



INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

PROYECTO DE TITULO

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COSTEO PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS EN TRITEC
SERVICES SPA**

AUTOR:
FRANCISCO JAVIER QUEVEDO VILLACURA

PROFESOR GUÍA:
LUIS CERDA ROJAS

CURICÓ - CHILE

Enero 2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Curicó, 2022

Abstract

This project was performed in the company Tritec Services SPA, dedicated to the construction of PMGD photovoltaic projects. This organization needed to design a method for the precise calculation of activities for its projects, which helps to determine the sale price of each one.

First, is made general description of the company and the opportunity detected for this title project is made, furthermore, in the second chapter, the theoretical framework is described, explaining tools and methodologies to carry out the diagnosis of the company, the selection of the design methodology and the development of this project.

Moreover, in the third chapter, the situation of the company is evaluated, where the key concept is "empathize", to know the characteristics and needs of the company. It also describes the information systems used by the company, the method with which it calculates budgets and describes the construction processes of a photovoltaic park.

In the fourth chapter, the costing system is selected and the development of the costing system is carried out, calculating the cost of each activity and prorating the administration and sales expenses in the projects in parallel working on.

In the fifth chapter, the prototype is designed in Excel software, using functions and forms created through Visual Basic of this software, which can deliver the cost reports of the activities and the sales price reports of the projects.

Finally, the impact that the implementation of this project would have on the company is evaluated based on the cost of project develop and the benefits it would have for calculating the budget and sale price for tenders, along with applications to calculate the cost of additional work in a project.

Resumen ejecutivo

El presente proyecto, fue realizado en la empresa *Tritec Services SPA*, dedicada a la construcción de proyectos fotovoltaicos PMGD. Esta organización requería diseñar un método para el cálculo preciso de presupuestos para sus proyectos, que ayude a determinar el precio de venta de cada uno.

En primer lugar, se realiza una descripción general de la empresa y de la oportunidad detectada para este proyecto de título, posteriormente, en el segundo capítulo, se describe el marco teórico, donde se exponen las herramientas y metodologías a utilizar para realizar el diagnóstico de la empresa, la selección de la metodología de diseño y el desarrollo del proyecto.

Luego, en el tercer capítulo, se evalúa la situación de la empresa, donde el concepto clave es “empatizar”, para conocer las características y necesidades de la empresa. También se describen los sistemas de información utilizados por la empresa, el método con el que calcula los presupuestos y se describen los procesos de construcción de un parque fotovoltaico.

En el cuarto capítulo, se selecciona el sistema de costeo y se realiza el desarrollo del sistema de costeo, calculando el costo de cada actividad y prorrateando los gastos de administración y ventas en los proyectos en los que se trabaje en paralelo.

En el quinto capítulo, se diseña el prototipo en el *software* Excel, utilizando funciones y formularios creados mediante *Visual Basic* de este *software*, el cual es capaz de entregar los reportes de costo de las actividades y reportes del precio de venta de los proyectos.

Finalmente se evalúa el impacto que tendría la implementación de este proyecto en la empresa a partir del costo que representa realizar el proyecto y los beneficios que tendría para el cálculo de presupuesto y precio de venta para las licitaciones, junto con aplicaciones al cálculo del costo de trabajos adicionales dentro de un proyecto.

Francisco Javier Quevedo Villacura (fquevedo16@alumnos.utalca.cl)

Estudiante de Ingeniería Civil Industrial – Universidad de Talca

Diciembre 2021

Agradecimientos

Agradecer en primer lugar a mis padres, quienes confiaron en mí a lo largo de toda mi vida, dándome su visión y valores que me han convertido en quien soy hoy y me motivaron durante toda la carrera a seguir adelante, dando el ejemplo con su esfuerzo y dedicación en sus trabajos.

A mi profesor guía, quien me apoyo constantemente a lo largo de este proyecto, entregándome sus conocimientos, aconsejándome y motivándome en los momentos en los de más necesidad, donde me sentía estancado en los hitos de este proyecto.

A los profesores de Universidad y colegio que, con buena voluntad, eran capaces de explicar una segunda vez, atender dudas fuera del horario de clases y brindar apoyo en los proyectos en los que trabajamos.

Al equipo de *Tritec Services* quienes me recibieron como uno más de ellos, enseñándome detenidamente el rubro en el que trabaja la empresa y valorando mi trabajo, opinión y conocimientos.

A el equipo de *Tritec Intervento*, que me acogió en momentos de necesidad y me dio la oportunidad apoyar en distintas áreas del grupo de empresas, ampliando mis conocimientos.

En definitiva, muchas gracias a quienes me acompañaron en este camino y a quienes me apoyaron para lograr ser un profesional.

Dedicatoria

A mi familia, parientes
y amigos, quienes fueron el
motor principal para llegar
hasta este momento y
convertirme en un profesional.

Índice de contenidos

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Descripción de la empresa.....	17
1.2 Estructura organizacional	18
1.3 Contextualización	20
1.4 Problemática	20
1.5 Objetivo general	21
1.6 Objetivos específicos.....	21
1.7 Resultados esperados.....	22
2 CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA.....	23
2.1 Marco teórico.....	24
2.2 Métodos de diagnóstico	24
2.2.1 Diagnostico SIGA	24
2.2.2 Análisis FODA	26
2.2.3 Matriz FODA cuantitativa.....	27
2.2.4 Diagrama causa efecto	27
2.3 Contabilidad de costos.....	28
2.3.1 Costos y terminología de costos.....	28
2.3.2 Elementos de costo de un producto.....	29
2.3.3 Clasificación de costos	30
2.4 Sistemas de acumulación de costos	31
2.4.1 Sistema de costeo por órdenes de trabajo.....	32
2.4.2 Sistema de costeo por procesos.....	33
2.4.3 Sistema de costeo directo o variable	34
2.4.4 Sistema de costeo por absorción	35

2.4.5	Sistema de costeo estándar	36
2.4.6	Sistema de costeo ABC	37
2.5	Metodologías de diseño de sistema	38
2.5.1	Metodología <i>Design Thinking</i> a	39
2.5.2	Metodología <i>Design Sprint</i> a	39
2.5.3	Metodología <i>Lean Startup</i> a	40
2.5.4	Metodología Agile a	41
2.5.5	Metodología <i>Scrum</i>	41
2.5.6	Metodología <i>Kanban</i>	42
2.6	Selección de metodología de diseño	43
2.6.1	Ponderación de criterios	43
2.6.2	Evaluación de metodologías	44
2.7	Prototipo Computacional	46
2.8	Evaluación costo – beneficio	46
3	CAPÍTULO 3: FORMALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO	47
3.1	Diagnostico Siga	48
3.2	Análisis FODA	49
3.2.1	Fortalezas	50
3.2.2	Oportunidades	50
3.2.3	Debilidades	51
3.2.4	Amenazas	52
3.2.5	Matriz FODA cuantitativa	53
3.3	Aplicación de diagrama causa-efecto	55
3.4	Método de cálculo de presupuesto	56
3.5	Sistemas de Información	58
3.6	Conclusión de diagnóstico	60

