el MRP de forma anual. Es importante mencionar, que los cátodos se adquieren por lotes de 100 unidades mientras que el PVC en sacos de 25 Kg. Se considera que los cátodos tienen un stock de seguridad de 600 unidades y 1 500 sacos para el PVC. Asimismo, se tiene 1% de merma en ambos casos. A continuación, se detalla el MRP por producto.

Tabla 5.17*MRP de Cátodos de Cobre*

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimiento Bruto	5 555	11 172	16 842	22 556	28 309	34 096	34 211	34 318	34 418	46 016
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Disponible	112	739	797	841	932	1 037	1 026	1 008	989	1 073
Requerimiento Neto	6 155	11 661	16 703	22 359	28 068	33 763	33 774	33 892	34 011	45 627
Plan de pedidos	6 300	11 800	16 900	22 600	28 400	34 200	34 200	34 300	34 400	46 100
Lanzamientos	11 800	16 900	22 600	28 400	34 200	34 200	34 300	34 400	46 100	46 200

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Requerimiento Bruto	46 134	46 245	46 351	46 451	58 184	58 298	58 408	58 513	58 614	70 453
Recepciones programadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Disponible	1 140	1 094	1 143	1 092	1 208	1 210	1 202	1 189	1 276	1 323
Requerimiento Neto	45 660	45 706	45 857	45 908	57 692	57 690	57 798	57 911	58 024	69 777
Plan de pedidos	46 200	46 200	46 400	46 400	58 300	58 300	58 400	58 500	58 700	70 500
Lanzamientos	46 200	46 400	46 400	58 300	58 300	58 400	58 500	58 700	70 500	-

Tabla 5.18

MRP sacos de PVC

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Requerimiento Bruto	13 701	27 557	41 542	55 636	69 826	84 099	84 384	84 648	84 895	113 502
Recepciones programada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Disponible	276	1 793	1 926	2 065	2 214	2 365	2 356	2 358	2 363	2 661
Requerimiento Neto	15 201	28 782	41 249	55 210	69 261	83 385	83 519	83 792	84 037	112 639
Plan de pedidos	15 375	29 075	41 675	55 775	69 975	84 250	84 375	84 650	84 900	113 800
Lanzamientos	29 075	41 675	55 775	69 975	84 250	84 375	84 650	84 900	113 800	113 775

Año	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Requerimiento Bruto	113 793	114 067	114 328	114 576	143 515	143 797	144 067	144 326	144 575	173 777
Recepciones programada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Disponible	2 644	2 651	2 649	2 648	2 958	2 961	2 945	2 944	2 969	3 242
Requerimiento Neto	112 631	112 924	113 176	113 427	142 367	142 339	142 605	142 881	143 131	172 308
Plan de pedidos	113 775	114 075	114 325	114 575	143 825	143 800	144 050	144 325	144 600	174 050
Lanzamientos	114 075	114 325	114 575	143 825	143 800	144 050	144 325	144 600	174 050	-

5.11.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Para el cálculo del requerimiento de volumen de gas necesario para el funcionamiento de los hornos, se ha toma en cuenta lo siguiente:

Conversión de demanda de cátodos de cobre a KJ

$$32\ 380 \frac{kg\ cobre}{día} \times 810 \frac{KJ}{kg} = 26\ 277\ 800 \frac{KJ}{día}$$

Conversión de KJ a Kcal por día

$$26\ 277\ 800 \frac{KJ}{día} \times \frac{1\ kcal}{4.184\ KJ} = 6\ 268\ 595 \frac{kcal}{día}$$

Conversión de poder calorífico a m3 de gas

$$6\ 268\ 595 \frac{kcal}{día} \times \frac{1\ m3\ de\ gas}{9\ 032\ Kcal} = 694.04 \frac{m3\ de\ gas}{día}$$

Por lo tanto, se tiene un requerimiento anual de 252 631 m3 de gas.

Las máquinas del proceso utilizan varios motores y su consumo está representado en la siguiente tabla:

Tabla 5.19

Consumo de Kw-h Año

Máquina	Potencia eléctrica kw	U	Horas/turno	Turnos/día	Día/semana	Semana/Año	Kw-h Año
Línea de alambón	400	0.9	8	1	7	52	1 048 320
Línea de trefilado y recocido	75	0.9	8	2	7	52	393 120
Cableadora	75	0.9	8	2	7	52	393 120
Extrusora	250	0.9	8	2	7	52	1 310 400
Rotuladora	0.1	0.9	8	2	7	52	629
Bombas	1.5	0.9	8	2	7	52	7 862
Bobinadora	1.1	0.9	8	2	7	52	5 766
Total							3 159 217

Como se puede observar en la tabla 5.12 existirá un alto consumo de KW. Por tal motivo se contempla la adquisición de un transformador de media tensión para así poder comprar energía de media tensión y disminuir los costos con una inversión estimada considerando subestación y tableros de US \$ 25 000.

Por último, se tendrán 2 depósito de agua a desnivel, impulsados por dos bombas periféricas que permitan recircular y tratar en estos depósitos el agua de enfriamiento.

Tabla 5.20

Consumo de agua de enfriamiento

Año	Cantidad para enfriado (m3)
2020-2039	10

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

Los trabajadores indirectos son aquellos que no intervienen directamente en el proceso. Sus labores son administrativas y comerciales.

Se dispondrá principalmente de 3 servicios de terceros:

Seguridad: Se contratará una empresa privada que brinde seguridad a la planta, resguardando la vida de los trabajadores y la verificación de entrada y salida de mercancías.

Limpieza: Se contratará una empresa privada que brinde labores de limpieza en las distintas áreas de la planta.

Mantenimiento: Consiste en una capacitación recurrente por parte de SMS Group GmbH de manera anual o en caso exista algún mantenimiento reactivo no previsto.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto

Noriega y Díaz Garay (2017), señalan que el objetivo de realizar un estudio para las edificaciones de la planta es lograr que estas brinden condiciones de seguridad para el personal, permitan que los procesos de producción o de servicio se lleven a cabo eficientemente, y garanticen productos con calidad. Todo ello contribuye al aumento de la productividad (p. 325). Por tal motivo se evaluarán los siguientes aspectos:

Estudio de suelos:

Debido al tamaño y peso de las máquinas se considera que el suelo más adecuado es el residual debido a que es fuerte y estable; además de haber permanecido en su lugar de origen. Este piso tendrá que ser de loza de concreto debido al tipo de máquinas.

Techo:

La construcción será de techo ligero por cuestiones de seguridad y temperatura en la planta, con cubiertas tipo deck. Están formadas por una chapa metálica, un aislante (térmico y acústico) y un acabado impermeable. Además, es de fácil montaje.

Nivel de edificación:

Se contempla que la planta tenga dos pisos, en el primer piso se ubicará la zona de producción y almacenes, ya que se busca mover la maquinaria con mayor facilidad al momento de la instalación. En el segundo piso se ubicarán las zonas administrativas.

Vías y medios de circulación:

Es deber de la empresa garantizar la facilidad y seguridad del desplazamiento de las personas involucradas. Los pasillos serán diferenciados con colores que definan la circulación de personas y montacargas y así evitar la exposición de trabajadores a un peligro además de permitir un ordenamiento.

Puerta de acceso metálica:

Debido a que la planta tiene riesgo de incendio, se colocarán dos puertas hacia el exterior adicionales a las de entrada de personal y de vehículos. Estas puertas serán metálicas debido a que son aseguradas con un marco de acero y anticombustibles, resistente al fuego.

Escaleras:

Las escaleras contarán con descanso y barandas, así como con antideslizantes para evitar caídas. Estarán construidas como “de evacuación” para que sean a prueba de fuego y humos.

Ventanas:

Se ubicarán ventanas a lo largo de la zona de producción para poder disponer de una iluminación natural. A su vez, las oficinas administrativas que se encuentren pegadas a la calle también dispondrán de una ventana.

Estacionamientos:

Se contará con estacionamientos de doble sentido de 90° para el personal administrativo y clientes; dónde dos de ellos será de uso exclusivo para discapacitados. Asimismo, se cuenta con un estacionamiento para los camiones que ingresan y transportan materiales que colinda con el patio de maniobras.

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

Para el correcto funcionamiento de la planta, se describirá a continuación las zonas físicas requeridas para el proyecto:

Patio de maniobras:

El patio de maniobras tiene lugar en toda la planta con un ancho mínimo de pasadizo de 3m para que pueda circular el montacargas sin problemas y también incluye el desplazamiento de camiones para la carga y descarga de material y productos que se encuentra fuera del área de producción.

Almacén:

Se contará con tres tipos de almacén:

- Almacén de materias primas: Este almacén servirá para poder mantener el stock de cátodos de cobre, que son recibidos mediante placas de muelle conectado con el exterior del almacén. Este almacén será de bloques apilado verticalmente sobre parihuelas de 1,2 m × 1,0 m × 0,15 m. Debido a que el montacarga puede sostener un máximo de 11 500 kg a una altura máxima de 4.5m de elevación, se puede apilar como bloque de cátodos hasta de 5 pisos con una parihuela por piso, dando una altura y peso máximo por bloque de 2.50m y 11 200kg respectivamente (70 cátodos). Para almacenar los sacos de PVC se usarán estantes de hasta 5 niveles con parihuelas de por medio.

Figura 5.7

Almacén de materia prima



Nota: Parihuelas apiladas obtenidas de International Scrap Solution LLC (s.f.)

Considerando el MRP de cátodos y sacos de PVC se realizan los siguientes cálculos:

$$\frac{70\,500 \text{ cátodos al año } 20}{12 \text{ meses}} = 5\,875 \text{ cátodos/mes} \wedge \frac{5\,875 \text{ cátodos}}{70 \text{ cátodos} \times \text{bloque}} = 84 \text{ bloques}$$

$$\frac{174\,050 \text{ sacos de PVC al año } 20}{52 \text{ semanas}} = 3\,347 \text{ sacos/semana} \wedge \frac{3\,347 \text{ sacos}}{20 \text{ sacos} \times \text{bloque}} = 84 \text{ bloques}$$

Figura 5.8

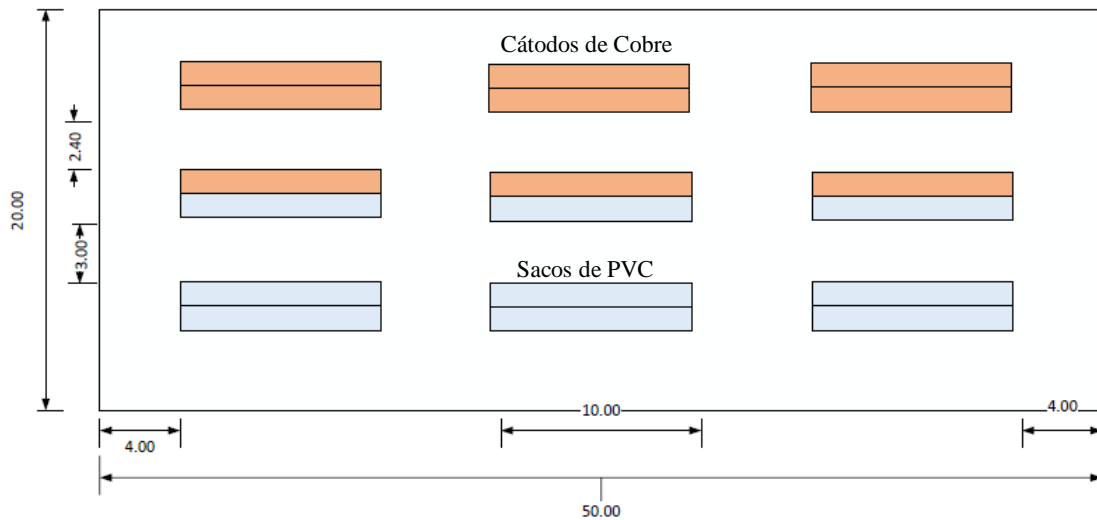
Distribución de parihuela de almacén de materia prima



Cada bloque está compuesto de 120cm x 100cm y 253 cm de alto para los cátodos y 408cm para los sacos de PVC. Los bloques se distribuirán en 2 grandes filas (una detrás de la otra) de 10 bloques por fila necesitando un total de 9 filas para cada insumo. Se añade, además, pasadizos de 3m internos y 5m externos para maniobras del montacarga.

Figura 5.9

Medidas de almacén de materia prima



- Almacén de productos semi elaborados: Este almacén servirá para guardar el alambroón producto del proceso de la CompacRod antes de ser utilizado por la trefiladora para obtener el cable de cobre. Este espacio utiliza dos tipos almacenamiento. El primero a los bordes se tiene apilado por bloques de dos pisos en filas de 22 metros de largo y 1.2 de ancho, del tamaño de una parihuela. El segundo es un rack portabobinas de distintos tamaños el cual es útil para poder tener rapidez y seguridad en el picking cuando se necesite realizar un bobinado de tamaño especial según la especificación del cliente.

Figura 5.10

Distribución de almacén de producto semi elaborado



- Almacén de productos acabados: Este almacén servirá para almacenar los rollos de cables de cobre antes de ser despachados por camiones a los puntos de venta y clientes. Para aprovechar el espacio volumétrico este almacén será con estantes elevados con grúa apiladora de hasta 30 pisos con parihuelas por piso, un total de 18m de alto de estantes. Siendo además de rack dinámico para permitir el desplazamiento de la carga por gravedad sobre rodillos y permitiendo la política de inventario FIFO.

Figura 5.11

Almacén de producto terminado



Nota: Almacenamiento de Günther Cables (s.f.)

Figura 5.12

Distribución de parihuela de producto terminado



La medida de cada piso de parihuela con los 4 rollos de cable de cobre es de 120cm x 100cm x 60 cm (15 cm de parihuela, 20 cm de la base del estante, 10 cm de separación entre el rollo y siguiente base y 25cm del rollo). Considerando que para este almacén se tiene una grúa apiladora, se puede usar hasta 30 pisos con un total de 18m de alto y un total de 120 rollos por bloque vertical.

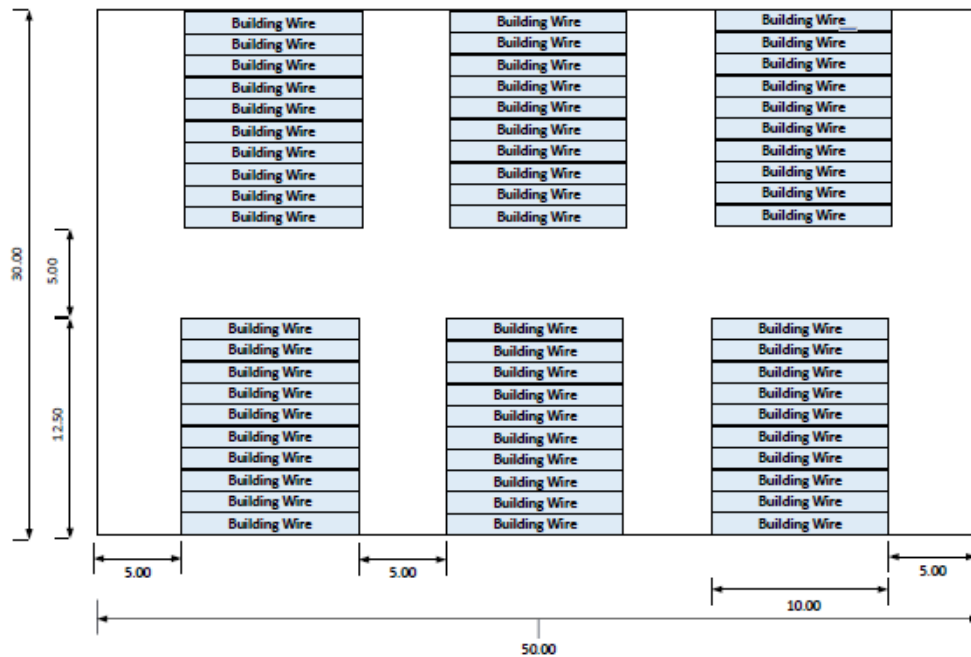
Considerando la proyección de ventas al año 20 y si se desea guardar en almacén el producto terminado por semana, se realizan los siguientes cálculos:

$$\frac{3\ 218\ 090\ \text{rollos al año 20}}{52\ \text{semanas}} = 61\ 887\ \text{rollos/sem} \wedge \frac{61\ 887\ \text{cátodos}}{120\ \text{rollos} \times \text{bloque}} = 516\ \text{bloques}$$

Cada fila de estantes puede almacenar 10 bloques verticales por lo que finalmente se necesitan 52 filas de estantes de 30 pisos que almacenan 4 rollos por piso.

Figura 5.13

Distribución del almacén de producto terminado



Oficinas administrativas:

El gerente y cada jefe de área (contará con una oficina propia). Los demás trabajadores administrativos estarán en un área común de trabajo de 112 m². La oficina del gerente general será de 90 m², mientras que la de los jefes será de 45 m².

Enfermería

Si bien no es obligatorio por el número de trabajadores, al trabajar con materiales a altas temperaturas y considerando que las postas médicas no se encuentran en un radio de 25km, se contará con una enfermería para atender tanto los posibles accidentes de planta, así como al personal administrativo. Tendrá un área de 30m².

Servicios higiénicos:

Se contará con 2 servicios higiénicos por sexo, según especificaciones de la OSHA. El área de producción contará con 2 servicios higiénicos de 36 m², los cuales contarán con 4 retretes, 4 duchas y 4 lavabos. Los servicios higiénicos administrativos tendrán 21 m² y contarán también con 4 retretes y 4 lavabos.

Área de calidad:

El área de calidad estará ubicada cerca al área de producción debido a que se debe transportar el cable para someterlo a diferentes pruebas. En este ambiente trabajará el jefe de calidad en conjunto con los 2 asistentes. El área prevista será de: 45m² debido al tamaño de los equipos

Área de producción:

El área de producción está definida por el siguiente punto, utilizando el método de Guerchet. Es importante mencionar que la línea de CompacRod ocupa la gran mayoría de esta área.

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

Para definir el área de producción se utilizará el método de Guerchet. Para ellos es necesario identificar el número total de equipos y máquinas. Estos equipos son considerados como elementos estáticos, mientras que el número de operarios y el montacarga son considerados elementos móviles.

La fórmula de superficie total es la siguiente:

$$St = n (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

n = cantidad de elementos

Ss = superficie estática

Sg = superficie gravitacional

Se = superficie de evolución

Las siguientes decisiones son tomadas de Díaz y Noriega (2018):

Superficie estática: Corresponde al área que ocupan los muebles, máquinas y equipos.

Superficie de gravitación: Es la superficie utilizada por el operador y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.

Superficie de evolución: Es la superficie que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.

Adicionalmente, durante el proceso de producción, existen momentos en los cuales el material debe esperar para ser cargado en una máquina o ser transportado. Por tal motivo, es importante identificar y definir estos puntos de espera en la planta, los cuales se encuentran principalmente al costado de las máquinas. Para ello, se analizó la secuencia de las operaciones del proceso y el tiempo de producción de cada operación, encontrándose tres puntos de espera.

Tabla 5.21

Puntos de espera en la producción de building wire en rollos de 100 metros

Actividad	Unidad de espera	Punto de espera
Cargar a la máquina trefiladora	Rollo de alambre de cobre	Al costado de la máquina (inicio)
Cargar a la máquina cableadora	Rollo de alambre de cobre	Al costado de la máquina (inicio)
Agrupar building wire	Rollo de building wire	A la salida de la máquina

Sin embargo, para determinar el área correspondiente a los puntos de espera, se tiene que las bobinas miden 1.5m x 1.5m (dando un área de 2.25 m²) y se compara con el 30% de la superficie estática de las máquinas correspondientes:

$$SS \text{ Máquina trefiladora} = 37.5 \text{ m}^2$$

$$37.5 \text{ m}^2 \times 30\% = 11.25 \text{ m}^2$$

Entonces 11.25 m² > 2.25 m², por tal motivo no se toma en cuenta para el Guerchet.

$$SS \text{ Máquina cableadora} = 28 \text{ m}^2$$

$$28 \text{ m}^2 \times 30\% = 8.4 \text{ m}^2$$

Entonces 8.4 m² > 2.25 m², por tal motivo no se toma en cuenta para el Guerchet

$$SS \text{ Máquina bobinadora} = 1.6 \text{ m}^2$$

$$1.6 \text{ m}^2 \times 30\% = 0.4896 \text{ m}^2$$

Entonces $0.4896 \text{ m}^2 < 2.25 \text{ m}^2$, por tal motivo si se toma en cuenta para el Guerchet

El siguiente cuadro muestra que el área mínima requerida para el área productiva es de $3\,700 \text{ m}^2$. Es importante mencionar que más de la mitad de la zona productiva está ocupada por la CompacRod, la cual cuenta con medidas específicas de 30×65 metros.

Tabla 5.22

Método de Guerchet

Elementos	n	N	l(m)	a(m)	h (m)	SS(m ²)	Sg(m ²)	Se(m ²)	St(m ²)
Línea de fundido de cobre	1								1 950
Línea de trefilado	2	2	15	2.5	1.8	37.5	75	14.5	254.0
Cableado	12	2	7	4	3	28	56	10.8	1 137.8
Extrusora	12	3	3	0.8	2	2.4	7.2	1.2	130
Rotuladora	12	1	1	1	1.3	1	1	0.3	27.1
Bobinadora	12	3	1.6	1.0	1.4	1.6	4.9	0.8	88.4
Almacén Temporal	12	1	1.5	1.5	1.25	2.3	2.3	0.6	61.0
Montacargas	1	1	1.6	2	0.6	3.2	3.2	0.8	7.2
Trabajadores	14	-	0.5		1.65	0.5	0	1	21
Total									3 676.6

5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Como dispositivos de seguridad industrial personales, se utilizarán Elementos de protección personal:

Cada operario usará protección respiratoria para el lado donde se encuentra el horno. Se utilizará casco de caparazón rígido en todo momento. Se utilizará lentes de protección para evitar objetos que puedan dañar los ojos, como material particulado, metales calientes y polvo fino de fundición. Una consideración importante son los equipos de protección auditiva, ya que la trefiladora y cableadora producen ruidos mayores a 85dB. Adicionalmente, se utilizarán guantes especiales de cuero cuando se tenga que tratar con el alambrón recién salido y guantes de material MESH para prevenir cortes luego del cableado. Por último, se utilizarán zapatos con punta de acero para evitar accidentes con objetos que pueden caer sobre los pies.

Como seguridad colectiva: se utilizarán barandillas y barreras de seguridad alrededor de las máquinas, cuando estas están operando. Se colocará una puesta a tierra junto con interruptores diferenciales para evitar accidentes eléctricos que puedan dañar a los trabajadores. Por último, se instalarán ductos de ventilación debido al calor que provoca los hornos para evitar sofocamiento.

Como dispositivo de seguridad contra incendios, se contarán con extintores de tipo ABC PQS y tipo D. Adicional a esto, se contará con un sistema preventivo provisto de sensores fotoeléctricos y estaciones manuales que activen el sistema de espuma y así sofocar el fuego.

Señalización:

De advertencia: Son de color amarillo e indican situaciones riesgos que puedan ocasionar daños.

De peligro – prohibición: Son de color rojo e indican situaciones muy riesgosas que son prohibidas y restringidas que pueden llevar a ocasionar lesiones altamente severas como la muerte

De obligación: Son de color azul e indican los elementos de seguridad requeridos para ingresar a determinada área

De salvamento: Son de color verde e indican los lugares o rutas de evacuación para afrontar una emergencia.

Contra incendios: Son de color rojo e indican el acceso a elementos que permitan hacer frente al fuego, como mangueras y extintores.

5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Para poder obtener el diseño de la planta productora building wire, se requiere realizar un estudio de las diferentes áreas, de tal manera que se logre identificar y analizar las relaciones entre ellas. Para dichos fines, se utilizará como herramienta la tabla relacional de actividades y un posterior diagrama. Las áreas para considerar son:

1. Áreas administrativas
2. Baños administrativos
3. Sala de reuniones
4. Enfermería
5. Baños operarios

6. Comedor
7. Almacén de MP
8. Almacén de materiales en proceso
9. Área de producción
10. Control de calidad
11. Almacén de PT
12. Patio de maniobras, ingreso y salida

Los motivos por los cuales estos ambientes deben estar próximos o alejados son los siguientes:

Tabla 5.23

Lista de motivos

Código	Lista de motivos
1	Secuencia de operaciones
2	Recepción y despacho
3	Excesivo ruido, olores
4	Servicios
5	Condiciones impacto ambiental
6	Conveniencia

Tras haber definido los motivos, corresponde asignar un valor entre las actividades de la siguiente escala:

Tabla 5.24

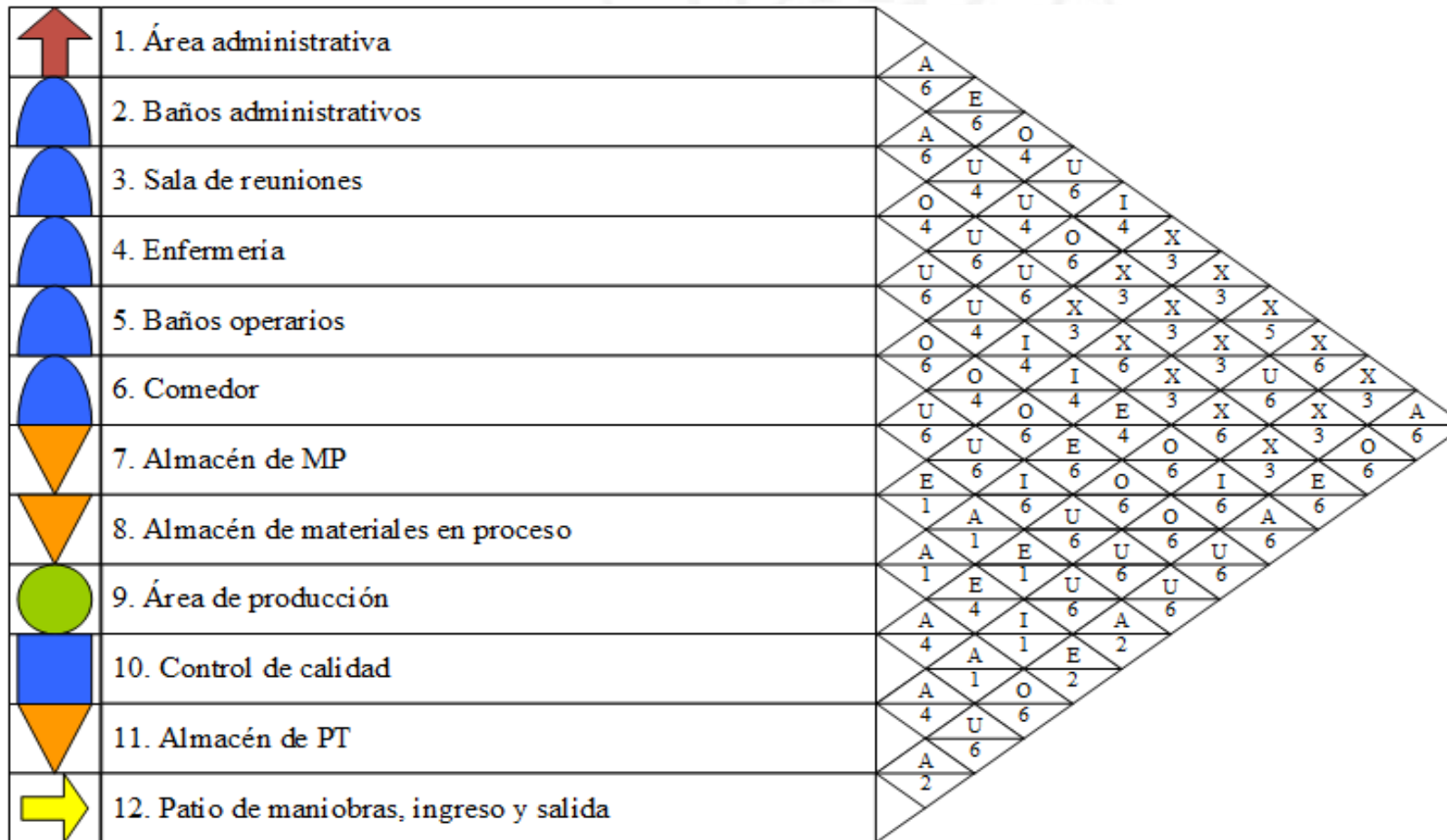
Relaciones de proximidad

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal
U	No importante
X	Indeseable

Finalmente, se realizó la evaluación de los motivos y relaciones de proximidad que se muestra a continuación

Figura 5.14

Matriz relacional



Se obtuvieron los siguientes pares ordenados para el diagrama relacional:

Tabla 5.25

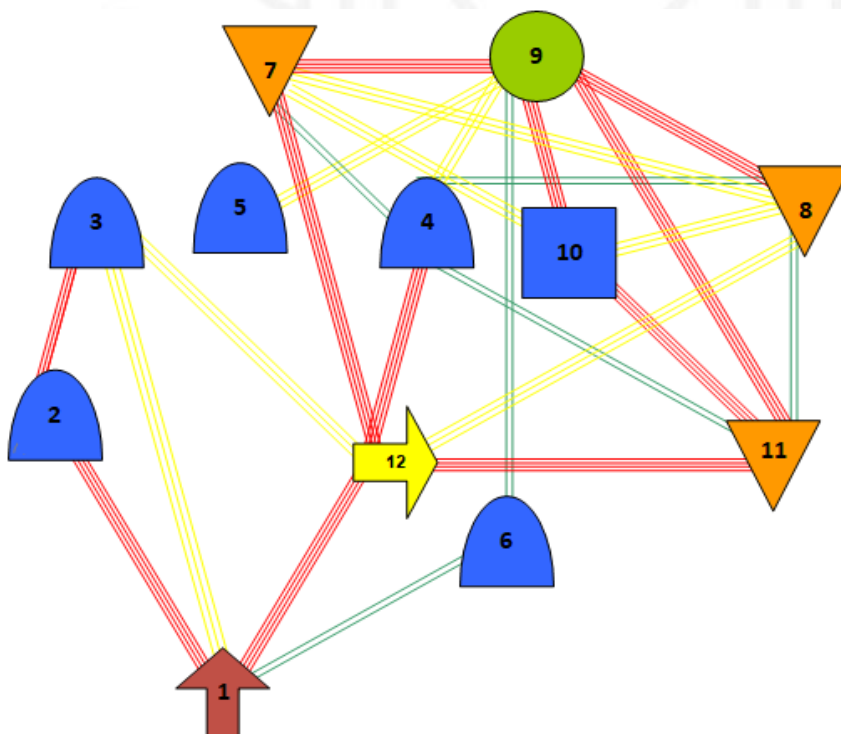
Pares ordenados

A	E	I	O	U	X
1-2	1-3	1-6	1-4	1-5	1-7
1-12	3-12	4-7	2-6	2-4	1-8
2-3	4-9	4-8	2-12	2-5	1-9
4-12	7-8	4-11	3-4	2-10	1-10
7-9	7-10	6-9	4-10	3-5	1-11
7-12	8-10	8-11	5-6	3-6	2-7
8-9	8-12		5-7	4-5	2-8
9-10	5-9		5-8	4-6	2-9
9-11			5-10	6-7	2-11
10-11			5-11	6-8	3-7
11-12			9-12	6-10	3-8
				6-11	3-9
				6-12	3-10
				7-11	3-11
				10-12	
				5-12	