3.7	Descripción de procesos de construcción PMGD	60
3.7.1	Obras civiles	62
3.7.2	Montaje mecánico	64
3.7.3	Montaje eléctrico Baja Tensión (BT).....	66
3.7.4	Montaje eléctrico de Media Tensión (MT)	69
3.7.5	Montaje y conexión de MVPS	72
4	CAPITULO 4: SISTEMA DE COSTEO	73
4.1	Selección del sistema de costeo.....	74
4.1.1	Criterios para selección del sistema de costeo	74
4.2	Costeo para el cálculo del costo de los procesos	76
4.2.1	Asignación de MPD	76
4.2.2	Asignación de MOD.....	77
4.2.3	Asignación de MOI	78
4.2.4	Asignación de otros CIF.....	79
4.3	Costos asignados a las actividades	85
4.4	Costos asociados a Obras Civiles (OO.CC.)	85
4.4.1	Fundaciones.....	85
4.4.2	Caminos Principales y secundarios.....	95
4.5	Montaje mecánico.....	99
4.5.1	Topografía de estructura.....	99
4.5.2	Perforado	100
4.5.3	Hincado	102
4.5.4	Montaje de <i>trackers</i>	104
4.5.5	Montaje de Módulos.....	106
4.6	Montaje eléctrico Baja Tensión (BT)	108
4.6.1	Conexionado de módulos	108

4.6.2	Montaje de <i>combiner box</i>	110
4.6.3	Conexionado de cable solar a <i>combiner boxes</i>	112
4.7	Costeo para instalación eléctrica subterránea en zanjas	114
4.7.1	Topografía de zanjas	114
4.7.2	Excavación y relleno de zanjas	116
4.7.3	Tendido de cable puesto a tierra.....	118
4.7.4	Tendido de cable conductor	120
4.7.5	Colocación de ductos HDPE	122
4.7.6	Instalación de cable de información.....	124
4.7.7	Instalación de arquetas	125
4.8	Actividades Generales	128
4.8.1	instalación de Faena	128
4.8.2	Movilización de personal	129
4.9	Resumen de clasificación de costos de las actividades	130
4.10	Gastos de administración y ventas	132
5	CAPITULO 5: PROTOTIPO COMPUTACIONAL	136
5.1	Prototipo para el sistema de costeo.....	137
5.2	Requerimientos del sistema	137
5.2.1	Requisitos funcionales.....	137
5.2.2	Requisitos no funcionales.....	137
5.2.3	Diagramas de contexto	138
5.2.4	Diseño lógico del sistema.....	139
5.3	El prototipo	140
5.3.1	Ingreso y selección de usuario.....	140
5.3.2	Menú de ingreso al sistema	141
5.4	Generar nuevo proyecto.....	142

5.5	Edición de parámetros para el costeo de un proyecto PMGD	143
5.5.1	Menú de registro de trabajos a realizar en el proyecto PMGD	145
5.5.2	Menú de registro de costos	145
5.5.3	Ingreso de remuneraciones asociadas al proyecto	146
5.5.4	Menú de costeo de actividades del proyecto PMGD	147
5.5.5	GAV asignado al proyecto	157
5.6	Registro de GAV de oficina central	158
5.7	Resultados	159
5.7.1	Reporte de tipo de costos de actividades	160
5.7.2	Resumen de resultados y margen del proyecto	161
6	Capítulo 6: EVALUACIÓN DE IMPACTO	167
6.1	Impacto económico	168
6.1.1	Costo de implementación del proyecto	168
6.1.2	Licitaciones	168
6.1.3	Adicionales	169
6.1.4	Demora en la llegada de suministros	169
6.1.5	Rendimientos comprometidos	171
6.1.6	Proyección del margen de los proyectos	171
6.2	Impacto social	173
6.3	Impacto ambiental	173
7	Conclusión	174
8	Bibliografía	176
	Anexos	178
9	Referencias	185

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Logo de Tritec Services Spa.....	17
Ilustración 2: Organigrama de Tritec Services Spa	18
Ilustración 3: Diagrama del método SIGA.....	24
Ilustración 4: Tabla de puntuación para criterios del 1 al 7	25
Ilustración 5: Tabla de puntuación para criterio 8.....	25
Ilustración 6: Interpretación de resultados para el método SIGA	25
Ilustración 7: Análisis FODA.....	26
Ilustración 8: Matriz de análisis cuantitativo FODA	27
Ilustración 9: Diagrama causa-efecto	28
Ilustración 10: Metodología <i>Design Thinking</i>	39
Ilustración 11: Metodología <i>Design Sprint</i>	40
Ilustración 12: Metodología <i>Lean Startup</i>	41
Ilustración 13: Metodología <i>Scrum</i>	42
Ilustración 14: Metodología Kanban.....	43
Ilustración 15: Pasos a seguir de la metodología <i>Design Thinking</i>	46
Ilustración 16: Carta Gantt de Proyecto de Titulo.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 17: Diagrama causa-efecto	56
Ilustración 18: Presupuesto para mano de obra.....	57
Ilustración 19: Presupuesto para movilización y materiales	58
Ilustración 20: Formato de informe de costos P&L	59
Ilustración 21: Formato del detalle de cuentas P&L	59
Ilustración 22: Plano de planta Guaraná, revisión 0.....	61
Ilustración 23: Diagrama de procesos de cierre perimetral.....	62
Ilustración 24: Diagrama de procesos para fundaciones	63
Ilustración 25: Diagrama de procesos para construcción de caminos.....	64
Ilustración 26: Diagrama de procesos para montaje mecánico	66
Ilustración 27: Diagrama de procesos de montaje eléctrico BT.....	68
Ilustración 28: Diagrama de procesos montaje de <i>combiner boxes</i>	69
Ilustración 29: Diagrama de procesos de montaje de media tensión	71
Ilustración 30: MPD	77

Ilustración 31: MOD	78
Ilustración 32: MOI.....	79
Ilustración 33: Otros CIF (Arriendo de Maquinaria)	80
Ilustración 34: Otros CIF (Combustible de Maquinaria)	81
Ilustración 35: Otros CIF (Flete de Maquinarias)	82
Ilustración 36: Otros CIF (movilización)	83
Ilustración 37: Otros CIF (instalación de faena)	83
Ilustración 38: Otros CIF (Alimentación y Alojamiento)	84
Ilustración 39: Otros CIF (EPP)	84
Ilustración 40: Otros CIF (MPI).....	85
Ilustración 41: Parámetros y duración de topografía de fundaciones	86
Ilustración 42: Asignación de costos de topografía de fundaciones	87
Ilustración 43: Parámetros de excavación y relleno para fundaciones.....	88
Ilustración 44: Cálculo de costos para excavación y relleno de fundaciones	89
Ilustración 45: Parámetros y duración para MPT de fundaciones	90
Ilustración 46: Calculo de costos de MPT de fundaciones	90
Ilustración 47: Parámetros y duración para enfierradura y moldajes	92
Ilustración 48: Calculo de costo para enfierradura y moldajes	93
Ilustración 49: Parámetros y duración para hormigonado y pintura asfáltica	94
Ilustración 50: Calculo del costo del hormigonado y pintado.....	94
Ilustración 51: Costo unitario de construcción de fundación	95
Ilustración 52: Duración y parámetros para caminos principales	98
Ilustración 53: Calculo del costo de construcción de caminos principales	98
Ilustración 54: Parámetros y duración de caminos secundarios.....	99
Ilustración 55: Cálculo del costo de caminos secundarios.....	99
Ilustración 56: Parámetros y duración de la topografía del montaje mecánico.....	100
Ilustración 57: Calculo del costo de topografía del montaje mecánico.....	100
Ilustración 58: Parámetros y duración del perforado.....	102
Ilustración 59: Calculo del costo del perforado	102
Ilustración 60: Parámetros y duración del hincado	104
Ilustración 61: Calculo del costo de hincado	104
Ilustración 62: Parámetros y duración del montaje de <i>trackers</i>	106