Y finalmente, el dibujo relacional:

Figura 5.15

Dibujo relacional



5.12.6 Disposición general

A continuación, se presentan los planos tentativos de la planta. En el primer piso se encuentra el área productiva, mientras que en el segundo piso el área administrativa

Tabla 5.26

Leyenda de plano

Leyenda	Máquina
A	Línea de trefilado
B	Cableadora
C	Extrusora
D	Bobinadora

Figura 5.16

Detalle de área productiva

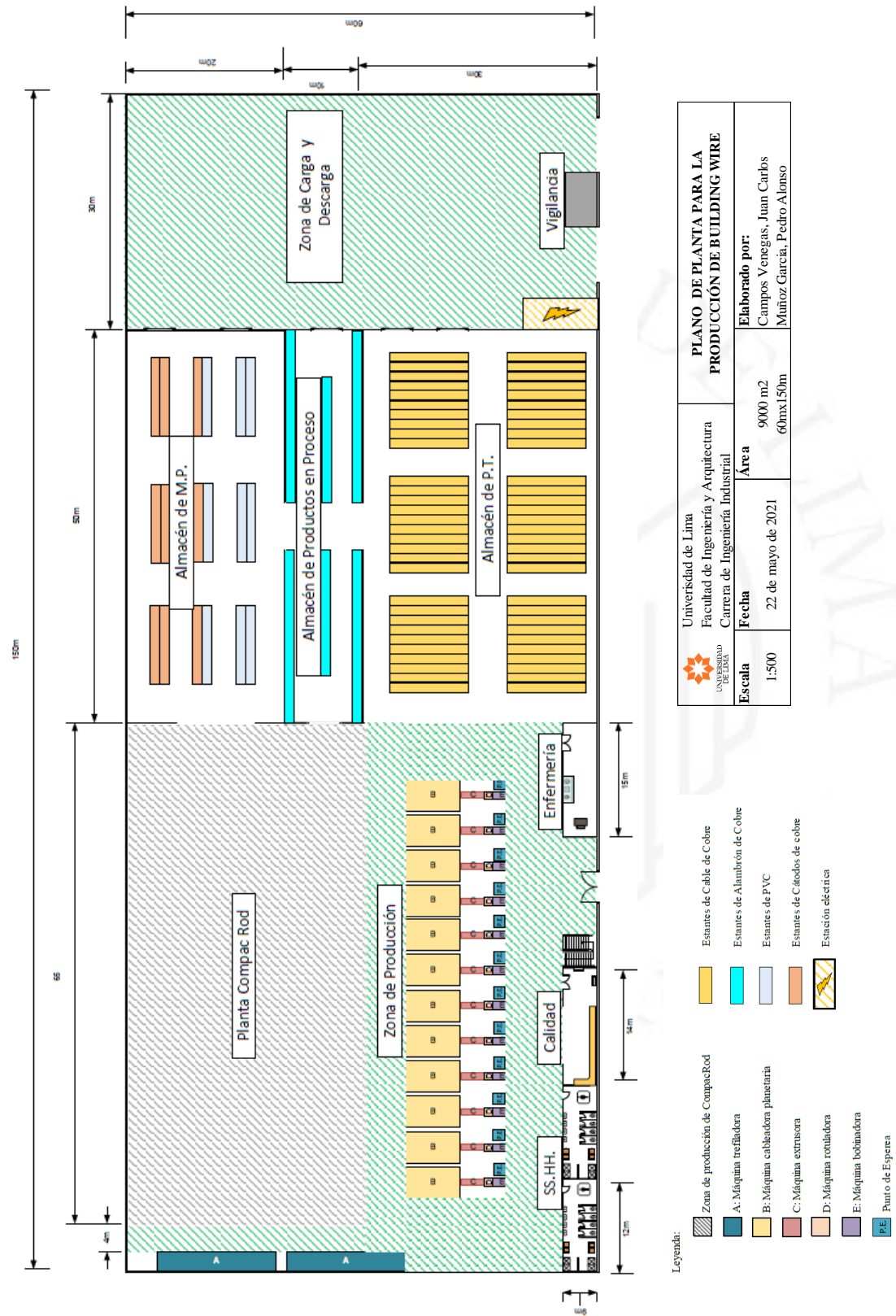


Figura 5.17

Plano tentativo del primer piso de la planta

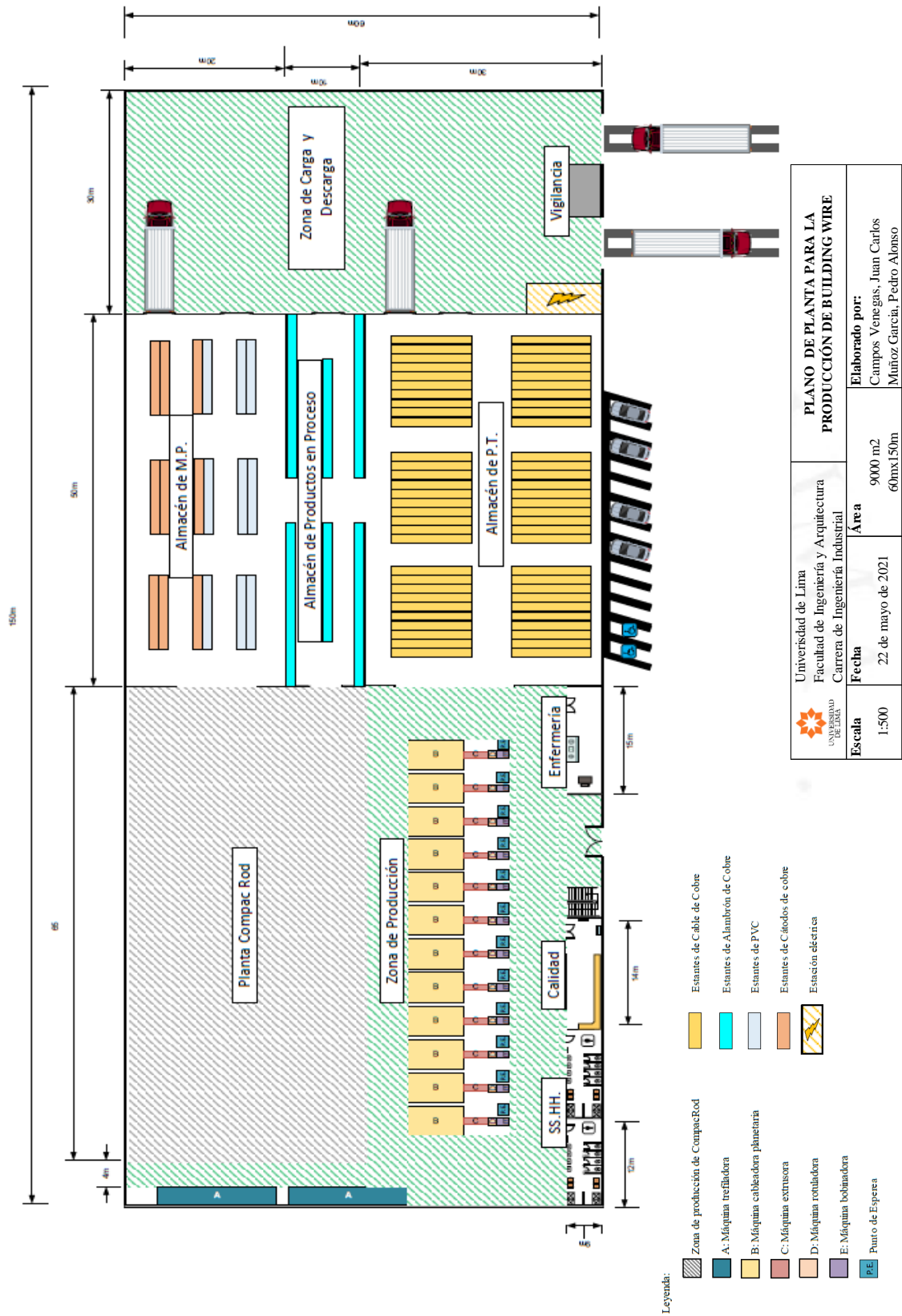
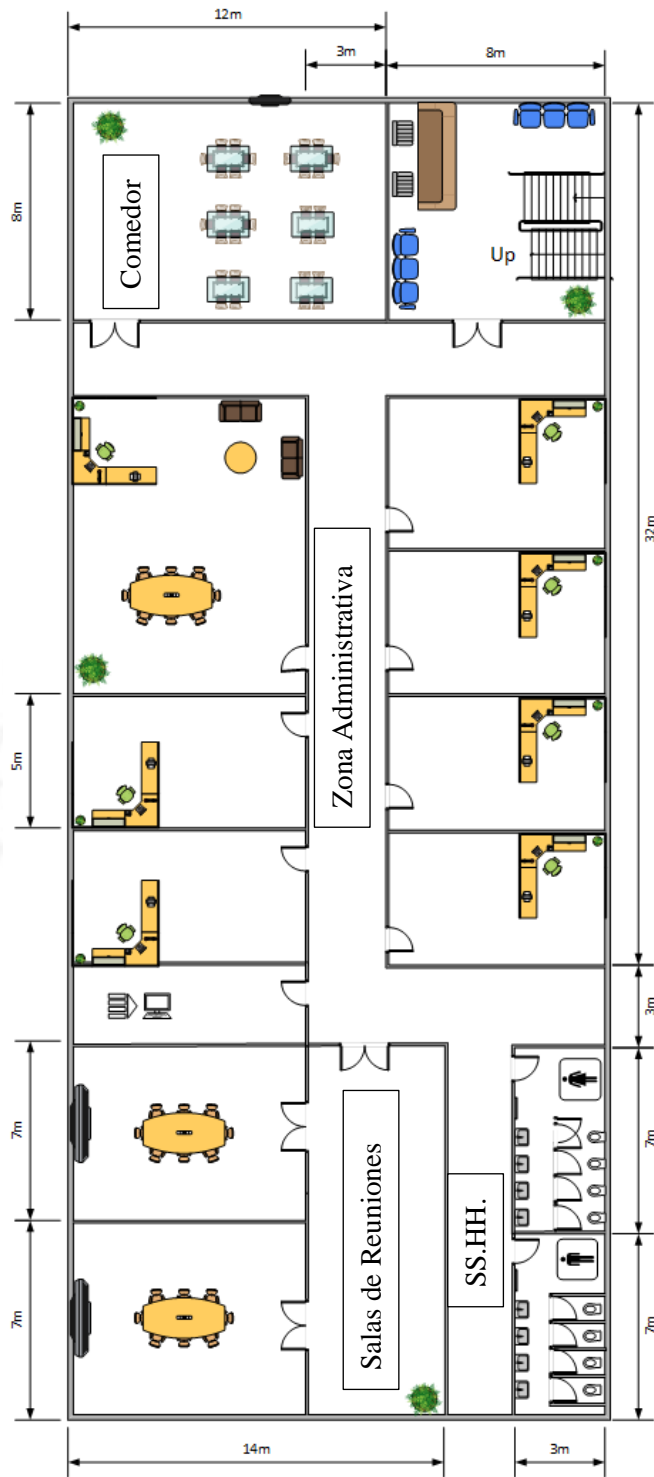


Figura 5.18

Plano tentativo del segundo piso de la planta




 Universidad de Lima Facultad de Ingeniería y Arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial	PLANO DE PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE BUILDING WIRE	Elaborado por: Campos Venegas, Juan Carlos Muñoz García, Pedro Alonso
	Área Piso 2 980 m ² 49mx20m	Fecha 23 de mayo de 2020

Figura 5.19

Planta primer piso (señalización e implementos de seguridad)

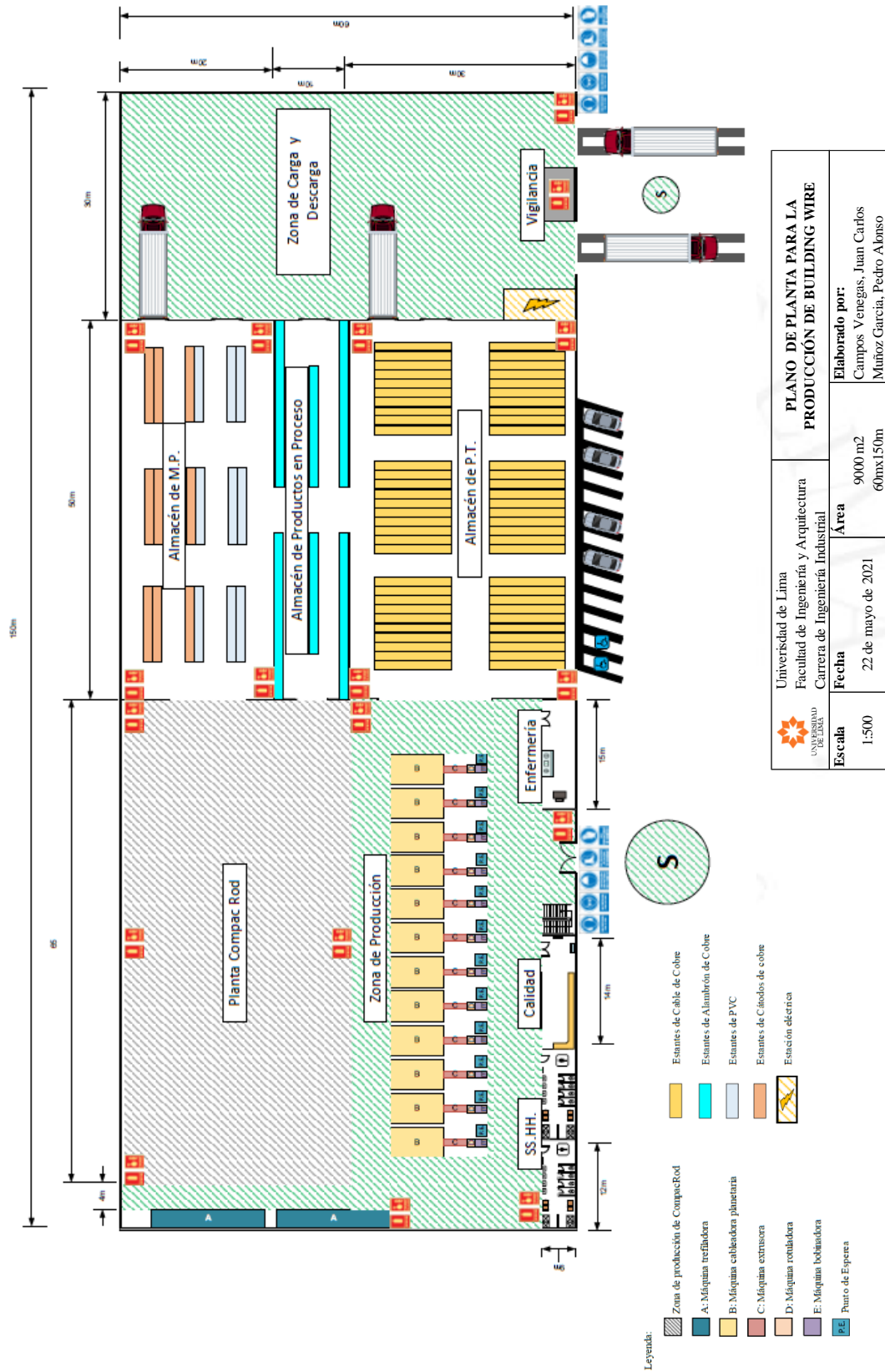
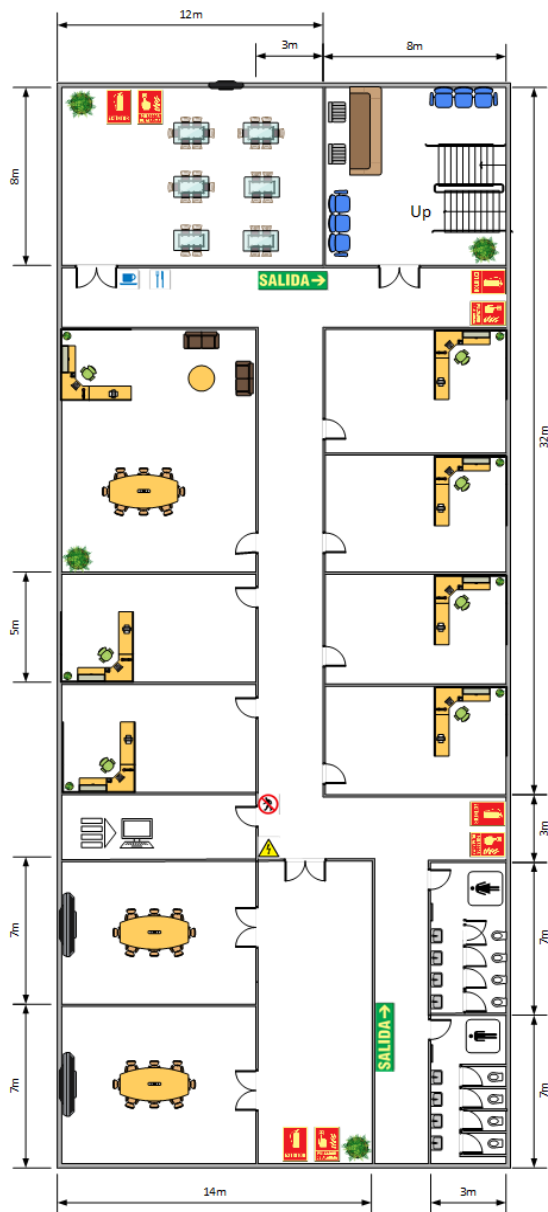



Figura 5.20

Planta segundo piso (señalización e implementos de seguridad)

Leyenda de señales:



 Universidad de Lima Facultad de Ingeniería y Arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial	PLANO DE PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE BUILDING WIRE		Elaborado por: Campos Venegas, Juan Carlos Muñoz García, Pedro Alonso
	Fecha 23 de mayo de 2020	Área Piso 2 980 m ² 49mx20m	
Escala 1:200			

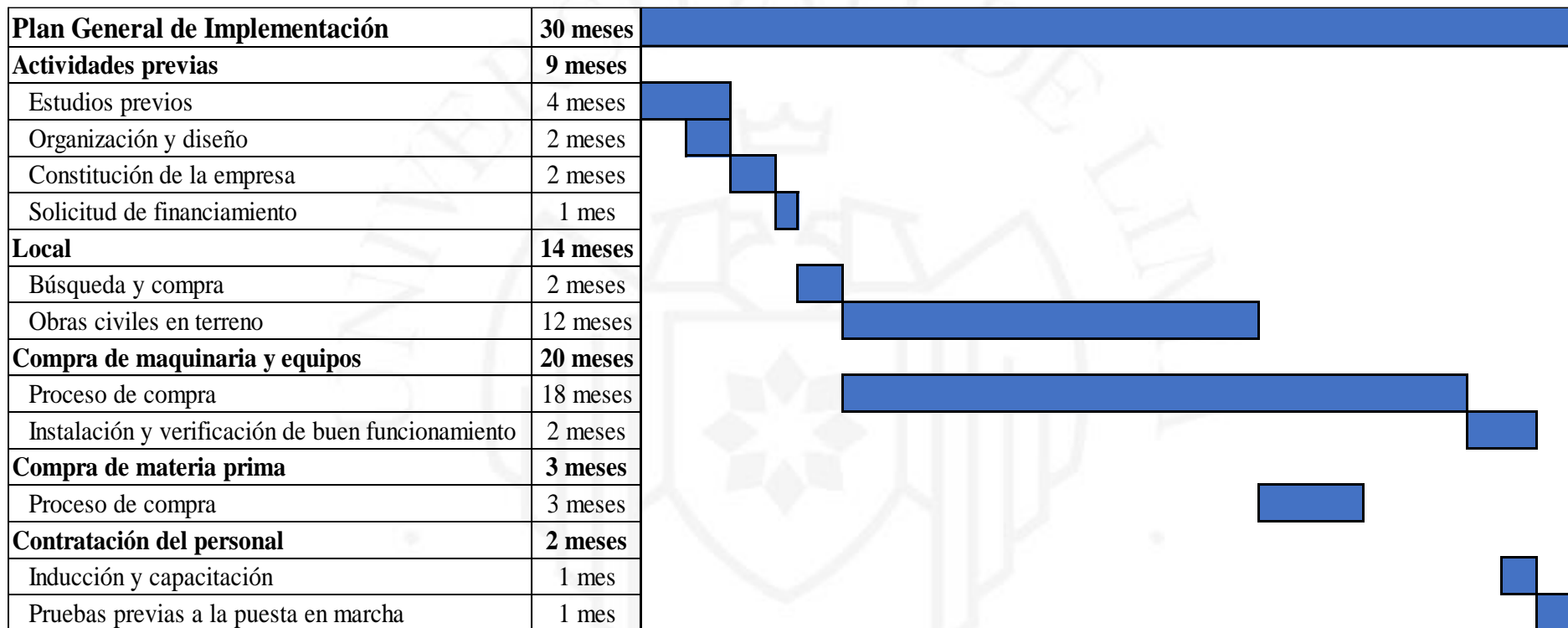
5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Luego de determinar las máquinas, espacios y otros elementos de la disposición de la planta, se realiza el diagrama de Gantt con el cronograma de implementación del proyecto.



Figura 5.21

Diagrama de Gantt del Proyecto



CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

Para elegir el tipo de empresa, primero se debe definir la cantidad de socios que tendrá, así como el tamaño de la empresa y crecimiento futuro. Tras analizar estas variables, se considera conveniente elegir una Sociedad Anónima Cerrada (S.A.C), la cual permite tener entre 2 y 20 accionistas. Adicionalmente, la decisión se fundamenta en los siguientes puntos:

- Capital social

En una S.A.C no existe un mínimo, puede ser en efectivo, bienes o contribuciones tecnológicas intangibles. Estos aportes pueden ser en moneda nacional y/o extranjera.

- Órganos de la empresa

Se debe contar con una Junta General de Accionistas, un Directorio que es opcional y para este caso no se formará y una Gerencia.

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

Debido al tamaño de la empresa, para lograr una organización eficiente, se han establecido los siguientes puestos y respectivas funciones:

Tabla 6.1*Puestos y funciones*

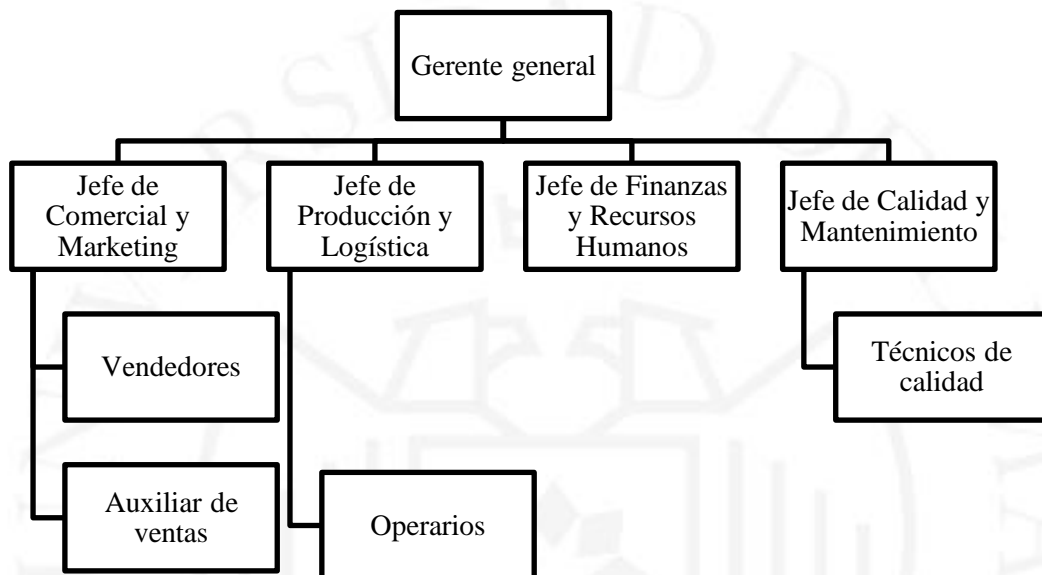
Puesto	Principales funciones
Gerente General	Liderar la organización de la empresa en busca del cumplimiento de objetivos
	Reportar a la junta general de accionistas sobre la situación de la empresa
	Supervisar a los jefes de cada área
Jefe de Comercial y Marketing	Tomar decisiones correspondientes al impulso de ventas y relación con clientes, promoviendo la marca.
	Liderar el equipo de ventas, así como proponer las estrategias a utilizar
	Responsable de todas las transacciones comerciales de la empresa
Jefe de Producción y Logística	Supervisar y distribuir a los operarios
	Definir el plan de producción y respectivo MRP
	Se encarga de mapear los stocks y almacén de los materiales y productos terminados.
Jefe de Finanzas y Recursos Humanos	Se encarga de llevar la contabilidad, ingresos y gastos, deducciones e impuestos y contribuciones de la empresa.
	Gestionar el capital humano de la empresa, revisando la función de puestos y respectiva banda salarial.
	Evaluar el desempeño de los trabajadores
Jefe de Calidad y Mantenimiento	Verificar la calidad del producto tanto en el proceso como en las pruebas en el laboratorio de calidad.
	Supervisar el mantenimiento de maquinaria y equipos
Técnicos de calidad	Realizar operaciones de calidad y ensayos físicos a los cables.
Vendedores	Encargados de contactar a los clientes y realizar la venta directa con ellos
Auxiliar de ventas	Brindar soporte a los vendedores en sus requerimientos

6.3 Esquema de la estructura organizacional

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa y la relación jerárquica entre los distintos puestos

Figura 6.1

Organigrama de la empresa



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo

El monto estimado de las inversiones a largo plazo del proyecto es de S/ 62,689,059. A continuación, se muestra el detalle del monto calculado diferenciado de según tangible e intangible.

Tabla 7.1

Inversión fija tangible

Nro	Descripción	Precio Unitario (S/)	Cantidad (Und)	Precio Final (S/)
1	Terreno	149 \$ x m2		4 602 312
2	Costo Construcción	199 \$ x m2		6 146 712
3	Maquinaria y Equipo			41 452 060
3.1	CompacRod	8 000 000 euros	1	31 360 000
3.2	Trefiladora	1 220 000	1	1 220 000
3.3	Cableadora Planetaria	225 000	12	2 700 000
3.4	Extrusora	460 000	12	5 520 000
3.5	Rotuladora	23 000	12	276 000
3.6	Máquinas de Calidad	12 012	5	60 060
3.7	Bobinadora	24 000	12	288 000
3.8	Montacargas	28 000	1	28 000
4	Seguro y Flete (importación maquinaria y equipo)			10 363 015
5	Transformador y Subestación eléctrica	25 000	1	25 000
6	Instalación del equipo			50 460
7	Instalación y decoración			7 500
8	Implementos de baños y vestuarios			12 000
9	Implementos de comedor y oficina			30 000
Total Activos Fijos Tangibles				62 689 059

Tabla 7.2*Inversión fija intangible*

Nro	Descripción	Precio Final (S/)
1	Costos de permisos notariales	2 500
2	Software	20 000
3	Estudio de pre-factibilidad	3 500
4	Asesoría legal	5 000
5	Gastos de organización	6 000
Total Activos Fijos Intangibles		37 000

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo

Para calcular la inversión a corto plazo, se debe definir el monto asignado al capital de trabajo. De tal forma que la empresa pueda operar sin problemas, sin ingresos por ventas.

$$\text{Capital de Trabajo} = \text{Ciclo de conversión de efectivo} * \frac{\text{Gasto Operativo}}{\text{Días del año}}$$

Se ha calculado que el ciclo de conversión de efectivo para la presente investigación será de 90 días tomando como base un cobro a clientes de 45 días, uso de inventario de 75 días y un pago a proveedores de 30 días. Se tiene un capital de trabajo de 10 695 222 soles.

Tabla 7.3*Cálculo de Capital de Trabajo*

Descripción	Importe (S/)
Sueldos	1 153 366
Materia prima	26 132 052
Servicios	82 150
Contingencia	16 000 000
Otros Gastos	7 500
Total	43 375 068
Gasto diario	118 836
Ciclo de Caja	90
Capital de Trabajo	10 695 222

Una vez calculado los valores de las inversiones anteriores se puede tener el monto total de la inversión necesaria de la investigación.

Tabla 7.4

Inversión total

Descripción	Importe (S/)
Inverisión Fija Tangible	62 689 059
Inverisión Fija Intangible	37 000
Capital de Trabajo	10 695 222
Inverisión Total	73 421 282

7.2 Costos de producción

7.2.1 Costos de las materias primas

El proceso de producción de cable de cobre requiere únicamente de dos materias primas y su respectivo embalaje, cuyos costos para la duración del proyecto se detallan a continuación.