Ilustración 63: Calculo del costo de montaje de <i>trackers</i>	106
Ilustración 64: Parámetros y duración del montaje de módulos	108
Ilustración 65: Calculo del costo del montaje de módulos.....	108
Ilustración 66: Parámetros y duración de conexionado de módulos	110
Ilustración 67: Calculo del costo de conexionado de módulos	110
Ilustración 68: Parámetros y duración de montaje de <i>combiner boxes</i>	112
Ilustración 69: Cálculo del costo del montaje de <i>combiner boxes</i>	112
Ilustración 70: Parámetros y duración del conexionado de cable solar a CB	114
Ilustración 71: Cálculo del costo de conexionado de cable solar.....	114
Ilustración 72: Parámetros y duración para la topografía de zanjas.....	116
Ilustración 73: Cálculo del costo de la topografía de zanjas	116
Ilustración 74: Parámetros y duración de excavación y relleno de zanjas	118
Ilustración 75: Cálculo del costo de la excavación y relleno de zanjas	118
Ilustración 76: Parámetros y duración del tendido de MPT BT	120
Ilustración 77: Calculo del costo de tendido MPT BT.....	120
Ilustración 78: Parámetros y duración de instalación cable conductor BT	121
Ilustración 79: Calculo del costo de instalación del cable conductor BT	122
Ilustración 80: Parámetros y duración de la instalación de ductos.....	123
Ilustración 81: Cálculo del costo para la instalación de ductos.....	123
Ilustración 82: Parámetros y duración para la instalación del cable de información BT	125
Ilustración 83: Cálculo del costo del cable de información	125
Ilustración 84: Parámetros de instalación de arquetas.....	127
Ilustración 85: Cálculo del costo de la instalación de arquetas.....	128
Ilustración 86: Calculo de costos de instalación de faena	129
Ilustración 87: Calculo de costos de movilización de personal	130
Ilustración 88: Clasificación de costos descarga y reparto de material; Error! Marcador no definido.	
Ilustración 89: Costo total de fundaciones	131
Ilustración 90: Costo total de caminos	131
Ilustración 91: Costo total del montaje mecánico	131
Ilustración 92: Costo total de instalación eléctrica de BT	131
Ilustración 93: Costo total de instalación eléctrica en zanjas de BT	132

Ilustración 94: Costo total de instalación eléctrica de MT	132
Ilustración 95: Costo total de las actividades generales	132
Ilustración 96: GAV total del proyecto	133
Ilustración 97: Resumen de Gastos de Administración y Ventas del proyecto Guaraná	134
Ilustración 98: Gastos de administración y ventas del proyecto Manao	135
Ilustración 99: Registro de avance del proyecto de título	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 100: Diagrama de contexto externo del sistema de costeo	138
Ilustración 101: Diagrama de contexto interno del sistema de costeo	139
Ilustración 102: Formulario de ingreso al sistema y selección de usuario	141
Ilustración 103: Menú principal	142
Ilustración 104: Formulario de selección de proyecto	144
Ilustración 105: Menú de registro de datos de nuevo proyecto	144
Ilustración 106: Menú de cuantificación de trabajos	145
Ilustración 107: Menú de ingreso de costos	146
Ilustración 108: Registro de remuneraciones	147
Ilustración 109: Menú de costeo de actividades	148
Ilustración 110: GAV propios de cada proyecto	157
Ilustración 111: Registro de remuneraciones de personal de obras	158
Ilustración 112: Gastos de administración y ventas de la oficina central	159
Ilustración 113: Formulario de resumen de resultados	160
Ilustración 114: Reporte de margen de proyectos	162
Ilustración 115: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 1)	163
Ilustración 116: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 2)	164

Introducción

En Chile, ha existido un explosivo crecimiento en la potencia instalada de proyectos fotovoltaicos PMGD, según la revista de electricidad de Chile, se ha producido un crecimiento explosivo en la construcción de PMGD, desde 269Mw en 2015, a 1.253Mw en 2020.

Este proyecto es realizado en la empresa *Tritec Services SPA*, fue fundada en el año 2019, su oficina central está ubicada en Providencia, Región Metropolitana y se dedica a la construcción de proyectos fotovoltaicos PMGD. *Tritec Services* es subcontratada para la construcción de estos proyectos por otras empresas que se encargan del estudio de factibilidad, ingeniería de detalle, suministro de equipos y de la supervisión general de estos proyectos.

Para comenzar, en este proyecto se estudió en la situación inicial de la empresa, para comprender como abordar una problemática detectada dentro de la empresa, utilizando herramientas adquiridas en la formación de Ingeniería Civil Industrial.

La problemática por abordar en este estudio es acerca de la elaboración de los presupuestos para los proyectos fotovoltaicos, los cuales son ajustados respecto al costo de construcción de los proyectos, debido a que existe una alta competencia. Actualmente, el presupuesto es calculado de manera general, por lo tanto, puede que no se consideren precisamente todos los costos, para lo que se realizara un sistema que asigne los costos a las distintas actividades para la construcción de un parque fotovoltaico PMGD. Por lo tanto, se busca diseñar un sistema capaz de calcular los presupuestos, con el fin de disminuir el riesgo de subestimar el costo de construcción y asignar un precio de venta que asegure un porcentaje de utilidad para la empresa.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En el primer capítulo se dará a conocer la descripción y entorno de la empresa en la que se desarrollara el proyecto, se describirán los objetivos generales y objetivos específicos, finalmente se describirá el alcance del proyecto y los resultados esperados.

1.1 Descripción de la empresa

Tritec Services SPA es una empresa constructora que forma parte del grupo Tritec, donde la empresa matriz es Tritec Intervento, una empresa Suiza–Alemana fundada en 1987, comprometida con el cuidado del Medioambiente. Es una empresa pionera en el mercado solar fotovoltaico europeo, con más de 30 años de experiencia, presentes en Chile desde 2011 y desde entonces se encuentra en una etapa de constante crecimiento, con participación en importantes proyectos de energía solar fotovoltaica para organizaciones públicas y privadas, a lo largo y ancho del territorio nacional, desarrollando proyectos sustentables y aportando a un planeta más limpio, con más de 500 proyectos en todo Chile.

A finales del año 2019, una parte del área de construcción de Tritec Intervento se separó, para crear Tritec Services Spa (a Tritec Intervento Company), esta nueva empresa, en un principio, se encargaría de la construcción de proyectos de autoconsumo, los cuales corresponden a proyectos enfocados en la instalación de módulos fotovoltaicos a empresas o industrias que busquen disminuir su gasto eléctrico, pero en enero del 2021, se finalizaría con el último proyecto de autoconsumo y se continuaría solo con la construcción de proyectos PMGD (Pequeño Medio de Generación Distribuido), donde Tritec Services es contratado para realizar solo la construcción de estos proyectos. En la Ilustración 1 se muestra el logo de la empresa. Su oficina central se ubica en calle Doctor Manuel Barros Borgoño N°71, Providencia, Región Metropolitana.

Ilustración 1: Logo de Tritec Services Spa



Fuente: (Tritec Services, 2021)

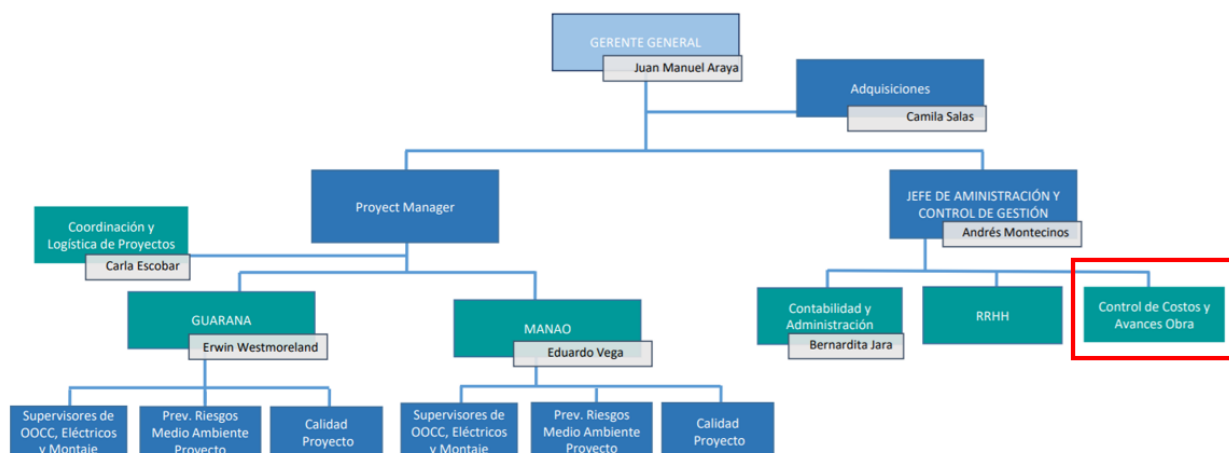
Tritec Intervento contrataría a Tritec Services para la construcción de una porción de los proyectos fotovoltaicos que adjudique. Tritec Services ha trabajado en la construcción de una gran variedad de proyectos, como los proyectos llamados “La Muralla” y “El Membrillo”, ambos proyectos PMGD de 3Mw ubicados en la comuna de San Vicente de Tagua, también trabajó en la construcción de Esfena, un PMGD de 7Mw ubicado en la comuna de Petorca, en Valparaíso, en agosto del 2021, se encuentra trabajando en el proyecto de Quetena de 9Mw, ubicado en Calama. En septiembre del 2021, inicio la construcción de los proyectos PMGD “Manao” y “Guaraná”, ambos proyectos de 3Mw.

Tritec Services, actualmente, se enfoca en la construcción de proyectos PMGD, un proyecto fotovoltaico PMGD corresponde a un parque fotovoltaico con excedentes entre 3Mw y 9 MW, que se conecta al Sistema Interconectado Central para obtener ingresos a partir de estos excedentes de energía eléctrica generada. Estos proyectos presentan varias etapas, de las cuales Tritec Intervento se encarga de realizar el estudio de factibilidad del proyecto, donde se analizan las condiciones del terreno, radiación solar que presenta el terreno a lo largo del año, estudios de topografía, impacto ambiental y viabilidad económica. Luego, realiza estudios de ingeniería, donde se diseñan los planos de las instalaciones y sus requerimientos, después se suministran los equipos, esto corresponde a cotizar, comprar e importar equipos a gran escala, ya sea material estructural como vigas, tubos, soportes motores, paneles fotovoltaicos o material eléctrico como cables, suministros eléctricos, inversores, entre otros. Posteriormente, se lleva a cabo la construcción del proyecto, de acuerdo con los planos de ingeniería, donde Tritec Intervento subcontrata a Tritec Services específicamente para esta tarea y realizar pruebas de calidad. Finalmente, el proyecto debe ser certificado para iniciar su funcionamiento.

1.2 Estructura organizacional

En la Ilustración 2, se muestra el organigrama de administración desde la oficina central en Tritec Services, encabezada por el Gerente General Juan Manuel Araya, de él se desprenden las áreas de Adquisiciones, Administración y Control de Gestión, y el área supervisada por el *Project Manager*, que actualmente cuenta con dos proyectos en construcción, Manao y Guaraná.

Ilustración 2: Organigrama de Tritec Services Spa



Fuente: (Tritec Services, 2021)

- **Gerente General:** responsable final de la gestión de Tritec Services.
- **Jefe de Administración y Control de Gestión:** Control de Gestión, Administración, financiero, de RRHH, Contable de la Cía. y coordinación financiera contable de cierres mensuales con Tritec Intervento.
- **Contabilidad y Administración:** a cargo de la contabilización de costos, ingresos y gastos, análisis de cuentas, presentación de cargos contables y administración de oficina.
- **Recursos Humanos (RRHH):** emisión de documentación laboral (Contrato, anexos, finiquitos), actualización de información en *Previred*, *Softland*, proceso mensual de remuneraciones, actualización de base de datos, entre otros.
- **Control de costos y avance de obra:** emisión de informes de control de costos y avance físico de obras.
- **Adquisiciones:** gestión de compras generales de empresa, emisión de informes de compras búsqueda de nuevos proveedores y contratistas, entre otros.
- **Project Manager:** responsable de la planificación, ejecución y control de costos de proyectos para Tritec Services.
- **Coordinación y logística de proyectos:** coordinador local de inicio y cierre de proyectos, búsqueda de proveedores y contratistas locales, coordinación con oficina central en las compras locales, apoyo en terreno en Recursos Humanos, cierre de HH, acreditación de personal, apoyo remuneraciones, entre otros.
- **Site Manager:** responsable de la construcción de un parque fotovoltaico en su planificación y control de costos.
- **Prevención de riesgos y medioambiente:** responsable en obra de la seguridad de los trabajadores y del medio ambiente ante el cliente y para resguardo legal de Tritec Services.
- **Calidad de proyecto:** responsable de la trazabilidad de la construcción de los parques fotovoltaicos, gestión de procedimientos y protocolos.
- **Supervisores de Obras Civiles (OO.CC.), Eléctricos y Montaje:** responsables de los trabajos específicos de su área y a cargo de personal relacionado a ello.