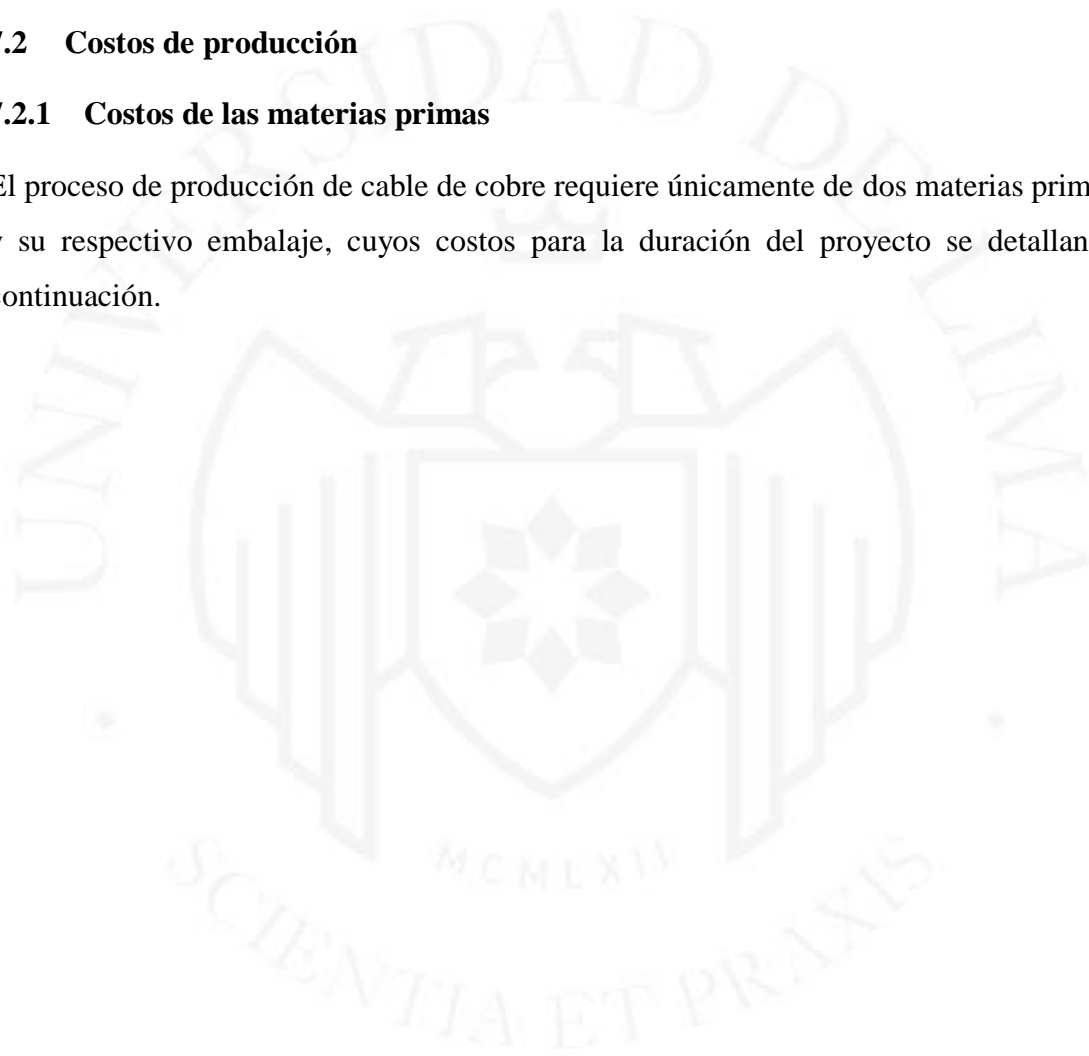


Tabla 7.5*Costos de materia prima*

N° Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
1 Cátodos de cobre Nacional	4 285 204	8 026 256	11 495 231	15 372 320	19 317 429	23 262 537	23 262 537	23 330 557	23 398 576	31 356 812
2 Cátodos de cobre Importado	20 568 981	38 526 027	55 177 106	73 787 136	92 723 658	111 660 180	111 660 180	111 986 672	112 313 163	150 512 699
3 Pellets de PVC	48 425	91 575	131 260	175 669	220 393	265 354	265 748	266 614	267 401	358 425
4 Material de embalaje	1 229 443	2 436 332	3 666 573	4 906 418	6 154 632	7 397 859	7 422 868	7 446 105	7 468 924	9 983 949
Total materia prima	26 132 052	49 080 189	70 470 169	94 241 543	118 416 112	142 585 930	142 611 333	143 029 947	143 448 064	192 211 885

N° Descripción	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
1 Cátodos de cobre Nacional	31 424 831	31 424 831	31 560 870	31 560 870	39 655 144	39 655 144	39 723 163	39 791 183	39 927 221	47 953 476
2 Cátodos de cobre Importado	150 839 190	150 839 190	151 492 174	151 492 174	190 344 693	190 344 693	190 671 184	190 997 676	191 650 660	230 176 687
3 Pellets de PVC	145 512	145 512	146 142	146 142	183 622	183 622	183 937	184 252	184 882	222 047
4 Material de embalaje	10 009 528	10 033 701	10 056 619	10 078 412	12 623 980	12 648 785	12 672 535	12 695 316	12 717 204	15 209 928
Total materia prima	192 419 061	192 443 234	193 255 804	193 277 597	242 807 439	242 832 243	243 250 819	243 668 426	244 479 966	293 562 137

7.2.2 Costos de la mano de obra directa

Este costo está constituido por los operarios que intervienen directamente en el proceso de fabricación de los cables. Como se mencionó en capítulos anteriores, la planta contará con 18 operarios.

Tabla 7.6

Costos de mano de obra directa

Nº	Mano de Obra Directa (MOD)	Sueldo Bruto Anual (S/)	Personal requerido	Total Anual (S/)
1	Operarios	18 000	18	324 000
Total MOD				324 000

7.2.3 Costo de indirecto de fabricación

Mano de obra indirecta (MOI)

La mano de obra indirecta está conformada por todos los colaboradores que no tienen intervención en el proceso producción, pero intervienen indirectamente en la misma.

Tabla 7.7

Costos de mano de obra indirecta

Nº	Mano de Obra Indirecta (MOI)	Sueldo Bruto Anual (S/)	Personal requerido	Total Anual (S/)
1	Jefe de Producción y Logística	90 000	1	90 000
2	Jefe de Calidad y Mantenimiento	90 000	1	90 000
3	Técnicos de Calidad	37 500	2	75 000
Total MOI				255 000

Costos generales de planta

Para los costos generales, depreciación y amortización se tienen los siguientes importes:

Tabla 7.8

Costos generales de planta

Máquina	Total (S/)	Mantenimiento (2.5%)	Seguro (3.5%)
CompacRod	31 360 000	627 200	1 097 600
Trefiladora	1 220 000	24 400	42 700
Cableadora Planetaria	2 700 000	54 000	94 500
Extrusora	5 520 000	110 400	193 200
Rotuladora	276 000	5 520	9 660
Máquinas de Calidad	60 060	1 201	2 102
Bobinadora	288 000	5 760	10 080
Montacargas	28 000	560	980
Total	41 452 060	829 041	1 450 822

Tabla 7.9*Costos Fijos de planta*

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Servicio de mantenimiento anual	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041
Seguro anual	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822
Capacitaciones en producción	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Agua	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221
Electricidad	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674
Consumo gas	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664
Predios e impuestos	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194
Total CIF Fijo	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615

Detalle	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Servicio de mantenimiento anual	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041	829 041
Seguro anual	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822	1 450 822
Capacitaciones en producción	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Agua	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221	4 221
Electricidad	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674	841 674
Consumo gas	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664	7 664
Predios e impuestos	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194	7 194
Total CIF Fijo	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615

Tabla 7.10

Cuadro de depreciación

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Dep	Año										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Fabril	46 079 372		2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
1.1 Terreno	4 602 312	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 Maquinaria y equipo	41 452 060	5.00%	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
1.3 Transformador y sub estación eléctrica	25 000	20.00%	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	0	0	0	0	0	0
2. No Fabril	42 000		4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
2.1 Implementos de baños y vestuarios	12 000	10.00%	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200
2.2 Implementos de comedor y oficina	30 000	10.00%	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Total Fabril y No Fabril	46 121 372	-	2 081 803	2 081 803	2 081 803	2 081 803	2 081 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Dep	Año										
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. Fabril	46 079 372		2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
1.1 Terreno	4 602 312	0.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2 Maquinaria y equipo	41 452 060	5.00%	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
1.3 Transformador y sub estación eléctrica	25 000	20.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. No Fabril	42 000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 Implementos de baños y vestuarios	12 000	10.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2 Implementos de comedor y oficina	30 000	10.00%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Fabril y No Fabril	46 121 372	-	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603

(continua)

(continuación)

Activo Fijo Tangible	Importe (S/)	% Dep	Depreciación Total	Valor Libros	Valor Mercado
1. Fabril	46 079 372		41 452 060	4 602 312	3 221 618
1.1 Terreno	4 602 312	0.00%	0	4 602 312	3 221 618
1.2 Maquinaria y equipo	41 452 060	5.00%	41 452 060	0	0
1.3 Transformador y sub estación eléctrica	25 000	20.00%	0	0	0
2. No Fabril	42 000		42 000	0	0
2.1 Implementos de baños y vestuarios	12 000	10.00%	12 000	0	0
2.2 Implementos de comedor y oficina	30 000	10.00%	30 000	0	0
Total Fabril y No Fabril	46 121 372	-	41 494 060	4 602 312	3 221 618

Tabla 7.11

Cuadro de amortización

Activo Fijo Intangible	Importe (S/)	% Amort.	Año										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Costos de permisos notariales	2 500	50%	1 250	1 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Software	20 000	50%	10 000	5 000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. Estudio de pre-factibilidad	3 500	50%	1 750	875	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. Asesoría legal	5 000	50%	2 500	1 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Amortización	31 000		15 500	8 375	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Activo Fijo Intangible	Importe (S/)	% Amort.	Año										Amortización Total	Valor Libros	Valor Mercado	
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
1. Costos de permisos notariales	2 500	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 500	0	0
2. Software	20 000	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15 000	0	0
3. Estudio de pre-factibilidad	3 500	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 625	0	0
4. Asesoría legal	5 000	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 750	0	0
Total Amortización	31 000		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23 875	-	-

Tabla 7.12

Cuadro resumen de depreciación y amortización

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Depreciación Fabril	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
Depreciación No Fabril	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
Amortización	15 500	8 375	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Depreciación y Amortización	2 097 303	2 090 178	2 081 803	2 081 803	2 081 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803	2 076 803

Detalle	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Valor Libros	Valor Mercado
Depreciación Fabril	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	4 602 312	3 221 618
Depreciación No Fabril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Depreciación y Amortización	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	4 602 312	3 221 618

Tabla 7.13

Costos totales de producción y costo unitario

Detalle	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Materia prima directa	26 132 052	49 080 189	70 470 169	94 241 543	118 416 112	142 585 930	142 611 333	143 029 947	143 448 064	192 211 885
Mano de obra directa MOD	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000
Mano de obra indirecta MOI	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000
Depreciación fabril	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
CIF fijo	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615
Total costo producción	31 939 271	54 887 408	76 277 387	100 048 761	124 223 331	148 388 149	148 413 551	148 832 165	149 250 282	198 014 103
Costo unitario	123	107.0	98.8	96.9	95.9	95.3	95.0	94.9	94.9	94.2

Detalle	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Materia prima directa	192 419 061	192 443 234	193 255 804	193 277 597	242 807 439	242 832 243	243 250 819	243 668 426	244 479 966	293 562 137
Mano de obra directa MOD	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000	324 000
Mano de obra indirecta MOI	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000	255 000
Depreciación fabril	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
CIF fijo	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615	3 150 615
Total costo producción	198 221 279	198 245 452	199 058 023	199 079 816	248 609 657	248 634 462	249 053 037	249 470 644	250 282 184	299 364 356
Costo unitario	94.1	93.9	94.0	93.8	93.5	93.4	93.4	93.3	93.5	93.5

Como se puede visualizar en la Tabla 7.13, el costo unitario empieza al año uno de 123 soles, esto se debe principalmente a que el número de ventas inicial es bajo comparado con el que se tiene desde el año 11 donde se estabiliza la participación de mercado y las unidades vendidas, lo cual genera que en el año 20 se tenga un costo unitario de 93.5 soles. El margen unitario con un valor de venta de 116.95 soles al año 20 es de 21.05 soles por rollo de 100 metros de cobre.

7.3 Presupuesto Operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

Debido a que el cobre es un commodity cuya calidad y precio es el mismo en cualquier parte del mundo, se ha decidido mantener un precio constante a lo largo de la duración del proyecto; esto es teniendo en cuenta que de existir variaciones en el precio del cobre impactaría en los costos. Como afirma Ricardo Labó, socio minero en LQG Energy & Mining Consulting, “por cada centavo de dólar que cae el precio del cobre, las empresas peruanas pierden 5 millones de dólares en exportación” (Rumbo Minero, 2020).

A continuación, se detalla el presupuesto de ventas del proyecto con un precio y valor de venta de S/ 138.00 y S/ 116.95 soles respectivamente.

Tabla 7.14*Presupuesto de ingreso por ventas*

Detalle	Unidad	Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas	Rollos de 100 mts	253 727	510 323	769 299	1 030 303	1 293 069	1 557 391	1 562 660	1 567 555	1 572 126	2 101 884
Valor Venta	Miles de Soles	29 673	59 682	89 969	120 493	151 223	182 136	182 752	183 324	183 859	245 814
IGV	18%	5 341	10 743	16 194	21 689	27 220	32 784	32 895	32 998	33 095	44 246
Precio	Miles de Soles	35 014	70 425	106 163	142 182	178 444	214 920	215 647	216 323	216 953	290 060

Detalle	Unidad	Año									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ventas	Rollos de 100 mts	2 107 269	2 112 358	2 117 183	2 121 771	2 657 680	2 662 902	2 667 902	2 672 698	2 677 306	3 218 090
Valor Venta	Miles de Soles	246 443	247 038	247 603	248 139	310 813	311 424	312 009	312 570	313 109	376 353
IGV	18%	44 360	44 467	44 568	44 665	55 946	56 056	56 162	56 263	56 360	67 744
Precio	Miles de Soles	290 803	291 505	292 171	292 804	366 760	367 480	368 170	368 832	369 468	444 096

7.3.2 Presupuesto operativo de costos y gastos

El presupuesto de costos considera el detalle para el correcto funcionamiento de la producción. Incluye además de los costos anteriormente mencionados, la depreciación fabril. Por otro lado, el presupuesto de gastos considera aquellos importes administrativos, como, por ejemplo, servicios básicos de luz, agua, internet, gastos vehiculares, remuneración y, además, la depreciación no fabril y amortización de intangibles.



Tabla 7.15*Presupuesto operativo de costos*

Rubro	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costos Producción	29 861 668	52 809 805	74 199 784	97 971 158	122 145 728	146 315 546	146 340 948	146 759 562	147 177 679	195 941 500
Depreciación Fabril	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
Total Presupuesto Costos	31 939 271	54 887 408	76 277 387	100 048 761	124 223 331	148 388 149	148 413 551	148 832 165	149 250 282	198 014 103

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costos Producción	196 148 676	196 172 849	196 985 420	197 007 213	246 537 054	246 561 859	246 980 434	247 398 041	248 209 581	297 291 753
Depreciación Fabril	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
Total Presupuesto Costos	198 221 279	198 245 452	199 058 023	199 079 816	248 609 657	248 634 462	249 053 037	249 470 644	250 282 184	299 364 356

Tabla 7.16

Presupuesto operativo de gastos

Rubro	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sueldo	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000
Comisiones de Venta	148 366	298 409	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000
Capacitaciones	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500
Gastos de oficina	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400
Agua	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000
Luz	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400
Telefonía e internet	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350
Servicios de Terceros	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Depreciación no fabril	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
Amortización de intangibles	15 500	8 375	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Gastos Operativos	1 262 716	1 405 634	1 518 850	1 518 850	1 518 850	1 518 850	1 518 850	1 518 850	1 518 850	1 518 850

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sueldo	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000	1 005 000
Comisiones de Venta	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000	420 000
Capacitaciones	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500
Gastos de oficina	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400
Agua	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000	9 000
Luz	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400	14 400
Telefonía e internet	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350	19 350
Servicios de Terceros	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000	25 000
Depreciación no fabril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortización de intangibles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Gastos Operativos	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650	1 514 650

7.4 Presupuestos Financieros

7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

Con el cálculo del monto total de inversión requerida para el proyecto, es necesario establecer la relación entre capital social y deuda, el cual se ha definido de la siguiente forma:

Tabla 7.17

Participación de la deuda

Stakeholder	%	Monto (S/)	Monto (S)
Accionistas	60%	44 052 769	12 586 505
Financiamiento de Banco	40%	29 368 513	8 391 004
Total	100%	73 421 282	20 977 509

Con respecto al capital social, este será obtenido a través de OPIC (Overseas Private Investment Corporation) de Estados Unidos de Norteamérica, la cual es una agencia del gobierno federal cuyo objetivo es apoyar inversiones norteamericanas en países foráneos, sobre todo en países en desarrollo como es el Perú. Cuentan con interés en participar en proyectos nuevos y en expansión pertenecientes a sectores productivos como el de accesorios eléctricos, ofreciendo aporte al capital accionario. El aporte máximo que pueden realizar es del 60% del total de la inversión y solicitan como garantía los activos del proyecto financiado incluyendo maquinaria, terreno y edificio. Para determinar la tasa esperada por estos accionistas, se procede a calcular el COK.