1.3 Contextualización

En Chile, el mercado de la construcción de proyectos fotovoltaicos PMGD tiene una alta demanda, según el reporte de marzo 2021 de proyectos en construcción e inversión en el sector de energía, solo en el mes de marzo comenzaron a operar 13 nuevos proyectos fotovoltaicos con una capacidad total de 206Mw, 26 proyectos se encuentran en fase de pruebas (459Mw), 66 proyectos se encuentran en fase de construcción (3.261Mw) y 44 fueron admitidos a tramitación, lo que corresponde a una inversión total de USD\$3.183 millones. Adicionalmente, para cada uno, la empresa dueña del proyecto, es capaz de decidir contratar más de una constructora para la contratación del proyecto, por lo tanto, cada constructora negocia una porción del proyecto con la empresa mandante, lo que genera una competitividad dentro de la obra, ya que, si una constructora termina su trabajo primero que otro, puede renegociar una porción adicional de la obra.

1.4 Problemática

Los proyectos PMGD corresponden a proyectos de entre 3Mw a 10Mw de generación de energía, su duración de construcción es de aproximadamente 3 a 6 meses, dependiendo de su magnitud. La empresa tiene la capacidad de trabajar en proyectos en paralelo (entre dos y tres en paralelo), es por esta razón que se puede establecer que tiene una rápida rotación de proyectos a lo largo del año, lo que implica una gran cantidad de negociaciones con sus clientes para adjudicar nuevos proyectos.

La empresa *Tritec Services Spa* adjudica la construcción de proyectos fotovoltaicos mediante licitaciones, estas se hacen a través de listados itemizados, donde se especifican todas las actividades que se realizarán para la construcción del parque fotovoltaico. En el listado itemizado, *Tritec Services* debe proponer un precio al cliente por cada actividad y entregar un precio final, luego, el cliente deberá elegir qué empresa contratar, entre las empresas que buscan adjudicar el proyecto. Además, el cliente puede contratar a más de una empresa para la construcción del parque, en este caso, cada constructora se dedica a las actividades que el cliente defina, lo que produce una competencia entre las constructoras de quien termina primero, para seguir con el trabajo del otro.

Actualmente, para las negociaciones realizadas por el Gerente General y el *Project Manager*, la empresa utiliza precios de proyectos anteriores como referencia y calcula su presupuesto en base a recursos generales que utilizará para la construcción. Por lo tanto, la empresa no cuenta con un método establecido para calcular el costo de las actividades de un proyecto, lo

que es un grave problema para las negociaciones, ya que, los clientes solicitan el precio de cada actividad. Por esta razón, es necesario conocer el costo de construcción de todas las actividades, para saber cuánto se puede bajar el precio de venta de una actividad sin afectar la utilidad del proyecto esperada por la empresa, y así asegurar que todas las actividades tengan margen de ganancias.

Para solucionar esta problemática, se propone establecer un método para el cálculo de costos de los proyectos, debido a que, actualmente, la empresa adjudica los proyectos con un presupuesto ajustado y en caso de eventuales inconvenientes, el margen del proyecto puede disminuir, hasta ser igual a cero, o incluso puede llegar a tener un margen negativo como sucedió con el proyecto Esfena.

Finalmente, se busca comprender completamente todas las variables vinculadas a un proyecto de construcción de un parque fotovoltaico, con el fin de estimar de manera precisa los costos asociados a estos proyectos.

1.5 Objetivo general

Diseñar un sistema información de costos de la construcción de proyectos fotovoltaicos en Tritec Services, a través de herramientas computacionales, para determinar el costo de cada proceso constructivo y establecer los presupuestos para las licitaciones, asegurando un margen de utilidad en cada proceso del proyecto.

1.6 Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de la empresa, mediante herramientas de análisis y diagnóstico, para conocer la situación inicial de la empresa.
- Diseñar un sistema lógico de información de costos enfocado en los elementos de costo de cada proceso, mediante un prototipo programado en *Visual Basic* de Excel, con el fin de elaborar reportes de costos y presupuesto para proyectos fotovoltaicos.
- Realizar evaluación costo-beneficio, social y ambiental, para analizar el impacto que podría tener el proyecto en la empresa.

1.7 Resultados esperados

- Evaluación de la situación inicial de la empresa.
- Diseño lógico para el sistema de costeo, que permita calcular el costo unitario de la construcción de cada actividad dentro de un parque fotovoltaico.
- Prototipo computacional en *Visual Basic Excel* del sistema de información de costos.
- Reporte que contenga el costo y presupuesto de cada actividad de los proyectos.

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA

En este capítulo se plantearán las herramientas a utilizar para el del proyecto y se describirán y evaluarán las metodologías de diseño para el desarrollo del proyecto.

2.1 Marco teórico

Dentro del marco teórico se presentarán las herramientas utilizadas para el diagnóstico de la empresa, junto con conceptos fundamentales de contabilidad y costos, para poder describir en detalle los sistemas de costeo que se evaluarán para el desarrollo de este proyecto. Finalmente, se describen y evalúan metodologías de diseño,

2.2 Métodos de diagnóstico

En primer lugar, se definirán métodos y análisis que se realizarán para conocer la situación inicial de la empresa.

2.2.1 Diagnostico SIGA

El diagnostico SIGA (Autodiagnóstico de situación de gestión actual) es un método de diagnóstico basado en el Modelo chileno de Gestión de excelencia, creado para conocer el estado y nivel de gestión actual de las áreas que componen a la empresa mediante un cuestionario que se debe responder a partir de las practicas que se observan en la empresa. (SISEM, 2021). En la Ilustración 3 se muestran los criterios de evaluación que usa este método.



Fuente: (Sisem, 2018)

En el cuestionario del método SIGA, presente en el Anexo 1, se debe asignar un puntaje del cero al tres, a ocho diferentes criterios, para contestar los criterios del uno al siete se debe usar los puntajes de la Ilustración 4 y para el criterio ocho, se debe usar los puntajes de la Ilustración 5.

Ilustración 4: Tabla de puntuación para criterios del 1 al 7

PUNTAJE	SIGNIFICADO
0	Nunca se ha realizado en la empresa/organización, o se ha realizado una vez en los últimos dos años.
1	Se ha realizado más de una vez y generalmente de la misma forma.
2	Se realiza siempre de manera sistemática, es decir, con una frecuencia establecida (por ejemplo una vez cada 6 meses) y de la misma forma.
3	Se ha evaluado la manera en que se realiza para mejorarla.

Fuente: (Torres, 2012)

Ilustración 5: Tabla de puntuación para criterio 8

PUNTAJE	SIGNIFICADO
0	No existen datos
1	Tiene datos en la mitad de los indicadores relevantes
2	Tiene datos para todos los indicadores relevantes
3	Tiene tendencia positiva los últimos tres años en todos los indicadores relevantes

Fuente: (Torres, 2012)

Finalmente, para interpretar los resultados obtenidos de la encuesta, se deberá sumar el puntaje asignado a las preguntas de todos los criterios y según el puntaje total, se obtendrá un nivel de gestión de acuerdo con la Ilustración 6.