Se utiliza el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) ajustado para países emergentes como el Perú, el cual determina la tasa de retorno teórica para cierto activo, si éste es agregado a un portafolio adecuadamente diversificado.

$$Ks = Rf + \beta * (Rm - Rf)$$

Donde:

- Rf: Tasa libre de riesgo de mercado
- Beta: factor de riesgo relacionado con el riesgo del activo de capital
- Rm: Tasa de rentabilidad promedio de mercado
- Ks: Costo de utilidades retenidas

Para la tasa libre de riesgo de mercado se ha utilizado el S&P/BVL PERÚ General Index (PEN) de 8.70% al cierre de mayo 2020. Para la tasa de rentabilidad promedio del mercado se ha considerado la tasa de 30 años de bonos del tesoro de Estados Unidos de 1.56% al cierre de mayo 2020. Por último, el factor de riesgo relacionado con el riesgo del activo de capital o beta se ha considerado el valor indicado por un estudio económico de la Escuela de Negocios Stern de la Universidad de Nueva York de 1.44, dentro de la categoría equipos eléctricos.

$$Ks = 8.70\% + 1.44 * (8.70\% - 1.56\%) = 18.98\%$$

Con este resultado se tiene que la tasa de costo de capital o COK es de 18.98% para el presente proyecto.

Con respecto a la deuda, se ha decidido financiar el 40% restante por medio del Banco de Crédito del Perú (BCP). Esta entidad ofrece el préstamo a 10 años con una TEA de 16% en soles, con un periodo de gracia total de 1 año. Se ha elegido el método de cuotas constantes de tal manera que tanto los intereses y amortización varíe par siempre tener la misma cuota a lo largo del tiempo. Por requisitos del BCP, se requiere colocar una garantía para un préstamo de esta magnitud. Se considera que el valor del terreno es suficiente para cubrir dicha garantía.

Tabla 7.18

Cronograma de deuda en soles

Nº Periodo	Deuda Inicial	Interés	Amortización	Cuota	Deuda Final
1	29 368 513	-	-	-	29 368 513
2	29 368 513	9 177 538	2 975 217	12 152 754	26 393 296
3	26 393 296	4 222 927	1 853 450	6 076 377	24 539 846
4	24 539 846	3 926 375	2 150 002	6 076 377	22 389 845
5	22 389 845	3 582 375	2 494 002	6 076 377	19 895 843
6	19 895 843	3 183 335	2 893 042	6 076 377	17 002 801
7	17 002 801	2 720 448	3 355 929	6 076 377	13 646 872
8	13 646 872	2 183 499	3 892 878	6 076 377	9 753 994
9	9 753 994	1 560 639	4 515 738	6 076 377	5 238 256
10	5 238 256	838 121	5 238 256	6 076 377 -	0

7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

El estado de resultados fue elaborado considerando un tipo de cambio constante de 3.50 para la deuda, una tasa de 29.5% para el impuesto a la renta, 10% para las participaciones antes de impuestos al tratarse de una empresa industrial, 10% para la reserva legal, y lo restante de la utilidad neta será entregada al grupo de socios accionistas.



Tabla 7.19

Estado de resultados

Rubro	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso por Ventas	29 673 158	59 681 842	89 968 866	120 493 063	151 223 324	182 135 558	182 751 763	183 324 229	183 858 803	245 813 553
Costo de Ventas	(31 939 271)	(54 887 408)	(76 277 387)	(100 048 761)	(124 223 331)	(148 388 149)	(148 413 551)	(148 832 165)	(149 250 282)	(198 014 103)
Utilidad Bruta	(2 266 113)	4 794 435	13 691 479	20 444 301	26 999 993	33 747 409	34 338 212	34 492 064	34 608 521	47 799 450
Gastos Operativos	(1 262 716)	(1 405 634)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)	(1 518 850)
Utilidad Operativa	(3 528 829)	3 388 801	12 172 629	18 925 451	25 481 143	32 228 559	32 819 362	32 973 214	33 089 671	46 280 600
Gastos Financieros	0	(9 177 538)	(4 222 927)	(3 926 375)	(3 582 375)	(3 183 335)	(2 720 448)	(2 183 499)	(1 560 639)	(838 121)
Utilidad Antes de Participación e Impuestos	(3 528 829)	(5 788 737)	7 949 701	14 999 076	21 898 768	29 045 224	30 098 913	30 789 714	31 529 032	45 442 479
Participaciones (10%)	0	0	0	(1 499 908)	(2 189 877)	(2 904 522)	(3 009 891)	(3 078 971)	(3 152 903)	(4 544 248)
Utilidad antes de Impuestos	(3 528 829)	(5 788 737)	7 949 701	13 499 168	19 708 891	26 140 702	27 089 022	27 710 743	28 376 129	40 898 231
Impuesto a la Renta (29.5%)	0	0	0	(3 982 255)	(5 814 123)	(7 711 507)	(7 991 262)	(8 174 669)	(8 370 958)	(12 064 978)
Utilidad Neta	(3 528 829)	(5 788 737)	7 949 701	9 516 914	13 894 768	18 429 195	19 097 761	19 536 074	20 005 171	28 833 253
Reserva Legal	0	0	0	951 691	1 389 477	1 842 919	1 909 776	1 953 607	2 000 517	2 883 325
Repartición de Utilidades a Socios	0	0	0	8 565 222	12 505 291	16 586 275	17 187 985	17 582 466	18 004 654	25 949 927

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingreso por Ventas	246 443 324	247 038 478	247 602 758	248 139 320	310 813 424	311 424 132	312 008 878	312 569 766	313 108 668	376 352 898
Costo de Ventas	(198 221 279)	(198 245 452)	(199 058 023)	(199 079 816)	(248 609 657)	(248 634 462)	(249 053 037)	(249 470 644)	(250 282 184)	(299 364 356)
Utilidad Bruta	48 222 044	48 793 026	48 544 735	49 059 505	62 203 767	62 789 671	62 955 841	63 099 122	62 826 484	76 988 543
Gastos Operativos	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)	(1 514 650)
Utilidad Operativa	46 707 394	47 278 376	47 030 085	47 544 855	60 689 117	61 275 021	61 441 191	61 584 472	61 311 834	75 473 893
Gastos Financieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Antes de Participación e Impuestos	46 707 394	47 278 376	47 030 085	47 544 855	60 689 117	61 275 021	61 441 191	61 584 472	61 311 834	75 473 893
Participaciones (10%)	(4 670 739)	(4 727 838)	(4 703 009)	(4 754 485)	(6 068 912)	(6 127 502)	(6 144 119)	(6 158 447)	(6 131 183)	(7 547 389)
Utilidad antes de Impuestos	42 036 655	42 550 538	42 327 077	42 790 369	54 620 205	55 147 519	55 297 072	55 426 025	55 180 651	67 926 503
Impuesto a la Renta (29.5%)	(12 400 813)	(12 552 409)	(12 486 488)	(12 623 159)	(16 112 960)	(16 268 518)	(16 312 636)	(16 350 677)	(16 278 292)	(20 038 318)
Utilidad Neta	29 635 842	29 998 129	29 840 589	30 167 210	38 507 245	38 879 001	38 984 435	39 075 347	38 902 359	47 888 185
Reserva Legal	2 963 584	2 999 813	2 984 059	3 016 721	3 850 724	3 887 900	3 898 444	3 907 535	3 890 236	4 788 818
Repartición de Utilidades a Socios	26 672 258	26 998 317	26 856 530	27 150 489	34 656 520	34 991 101	35 085 992	35 167 813	35 012 123	43 099 366

Tabla 7.20

Flujo de fondos económicos

Rubro	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión total	(73 421 282)										
Utilidad antes de Reserva Legal		(3 528 829)	(5 788 737)	7 949 701	13 499 168	19 708 891	26 140 702	27 089 022	27 710 743	28 376 129	40 898 231
(+) Amortización de intangibles		15 500	8 375	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciación fabril		2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
(+) Depreciación no fabril		4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
(+) Participaciones (10%)		0	0	0	1 499 908	2 189 877	2 904 522	3 009 891	3 078 971	3 152 903	4 544 248
(+) Gastos financieros (1-t)		0	9 177 538	4 222 927	3 926 375	3 582 375	3 183 335	2 720 448	2 183 499	1 560 639	838 121
(+) Valor residual (recupero)											
Flujo neto de fondos economico	(73 421 282)	(1 431 526)	5 478 979	14 254 432	21 007 254	27 562 946	34 305 362	34 896 165	35 050 017	35 166 474	48 357 403

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversión total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad antes de Reserva Legal	42 036 655	42 550 538	42 327 077	42 790 369	54 620 205	55 147 519	55 297 072	55 426 025	55 180 651	67 926 503
(+) Amortización de intangibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciación fabril	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
(+) Depreciación no fabril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Participaciones (10%)	4 670 739	4 727 838	4 703 009	4 754 485	6 068 912	6 127 502	6 144 119	6 158 447	6 131 183	7 547 389
(+) Gastos financieros (1-t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Valor residual (recupero)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo neto de fondos economico	48 779 997	49 350 979	49 102 688	49 617 458	62 761 720	63 347 624	63 513 794	63 657 075	63 384 437	77 546 496

7.4.4.2 Flujo de fondos financieros

En contraparte, la evaluación financiera sí considera la existencia de un financiamiento externo. Se toma como punto de partida la utilidad neta, que para los dos primeros años es negativa y se devuelve la deuda al banco.



Tabla 7.21

Flujos de fondos financieros

Rubro	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversión total	(73 421 282)											
Deuda	29 368 513											
Utilidad antes de reserva legal		(3 528 829)	(5 788 737)	7 949 701	13 499 168	19 708 891	26 140 702	27 089 022	27 710 743	28 376 129	40 898 231	
(+) Amortización de intangibles		15 500	8 375	0	0	0	0	0	0	0	0	
(+) Depreciación fabril		2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 077 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	
(+) Depreciación no fabril		4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	
(+) Participaciones (10%)		0	0	0	1 499 908	2 189 877	2 904 522	3 009 891	3 078 971	3 152 903	4 544 248	
(+) Gastos financieros (1-t)		0	9 177 538	4 222 927	3 926 375	3 582 375	3 183 335	2 720 448	2 183 499	1 560 639	838 121	
(-) Cuota del préstamo		0	(12 152 754)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	(6 076 377)	
(+) Valor residual (recupero)												
Flujo neto de fondos financiero	(44 052 769)	(1 431 526)	(6 673 776)	8 178 055	14 930 877	21 486 569	28 228 985	28 819 788	28 973 640	29 090 097	42 281 026	

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversión total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad antes de reserva legal	42 036 655	42 550 538	42 327 077	42 790 369	54 620 205	55 147 519	55 297 072	55 426 025	55 180 651	67 926 503
(+) Amortización de intangibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciación fabril	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603	2 072 603
(+) Depreciación no fabril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Participaciones (10%)	4 670 739	4 727 838	4 703 009	4 754 485	6 068 912	6 127 502	6 144 119	6 158 447	6 131 183	7 547 389
(+) Gastos financieros (1-t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(-) Cuota del préstamo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Valor residual (recupero)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo neto de fondos financiero	48 779 997	49 350 979	49 102 688	49 617 458	62 761 720	63 347 624	63 513 794	63 657 075	63 384 437	77 546 496

7.5 Evaluación Económica y Financiera

Como bien se detalló en el presente capítulo, se determinó la tasa costo de oportunidad (COK) que permite hallar los siguientes indicadores para medir la rentabilidad económica y financiera del proyecto.

7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 7.22

Indicadores económicos

VAN Económico	48 976 335
Relacion B/C	1.667
TIR Económico	26.40%
Periodo de recuperación (años)	9.24

Tras analizar los indicadores, se puede concluir que desde el punto de vista económico el proyecto es rentable debido a que el VAN es mayor a 0, la TIR es mayor al COK de 18.98% y la relación beneficio costo es mayor a 1. Por último, si bien el periodo de recuperación es largo, se encuentra dentro de la vida del proyecto.

7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Tabla 7.23

Indicadores financieros

VAN financiero	52 777 723
Relacion B/C	2.198
TIR Financiero	29.15%
Periodo de recuperacion (años)	8.41

Tras analizar los indicadores, se puede concluir que desde el punto de vista financiero el proyecto es rentable debido a que el VAN es mayor a 0, la TIR es mayor al COK de 18.98% y la relación beneficio costo es mayor a 1. Por último, se destaca que el periodo de recuperación es mayor por casi un año al económico.

Figura 7.3*Ratios de Liquidez*

Análisis de Liquidez		
Razón corriente	$\frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$	5.25
Este indicador muestra la cantidad de veces que se puede cubrir las deudas a corto plazo con el activo corriente. En este caso se tiene 5.25 soles disponibles por cada sol de deuda a corto plazo.		
Prueba ácida	$\frac{\text{Activo corriente} - \text{inventario}}{\text{Pasivo Corriente}}$	4.98
La prueba acida es más severa que la razón corriente, debido a que no considera los inventarios por su baja liquidez. Se tiene 4.98 soles disponibles por cada sol de deuda de corto plazo.		

Ratios de solvencia

Son los índices que permiten conocer la contribución de los propietarios frente a los fondos proporcionados por los accionistas. Indica la capacidad que tiene la empresa para cumplir con sus obligaciones de pago.

Figura 7.4*Ratios de Solvencia*

Análisis de Solvencia		
Razón Deuda Patrimonio	$\frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Patrimonio}}$	1.06
Este ratio evalúa la relación de deuda total con los aportes hechos por los accionistas. En este caso se tiene que por cada sol aportado por los accionistas se tiene 1.06 soles de deuda.		
Razón de endeudamiento	$\frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}}$	0.51
Este ratio indica la proporción de los activos totales que financian los accionistas de la empresa. Este caso se tiene que la proporción financiada por los acreedores es de 0.51.		

Ratios de rentabilidad

Permiten evaluar la eficiencia operativa de la empresa, mostrando la rentabilidad (utilidad) con respecto a las ventas, a un determinado nivel de activos y con respecto a la inversión.