Ilustración 6: Interpretación de resultados para el método SIGA

NIVEL DE GESTIÓN	INTERPRETACIÓN	IMPLEMENTAR	POSTULAR A
BÁSICO (0-50)	La empresa está en los inicios de una gestión de calidad y tiene mucho que ganar al implementar mejores prácticas de gestión con el fin de aumentar su viabilidad	Sistema Escalonado de Mejora Continua SEMC Nivel 1 o Norma Chilena de Gestión para La Pyme NCh 2909	Premio PYME Gestión Competitiva
INICIAL (51-100)	La empresa realiza acciones preliminares en la utilización de prácticas de gestión adecuadas a las exigencias básicas, para que su negocio pueda sobrevivir en el medio. Sin embargo, le falta aplicar de manera más reiterativa las prácticas (sistemáticamente) y analizar los resultados obtenidos para poder mejorar.	Sistema Escalonado de Mejora Continua SEMC Nivel 2 o Gestión de Calidad ISO 9001:2000	Premio PYME Gestión Competitiva

AVANZADO (101-150)	La empresa va rumbo hacia una gestión de excelencia, porque no sólo aplica permanentemente las prácticas necesarias, sino que también las ha evaluado para mejorarlas. Los líderes de la empresa tienen claridad del quehacer de ella, se planifica responsablemente el rumbo que ha de seguir y se involucra al personal como colaboradores y beneficiarios de los planes de acción	Modelo Chileno de Gestión de Excelencia	Premio Nacional a la Calidad (PNC)
-----------------------	--	---	------------------------------------

Fuente: (Sisem, 2018)

2.2.2 Análisis FODA

Este análisis se utiliza para realizar un análisis de la empresa, tanto interno (Fortalezas y Debilidades), como externo (Oportunidades, Amenazas), en la Ilustración 7, se muestra su estructura. Este tipo de análisis representa un esfuerzo para examinar la interacción entre las características particulares del negocio y el entorno en el cual éste compite o competirá. El análisis FODA tiene múltiples aplicaciones y puede ser usado por todos los niveles de la empresa y en diferentes unidades de análisis. Debido a su alto grado de importancia para la elaboración de un buen plan de negocios y la obtención del éxito en tu proyecto. (Entrepreneur, 2010).

Ilustración 7: Análisis FODA



Fuente: (Entrepreneur, 2010)

2.2.3 Matriz FODA cuantitativa

El añadir una técnica cuantitativa al análisis FODA ha mostrado ser de gran valor para las organizaciones, en particular en la información que entrega para realizar la planificación estratégica institucional. La importancia de valor cuantitativa del análisis FODA se desprende de la pregunta ¿siempre debemos intentar mejorar una debilidad que tenga una empresa?, la respuesta es no. Si una debilidad no afecta a la empresa para que aproveche una oportunidad o si esta debilidad no influye en que se active una amenaza no tenemos necesariamente que invertir recursos en tratar de mejorarla. Además, una fortaleza no siempre apoyará en aprovechar oportunidades y enfrentar amenazas. Tomando en cuenta la matriz presente en la Ilustración 8, se deben enfrentar los factores en cada cuadrante asignando un puntaje según la influencia que generan los factores internos, fortalezas ya amenazas, enfrentando a los factores externos, oportunidades y amenazas (Cancino, 2012). Mientras más alto sea el puntaje promedio de las fortalezas versus oportunidades, la fortaleza apoyará en mayor medida a aprovechar la oportunidad, mientras más alto sea el puntaje promedio de las fortalezas versus amenazas, la fortaleza permitirá enfrentar la amenaza de en mayor medida. Mientras más alto sea el puntaje promedio de las debilidades versus oportunidades, la debilidad dificultará en mayor medida aprovechar las oportunidades y mientras más alto sea el puntaje promedio de las debilidades versus amenazas, la debilidad permitirá que se active la amenaza en mayor medida.

Ilustración 8: Matriz de análisis cuantitativo FODA

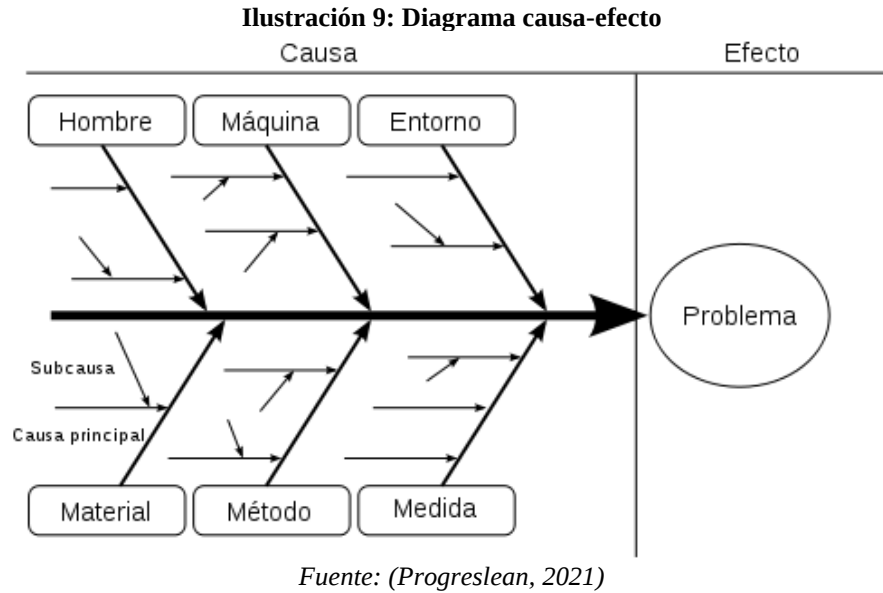
	O1	O2	O3	Promedio	A1	A2	A3	Promedio
F1	7	7	6		3	4	5	
F2	5	2	1		1	2	1	
F3	4	2	3		6	6	7	
Promedio								
D1	5	6	1		4	3	6	
D2	3	5	2		3	4	3	
D3	3	4	3		1	7	5	
Promedio								

Fuente: (Cancino, 2012)

2.2.4 Diagrama causa efecto

El diagrama de causa efecto, también llamado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado es una herramienta que permite representar un problema o enfoque central y sus causas de una forma visual, donde el problema representa la «cabeza del pescado», de la que emerge una espina central. Desde allí se derivan las causas mayores o espinas grandes. A su vez, las espinas

grandes pueden estar conformadas por espinas más pequeñas también llamadas causas menores, como se puede ver en la Ilustración 9. (Ingenioempresa, 2021).



2.3 Contabilidad de costos

Según Polimeni, la contabilidad de costos se encarga principalmente de la acumulación y del análisis de la información relevante para uso interno de los gerentes en la planeación, el control y la toma de decisiones. En las siguientes dos secciones se presentan algunas definiciones de la contabilidad de costos, de acuerdo con la *National Association of Accountants*, pero el aspecto clave para recordar es que las medidas financieras generadas pueden adoptar cualquier forma que la gerencia considere relevante para fines internos (Polimeni, 1997).

2.3.1 Costos y terminología de costos

Los contadores definen el costo como un sacrificio de recursos que se asigna para lograr un objetivo específico. Un costo (como los materiales directos o la publicidad) por lo general se mide como la cantidad monetaria que debe pagarse para adquirir bienes o servicios. Un costo real es aquel en que ya se ha incurrido (un costo histórico o pasado), a diferencia de un costo presupuestado, el cual es un costo predicho o pronosticado (un costo futuro). Cuando se piensa en el costo, invariablemente se piensa en este dentro del contexto de identificar el costo de algo en particular. Llamamos a esto objeto de costos, que es cualquier cosa para la cual se desea una medición de costos. (Horngren, 2012).

El costo se define como el "valor" sacrificado para adquirir bienes o servicios, medido mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en que se obtienen los beneficios. En el momento de la adquisición, el costo en que se incurre es para lograr beneficios presentes o futuros. Cuando se utilizan estos beneficios, los costos se convierten en gastos. Un gasto se define como un costo que ha producido un beneficio y que ha expirado. Los costos no expirados que pueden dar beneficios futuros se clasifican como activos (Polimeni, 1997).

Los gastos se confrontan con los ingresos para determinar la utilidad o la pérdida netas de un periodo. El ingreso se define como el precio de los productos vendidos o de los servicios prestados. En determinadas circunstancias, los bienes o servicios comprados se convierten en algo sin valor, sin haber prestado ningún beneficio. Estos costos se denominan pérdidas y se presentan en el estado de ingresos como una deducción de los ingresos, en el periodo que ocurrió la disminución en el valor. Tanto los gastos como las pérdidas tienen el mismo impacto sobre el ingreso neto; ambos son reducciones. Sin embargo, se presentan por separado en el estado de ingresos, después del ingreso operacional, a fin de reflejar en forma adecuada los valores asociados con cada uno (Polimeni, 1997).

2.3.2 Elementos de costo de un producto

Los elementos de costo de un producto o sus componentes son los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación. Esta clasificación suministra a la gerencia la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación de precio del producto. A continuación, se definen los elementos de costo de un producto:

- **Materia Prima Directa (MPD):** son recursos que se usan en la producción, que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado, fácilmente se asocian con éste y representan el principal costo de materiales en la elaboración del producto.
- **Materia Prima Indirecta:** son aquellos involucrados en la elaboración de un producto, pero no son materiales directos. Estos no pueden ser cuantificados precisamente en la elaboración de un producto y se incluyen como parte de los costos indirectos de fabricación.
- **Mano de Obra Directa (MOD):** es aquella directamente involucrada en la fabricación de un producto terminado que puede asociarse con éste con facilidad y que representa un importante costo de mano de obra en la elaboración del producto. El trabajo de los

operadores de una máquina en una empresa de manufactura se considera mano de obra directa.

- **Mano de Obra Indirecta:** es aquella involucrada en la fabricación de un producto que no se considera mano de obra directa. La mano de obra indirecta se incluye como parte de los costos indirectos de fabricación. El trabajo de un supervisor de planta es un ejemplo de este tipo de mano de obra.
- **Costos Indirectos de Fabricación (CIF):** se utiliza para acumular los materiales indirectos, la mano de obra indirecta y los demás costos indirectos de fabricación que no pueden identificarse directamente con los productos específicos. Ejemplos de otros costos indirectos de fabricación, además de los materiales indirectos y de la mano de obra indirecta, son arrendamiento, energía y calefacción, y depreciación del equipo de la fábrica. Los costos indirectos de fabricación pueden clasificarse además como fijos, variables y mixtos.

2.3.3 Clasificación de costos

Se pueden clasificar los costos según su relación con la producción, se considera costo directo o indirecto según la capacidad de la gerencia para asociarlo en forma específica a órdenes, departamentos, territorios de ventas, etc.

- **Costos directos:** son aquellos que la gerencia es capaz de asociar con los artículos o áreas específicos. Los materiales directos y los costos de mano de obra directa de un determinado producto constituyen ejemplos de costos directos.
- **Costos indirectos:** son aquellos comunes a muchos artículos y, por tanto, no son directamente asociables a ningún artículo o área. Usualmente, los costos indirectos se cargan a los artículos o áreas con base en las técnicas de asignación. Por ejemplo, los costos indirectos de manufactura se asignan a los productos después de haber sido acumulados en un grupo de costos indirectos de fabricación (Polimeni, 1997).

Los costos también se pueden clasificar según su relación con el volumen de producción y se analizan únicamente dentro del rango relevante de una empresa, el cual se describe como aquel intervalo de actividad dentro del cual los costos fijos totales y los costos variables unitarios permanecen constantes.

- **Costos Variables:** Son aquellos en los que el costo total cambia en proporción directa a los cambios en el volumen, o producción, dentro del rango relevante, en tanto que el costo unitario permanece constante. Los costos variables son controlados por el jefe responsable del departamento. Por ejemplo, si los costos variables de los materiales directos son \$100 por unidad de producción, cada vez que la producción incrementa una unidad, el costo variable del material directo aumentará \$100 (Polimeni, 1997).
- **Costos Fijos:** estos costos permanecen constantes en forma total, y son designados dentro del rango de variación de la producción durante cierto periodo de tiempo. Los costos fijos se vuelven cada vez más pequeños sobre una base por unidad, conforme se incrementa la producción (Polimeni, 1997). Por otro lado, el costo fijo por unidad varía con la producción. Más allá del rango relevante de producción, variarán los costos fijos. La alta gerencia controla el volumen de producción y es, por tanto, responsable de los costos fijos (Horngren, 2012).
- **Costos Mixtos:** Estos costos tienen las características de fijos y variables, a lo largo de varios rangos relevantes de operación. Existen dos tipos de costos mixtos: costos semivariables y costos escalonados (Horngren, 2012).
- **Costo semivariable:** este presenta una parte de su costo fija y presenta un cargo mínimo por hacer un artículo o servicio. La parte variable es el costo cargado por usar realmente el servicio (Horngren, 2012).
- **Costo escalonado:** La parte fija de los costos escalonados cambia abruptamente a diferentes niveles de actividad puesto que estos costos se adquieren en partes indivisibles. Por ejemplo, el sueldo de un supervisor de una línea productiva aumenta según el número de trabajadores.

2.4 Sistemas de acumulación de costos

La acumulación y clasificación de datos rutinarios del costo del producto son tareas muy importantes que además demandan mucho tiempo. En general, la acumulación de costos es la recolección organizada de datos de costo mediante un conjunto de procedimientos o sistemas. La clasificación de costos es la agrupación de todos los costos de producción en varias categorías con el fin de satisfacer las necesidades de la administración.

Una cifra que indique el costo total de producción suministra poca información útil acerca de las operaciones de una compañía, puesto que el volumen de producción (y, por tanto, el costo)

varía de periodo a periodo. Así, cualquier denominador común, como los costos unitarios. Una adecuada acumulación de costos suministra a la gerencia una base para pronosticar las consecuencias económicas de sus decisiones.

2.4.1 Sistema de costeo por órdenes de trabajo

El sistema de costeo por órdenes de trabajo es utilizado cuando se produce una variedad de productos o variaciones de un producto, según las especificaciones de los clientes. En este sistema, se emite una orden de trabajo, donde cada producto es controlado por separado, en cada orden de trabajo se solicita una determinada cantidad de unidades de productos para ser elaborados (Polimeni, 1997).