Figura 7.5

Ratios de Rentabilidad

Análisis de rentabilidad		
Margen Bruto	$\frac{\text{Utilidad bruta}}{\text{Ingreso por ventas}}$	-7.64%
En el presente proyecto, por cada sol vendido se obtiene un rendimiento del -7.64%. Este indicador mide la utilidad solo después de descontar el costo de ventas		
Margen Neto	$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ingreso por ventas}}$	-11.89%
Este indicador mide la utilidad cuando ya se descontaron todos los gastos e impuestos, y se obtiene que por cada sol vendido hay un rendimiento del -11.89%.		
Rentabilidad Neta del Patrimonio (ROE)	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Patrimonio}}$	-11.83%
Este indicador mide la capacidad de este proyecto de generar ganancias para los accionistas y se obtiene que por cada sol invertido se tiene -11.83% de rendimiento		
Rentabilidad Neta sobre Activos (ROA)	$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo total}}$	-5.75%
Por cada sol invertido en activos se genera un rendimiento del -5.75%.		

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

El objetivo del análisis de sensibilidad es conocer la rentabilidad del proyecto bajo 3 posibles escenarios. Para evaluar dichos escenarios se tomará en cuenta la variación real del precio del cobre según el London Metal Exchange (LME). El escenario pesimista que supone un crecimiento en el precio del cobre a 2.9754 \$/lb (monto pico de abril de 2019); el escenario moderado supone el precio que se especifica en el proyecto de 2.75 \$/lb y finalmente el escenario optimista supone una caída del precio del cobre a 2.5088 \$/lb (monto de febrero de 2020).

Figura 7.6

Precios del cobre del último año



Nota: Precios obtenidos de Trading Economics (2020)

Para simular este escenario, se debe asignar un porcentaje de probabilidad a cada uno de los escenarios y así obtener un promedio ponderado que permita medir el posible impacto en la realidad. Después de calcular los nuevos costos de la materia prima, se procede a evaluar los indicadores según el escenario.

Tabla 7.24

Análisis de sensibilidad según escenarios

Probabilidad	Escenario	Económico		Financiero	
		VAN	TIR	VAN	TIR
50%	Moderado	48 976 335	26.4%	52 777 723	29.2%
20%	Optimista	100 519 191	33.2%	104 289 592	38.1%
30%	Pesimista	11 945 171	20.9%	15 768 822	22.2%

Tabla 7.25

Indicadores esperados

	VAN Esperado	TIR Esperado
Análisis Económico	48 175 557	26.1%
Análisis Financiero	51 977 427	28.8%

Como se evidencia en las tablas anteriores, el proyecto es de sensibilidad alta respecto a la variación del precio del cobre, ya que el cambio de aproximadamente 0.25\$/lb genera un cambio significativo en el VAN y en TIR para cada escenario. Este cambio de precio de cobre se esperaría a lo largo de la vida del proyecto. Sin embargo,

al ver los indicadores esperados ponderados solo existe una leve alteración con respecto al escenario moderado inicial.

Una vez demostrado el alto impacto que tiene la variación del precio del cobre, se hizo el análisis para identificar el precio máximo que puede soportar el proyecto para que el VAN sea igual a cero, el COK sea igual al TIR y la relación B/C sea de uno, hallándose el precio de 3.03 \$lb. Esto quiere decir que, para mantener los indicadores financieros, tendríamos que incrementar el precio de venta en S/.0.38 por cada centavo de dólar/libra que haya aumentado el precio del cobre.



CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

8.1 Indicadores sociales

Valor Agregado

Este indicador, se mide en unidades monetarias y refleja el aporte del proyecto para transformar las materias primas en producto terminado. Es la diferencia de ingreso por ventas menos los importes de materia prima e insumos. Para poder tener el valor agregado del proyecto es importante traer a valor actual neto. Por ello, se recurre a realizar el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC o WACC) para representar el adecuado costo del financiamiento promedio del proyecto. Se utiliza la siguiente fórmula

$$CPCC = kd * (1 - T) * Wd + Ke * We$$

Donde:

Kd: Tasa del costo del financiamiento con deuda para la empresa

Wd: Participación de la deuda en el activo de la empresa

Ke: Tasa del costo del financiamiento con patrimonio para la empresa

We: Participación del patrimonio en el activo de la empresa

T: Tasa de impuesto a la renta

Para el presente proyecto se ha realizado el siguiente cálculo y se obtuvo 15.90% de CPPC.

$$CPPC = 16\% * (1 - 29.5\%) * 40\% + 18.98\% * 60\% = 15.90\%$$

Tabla 8.1*Tabla de valor agregado*

Rubro	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso por ventas	29 673 158	59 681 842	89 968 866	120 493 063	151 223 324	182 135 558	182 751 763	183 324 229	183 858 803	245 813 553
Materia prima	(26 132 052)	(49 080 189)	(70 470 169)	(94 241 543)	(118 416 112)	(142 585 930)	(142 611 333)	(143 029 947)	(143 448 064)	(192 211 885)
Valor Agregado	3 541 105	10 601 653	19 498 697	26 251 520	32 807 211	39 549 627	40 140 430	40 294 282	40 410 739	53 601 668

Rubro	Año									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Sueldos	246 443 324	247 038 478	247 602 758	248 139 320	310 813 424	311 424 132	312 008 878	312 569 766	313 108 668	376 352 898
Intereses	(192 419 061)	(192 443 234)	(193 255 804)	(193 277 597)	(242 807 439)	(242 832 243)	(243 250 819)	(243 668 426)	(244 479 966)	(293 562 137)
Valor Agregado	54 024 263	54 595 244	54 346 953	54 861 723	68 005 985	68 591 889	68 758 059	68 901 340	68 628 702	82 790 761

Con la tabla anterior se calcula un VAN del valor agregado de S/113 930 949 del proyecto para los 20 años.

Densidad de capital

Es la relación de la inversión del capital versus el empleo generado.

$$Densidad\ de\ capital = \frac{73\ 421\ 282}{41} = 1\ 790\ 763\ soles/puesto$$

Intensidad de capital

Nos muestra la relación de la inversión total versus el valor agregado del proyecto.

$$Intensidad\ de\ capital = \frac{73\ 421\ 282}{113\ 930\ 949} = 0.64$$

Producto Capital

Es el llamado coeficiente de Capital, mide la relación entre el valor agregado generado en el proyecto versus el monto de la inversión.

$$Producto\ Capital = \frac{113\ 930\ 949}{73\ 421\ 282} = 1.55$$

Balance de divisas

Mide el ahorro o pérdida de divisas que genera un proyecto.

$$Balance\ de\ divisas = -461\ 190\ 253\ soles$$

Generación de divisas

Es la relación existente entre la inversión total versus el saldo netos de divisas.

$$Generación\ de\ divisas = \frac{73\ 421\ 282}{-461\ 190\ 253} = -0.16$$

8.2 Interpretación de indicadores sociales

Para la interpretación de los indicadores sociales calculados del proyecto, se ha elaborado la siguiente tabla a manera de resumen.

Tabla 8.2

Interpretación de indicadores sociales

Indicador	Resultado	Interpretación
Valor Agregado	113 930 949	Se puede afirmar que el proyecto durante los 20 años de vida tiene un impacto significativo al momento de transformar la materia prima.
Densidad de Capital	1 790 763	Por cada puesto de trabajo que tiene el proyecto, se genera aproximadamente un millón y medio de soles.
Intensidad de Capital	0.64	Cada sol de valor agregado significa 0.64 soles de la inversión inicial.
Producto Capital	1.55	Por cada sol invertido se obtiene 1.55 soles de valor agregado para el proyecto
Balance de Divisas	-461 190 253	Debido a que la materia prima importada es un monto elevado comparado con el nacional, se tiene un balance de divisas negativo
Generación de Divisas	-0.16	El proyecto no es generador de divisas

CONCLUSIONES

- Se concluye que la instalación de una planta productora de building wire es factible tras haber estudiado y pronosticado la necesidad del mercado. Asu vez, es posible la instalación de una tecnología adecuada y de última generación para lograr competitividad, calidad y eficiencia.
- El estudio de mercado realizado de los años 2014 al 2018 confirma la viabilidad de introducir una planta de cable de cobre recubierto con PVC de esta envergadura. Si bien existe una alta competencia dentro del mercado local, luego de revisar los costos unitarios de producción, es factible utilizar una estrategia de penetración de mercado y estrategia de precio basado en la competencia.
- Debido a las normativas y estándares internacionales, se concluye que la tecnología elegida proporcionada por el proveedor alemán (CompacRod) y el método de colado continuo, el más utilizado a nivel mundial, son factores cruciales que agregan valor al producto y a la empresa. Con ello se reduce la generación de reprocesos y mermas durante la producción; así como un leve impacto ambiental y mayor seguridad para los trabajadores.
- Luego de llevar a cabo un análisis económico y financiero, al evaluar los distintos indicadores, se concluye que el proyecto es rentable para los 20 años de vida útil, ya que se obtiene un VAN y TIR tanto económico como financiero mayor a cero y a la tasa de costo de oportunidad COK esperado por los accionistas, con un periodo de recupero de aproximadamente 8 años. En contraparte, se genera pérdida de utilidad durante los primeros 2 años debido a que existe una escasa participación de mercado que ocasiona un reducido margen bruto.
- Tras analizar el análisis de sensibilidad, que considera el incremento o decrecimiento del precio de cobre, tanto ambos escenarios supuestos generan un cambio significativo en el VAN y en TIR. Sin embargo, el escenario pesimista planteado se acerca muchísimo al precio máximo por el que el proyecto podría pagar.

- Por último, el impacto social del proyecto es importante para el país debido a que genera un cambio significativo al momento de transformar la materia y generación de puestos de trabajo. Sin embargo, debido a que la producción nacional de cobre no es suficiente y la maquinaria extranjera es bastante costosa, se tiene un balance de divisas negativo



RECOMENDACIONES

- Al comprobar la escases de cátodos de cobre en el territorio nacional y la necesidad de importación de Chile, se recomienda buscar apoyo en entidades del Estado para así negociar con el mayor productor de cátodos (Southern Copper Perú) el cual se encuentra al 60% de su capacidad productiva e incrementar la producción para consumo nacional.
- Se recomienda monitorear de cerca el precio del cobre para poder comprar y almacenar como existencia en el momento oportuno, es decir cuando el precio del cobre sea menor o alrededor de 2.75 \$/lb. Esto permitirá un ahorro significativo en los costos de producción durante la duración del proyecto.
- Debido a que se realiza una fuerte inversión para tener un producto de calidad es importante revisar constantemente las normativas legales dentro del país, la actualización de estándares internacionales y la Norma Técnica Peruana. De esta forma se asegura además competitividad y prestigio en el mercado local.
- Si bien este proyecto está proyectado a 20 años de vida útil, se recomienda hacer una evaluación financiera y económica para 10 años, ya que un periodo de vida y pronosticar 20 años es un horizonte de tiempo muy amplio y susceptible a cambios drásticos en la economía nacional y global.
- Durante el transcurso de vida útil del proyecto, se recomienda encontrar el punto adecuado para amortizar por adelantado la deuda completa con la entidad bancaria para reducir la generación de intereses financieros en los 10 años de préstamo proyectado.
- Finalmente, se recomienda dos formas paralelas para una mayor generación de ingresos. Una posibilidad es ofrecer al mercado productos relacionados con cables de cobre como el producto semiterminado de alambrón de cobre y alambres de cobre desnudos, ya que se posee la maquinaria necesaria para la producción de estos. La otra posibilidad, es elaborar un estudio de mercado internacional que permita encontrar países favorables para la exportación del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras para el desarrollo (ALIDE). (2012). *Directorio de fuentes de financiamiento internacional*. ALIDE.
- Díaz, G. B. H., & Noriega, A. M. T. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Universidad de Lima. Fondo Editorial.
- Diener, D. (2000). *Estudio del proceso de colada continua tipo southwire para la fabricación de 9 ton/hora de alambres de cobre de 8mm. de diámetro de la empresa Cobrecon S.A.* [Tesis de título profesional de ingeniero mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16768>
- Escuela de Negocios Stern de la Universidad de Nueva York. (2020). *Unlevered beta and other risk measures*.
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html
- EXAPRO. (2020). *Máquinas estiradoras de hilos*. <https://www.exapro.es/metal-fundicion-prensas-maquinas-estiradoras-para-hilos-c136/>
- Fortune Electric. (2016). *Products. FXT-450/11DF Large Wire Drawing Machine with 450 Annealing Machine and SD-800 Inverted Take-up Machine*:
http://www.elecasting.com/en/product_info.asp?id=407
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). *Perú: Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital, 2007*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0867/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Estadísticas de seguridad ciudadana Marzo – Agosto 2019*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_seguridad_mar-ago2019.pdf

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Población Económicamente Activa*. <https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>
- Ministerio del Interior (2017). *Censos Nacionales de Comisarías*. Recuperado del sitio de internet del Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana. <https://observatorio.mininter.gob.pe/proyectos/censos-nacionales-de-comisar%C3%ADas>
- Navarro, J. (1989). *Estudio preliminar para la implementación de una planta de alambión de cobre* [Tesis de Bachiller de ingeniero industrial, Universidad de Lima]
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2019). *Consulta de tarifas*. <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/eps/estudios-tarifarios/tarifas-vigentes>
- Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2019). *Operatividad aduanera: Información en línea*. Sunat. <http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>
- Viloche, J. (n.d.). *Foro Regional: "Gas Natural -Propiedades y Uso - Proyectos Presentes y Futuros"*. <https://www.osinergmin.gob.pe/>

REFERENCIAS

- Briceño, A. (2008). Proyecto de fabricación de tuberías de cobre. *Revista Ingeniería Industrial*, 26, 125-145. <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428492008.pdf>
- Cámara Peruana de la Construcción. (2018). *Informe económico de la construcción* (N°20 - 2018). https://issuu.com/capeco.org/docs/iec20_0918
- Contreras, L. (2018). *Procesos de fabricación en metales*. Ediciones de la U.
- Díaz, E. (1987). *Estudio preliminar para la instalación de una planta de alambrón de cobre*. [Tesis de Bachiller de ingeniero industrial, Universidad de Lima].
- Del Águila, P., Martínez, M., & Regalado, F. (2018). Cobre: Evolución reciente y potencial de desarrollo. *Revista Moneda*, 171, 29-32. <https://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-moneda/revista-moneda-171.html>
- González-Prada Mendoza, M. (1990). *Análisis del mercado de alambrón de cobre situación y perspectivas* [Tesis de licenciatura de Administración, Universidad de Lima].
- Ministerio de la Producción (s,f). *Parques Industriales*. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiU9NH2rvTIAhVRvFkKHb7SC00QFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fwww.dic.unitru.edu.pe%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D141%26Itemid%3D49&usg=AOvVaw0Pz-1l6luCLobM1vx1EKmA
- Navarro, J. (1989). *Estudio preliminar para la implementación de una planta de alambrón de cobre* [Tesis de Bachiller de ingeniero industrial, Universidad de Lima]
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2018). *Determinación de la Tarifa Única de Distribución de Gas Natural aplicables a la Concesión de Lima y Callao para el Período 2018 - 2022*.

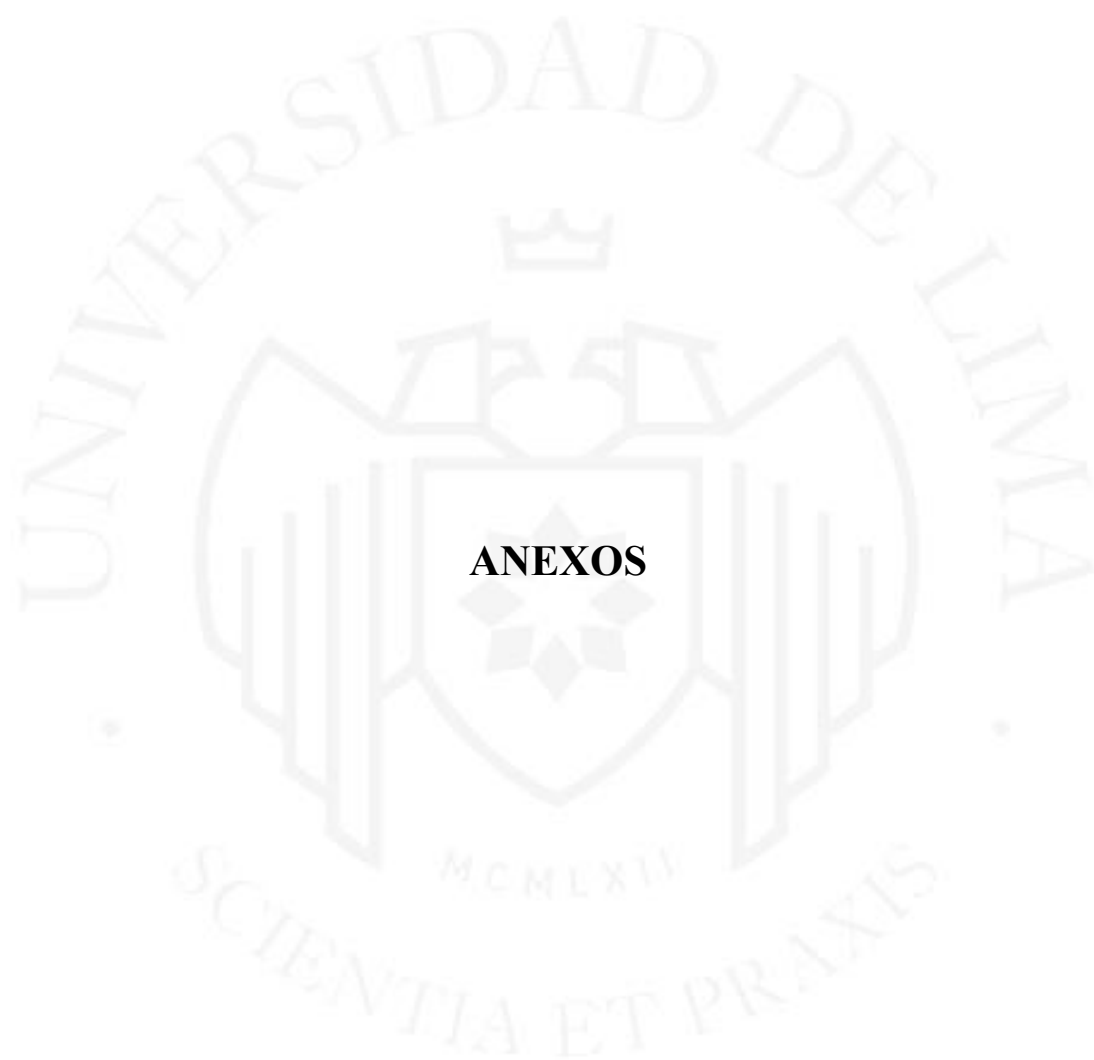
Porlles, J., Cachay, O., & Salas, G. (2015). ¿Qué requerimos para una industrialización sostenible del Perú? Una propuesta del modelo industrial. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM*, 89-98.

Rodríguez, J., & Tello, M. (2010). *Opciones de política económica en el Perú: 2011-2015*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2019). *Tratamiento de aguas residuales*. <http://www.sedapal.com.pe/tratamiento-de-aguas-residuales>

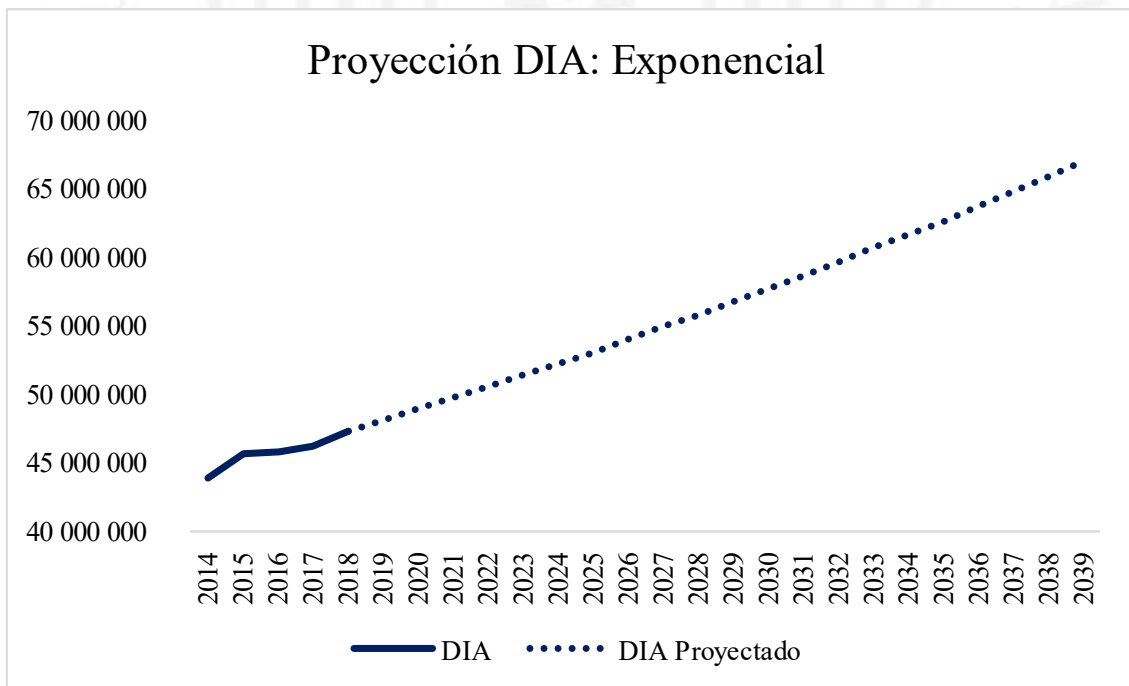
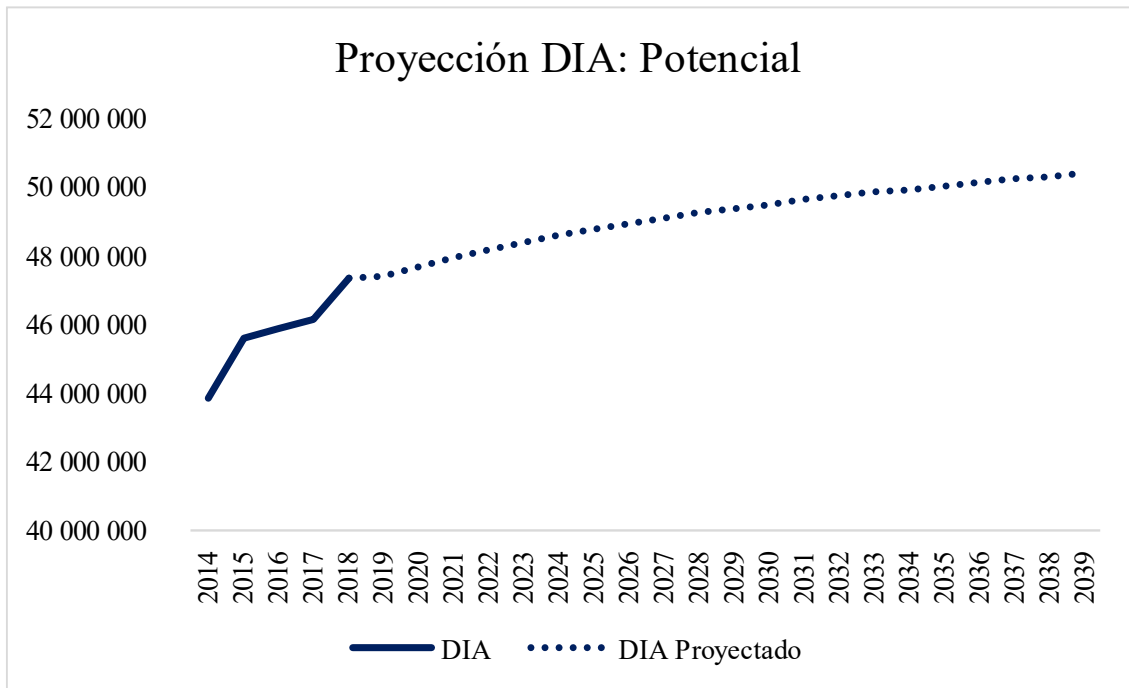
Stubrin, L & Gana, J. (2017). *Las empresas manufactureras de cobre en Chile* (N° 213). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42063/1/S1700597_es.pdf

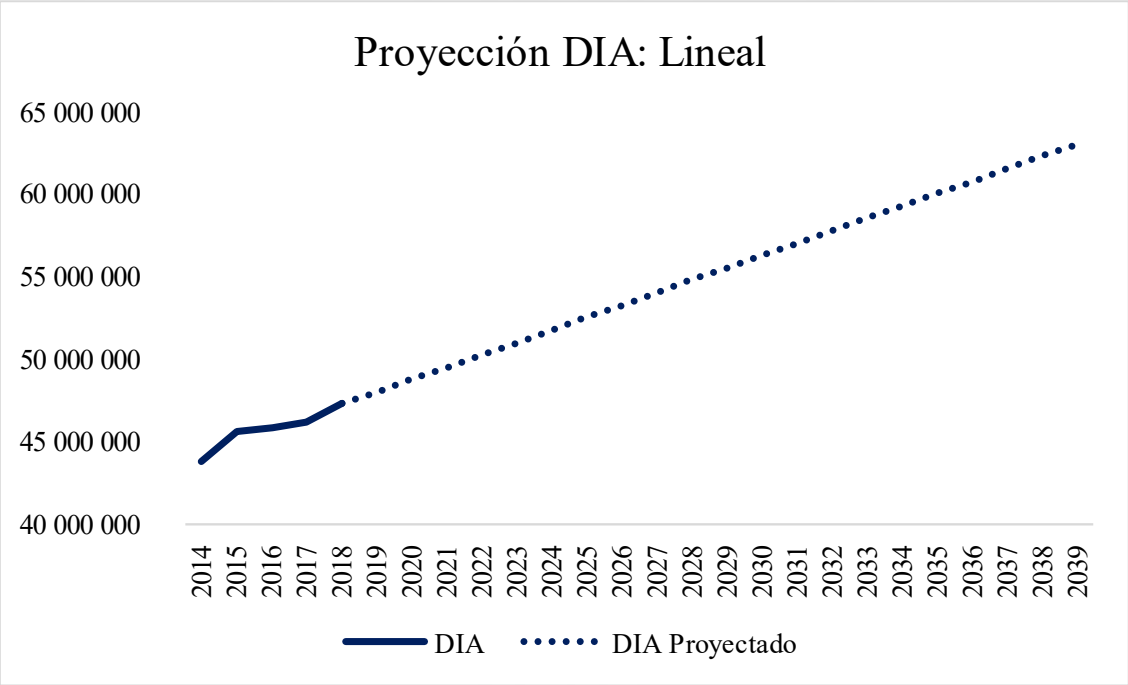
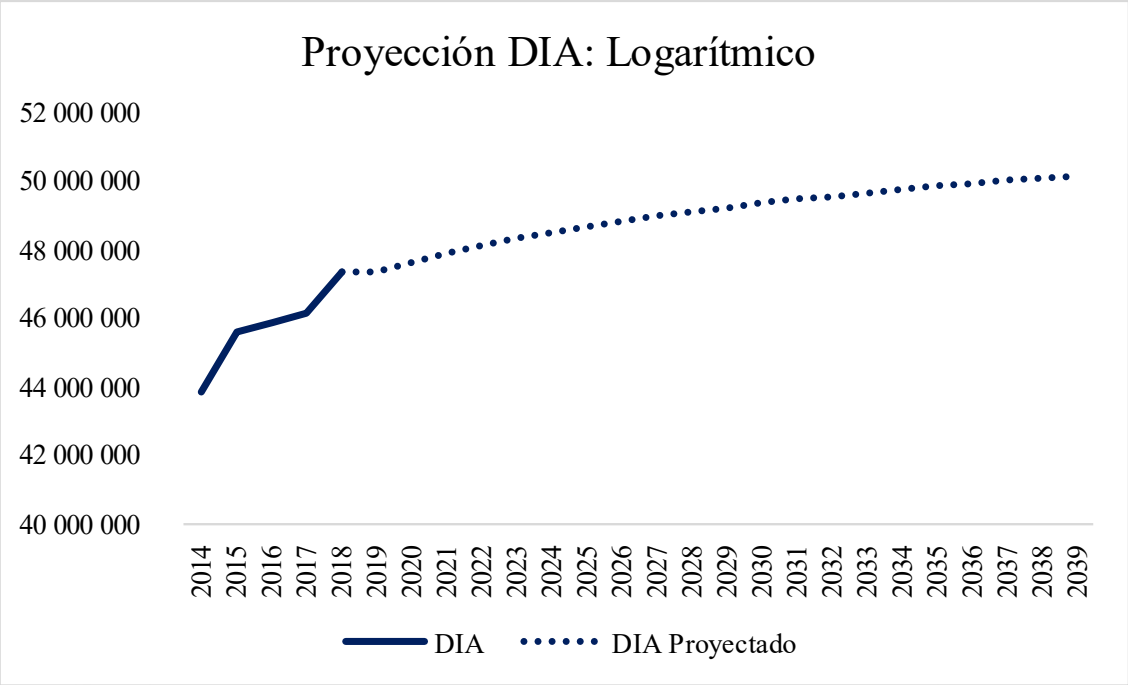




ANEXOS

Anexo 01: Proyección de DIA





Anexo 02: Guion de Entrevista



Título de Investigación: Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de cable de cobre recubierto con PVC (building wire)

Entrevistador: Juan Carlos Campos y Pedro Muñoz

Guía de entrevista

Objetivo: Obtener información que sea de apoyo para la investigación por parte de potenciales clientes, expertos o personas relacionadas con el sector minero industrial del cobre.

Lugar de entrevista: _____

Fecha de entrevista: _____

Nombre del entrevistado: _____

Rol en el sector: _____

1. ¿Cuál es su experiencia dentro del sector minero industrial del cobre?
2. ¿Cuál es su percepción acerca de las industrias de transformación de cobre?
3. ¿Tiene conocimiento acerca de empresas o plantas productoras relacionadas con la elaboración de cable de cobre?
4. Para usted, ¿Cuáles serían las características más importantes que se deben respetar en este tipo de productos y que podrían hacerlo un producto competitivo?
5. ¿Cuál es su percepción acerca de la posibilidad de exportar a países vecinos?
6. Si usted estuviera a cargo de seleccionar un proveedor de cables de cobre, cuáles serían los principales factores para considerar en su elección
7. ¿Estaría dispuesto a seleccionar a una empresa local emergente que venda cables de cobre y cumpla con todos los estándares de calidad?
8. ¿Cada cuánto tiempo realizaría pedidos de cables de cobre?