A cada orden de producción que se realice, se le deberá asignar los costos asociados a la producción, por conceptos de mano de obra, materia prima o gastos de producción. Además, a cada tipo de producto se le deberán asignar estos costos según sus características y especificaciones, ya que cada tipo de producto puede diferir en la materia prima utilizada, mano de obra utilizada o gastos generales de fabricación.

Se establece cada una de las cuentas de inventario de trabajo en proceso para cada orden y se cargan con el costo incurrido en la producción de las unidades ordenadas específicamente. El costo unitario para cada orden se calcula dividiendo el costo total acumulado por el número de unidades de la orden en la cuenta de inventario de trabajo en proceso una vez terminada y previa a su transferencia al inventario de artículos terminados. Las hojas de costos por órdenes de trabajo se establecen al comienzo del trabajo y permanecen vigentes hasta que los productos se terminan y transfieren a artículos terminados. Luego la hoja de costos por órdenes de trabajo se extrae del libro mayor auxiliar de trabajo en proceso, posteriormente se procesa y se archiva bajo la denominación de trabajos terminados. Los gastos administrativos y de ventas no se consideran parte del costo de producción de la orden de trabajo y se muestran por separado en las hojas de costos por orden de trabajo y en el estado de ingresos (Polimeni, 1997).

Ventajas:

- Proporciona en detalle el costo de producción de cada orden.
- Se calcula fácilmente el valor de la producción en proceso, representada por aquellas órdenes abiertas al final de un periodo determinado.

- Se puede implementar adicionalmente la utilidad de cada orden o pedido.

Desventajas:

- Su costo administrativo es alto, debido a la forma detallada de obtener los costos.
- Existe cierta dificultad cuando no se ha terminado la orden de producción y se tienen que hacer entregas parciales, debido a que el costo de la orden se obtiene hasta el final del periodo de producción.
- Existe cierta dificultad cuando no se ha terminado la orden de producción y se tienen que hacer entregas parciales, debido a que el costo de la orden se obtiene hasta el final del periodo de producción (ECURED, SF9).

2.4.2 Sistema de costeo por procesos

Este sistema de costeo se utiliza cuando existe una producción de productos homogéneos, que son fabricados mediante métodos de producción continua a gran escala. Es un sistema de acumulación de costos por departamento o centros de costos (Polimeni, 1997). El proceso de producción se divide en departamentos o centros de costos con el fin de identificar todas las etapas por las que debe pasar el producto para ser fabricado, en cada proceso se realiza una transformación específica al producto gracias a la materia prima ingresada al proceso y al trabajo realizado por la mano de obra, hasta llegar al producto final. Un departamento o centro de costos es una división funcional importante en una fábrica, donde se realizan los correspondientes procesos de fabricación. Se establecen cuentas individuales de inventario de trabajo en proceso para cada departamento o proceso y se cargan con los costos incurridos en el procesamiento de las unidades que pasan por éstas.

Ventajas:

- Los costos calculados por este sistema agilizan fijar precios para la venta, lo cual permite recopilar información importante para, hacer un presupuesto que sea sólido.
- Gracias a que se calculan productos similares, el cálculo de sus costos unitarios, se facilita de manera considerable.
- Este sistema de costos es más asequible para empresas industriales, ya que es económico, no necesita de gran inversión de tiempo, y tampoco requiere de gran capacidad técnica por parte del personal, por lo cual es fácil de implantar este sistema de costos, en estas empresas.

Desventajas:

- Este sistema de costos es poco flexible, lo cual puede afectar en los primeros meses del año, que son meses donde las empresas tienen cambios, los cuales pueden afectar el costo de los productos, por lo que el costo estándar no queda seguro ante esta situación.
- Debido a los instrumentos y herramientas que se usan constantemente, implementar este sistema de costos, puede ser caro al principio.
- Este sistema de costos puede ser aprovechado de mejor forma, por las empresas que tienen un control interno excepcional (Miracomosehace, 2021).

El costo unitario se calcula para un departamento dividiendo el costo total acumulado en la cuenta de inventario de trabajo en proceso de ese departamento por la cantidad de sus unidades procesadas y antes de su transferencia a un departamento subsecuente. El costo unitario total del producto terminado es la suma de los costos unitarios de todos los departamentos. Un informe del costo de producción, por departamento, se utiliza para resumir los costos de producción. Los gastos por concepto de ventas y los administrativos no se consideran parte del costo unitario de fabricación del producto y se muestran por separado en el estado de ingresos.

2.4.3 Sistema de costeo directo o variable

Bajo el costeo por absorción, todos los costos indirectos de fabricación, tanto fijos como variables, se tratan como costos del producto. Bajo el costeo directo, sólo los costos indirectos de fabricación que varían con el volumen se cargan a los productos. Es decir, únicamente los costos de los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación variables se incluyen en el inventario. El concepto de costeo directo considera solamente los costos de los materiales, la mano de obra directa y los costos de fabricación variables como costos del producto. Los costos indirectos de fabricación fijos bajo el costeo directo no se incluyen en el inventario. El concepto de costeo directo considera los costos indirectos de fabricación fijos como un costo del periodo. En el costeo directo, los costos fijos se diferencian de los variables no sólo en los informes internos sino también en las diversas cuentas de costo (Polimeni, 1997).

El costeo directo o variable es un enfoque de contribución marginal, donde se proporciona una contribución marginal al considerar los ingresos por las ventas, menos todos los costos variables, incluyendo los costos de administración y ventas variables antes de calcular las utilidades, permitiendo al administrador conocer el impacto que ocasionan los cambios en la demanda de las ventas sobre las utilidades de la operación. Lo anterior permite resaltar la

importancia de los costos fijos totales, en la utilidad de la operación, ya que permite a los administradores resaltar el comportamiento de estos costos en las decisiones de corto y largo plazo (Horngren, 2006). El costeo directo es útil en la evaluación del desempeño y suministra información oportuna para realizar importantes análisis de las relaciones costo-volumen-utilidad.

Si se valúan los inventarios mediante un estado variable, los costos fijos representarán la capacidad de producir o vender, independientemente de que se fabriquen o no los productos, en el costo del producto se incluyen todos los costos de la función productiva, independientemente de su comportamiento (Nubox, 2018).

Ventajas:

- Las compañías que utilizan el costeo variable sufren menos cambios en el costo de los ajustes al inventario.
- Estimar los futuros beneficios a menudo es más fácil con el costeo variable comparado con el costeo absorbente. Una menor cantidad de cambios a los costos del inventario resultará en un registro histórico mejor de los costos reales de producción.

Desventajas:

- No cumple con los principios de contabilidad aceptados generalmente. Mientras las compañías pueden utilizar este método de reporte, los auditores podrían cuestionar el uso del costeo variable.
- Otro problema del costeo variable es la reducción del ingreso neto reportado. Reportar los gastos fijos de producción como gastos del periodo reduce el ingreso neto de cada periodo contable.

2.4.4 Sistema de costeo por absorción

Este sistema de costeo puede tener múltiples enfoques, por órdenes de trabajo, usado cuando se fabrica una variedad de productos, también puede enfocarse en los procesos, cuando se fabrica grandes cantidades de un solo producto o puede estar enfocado en actividades (costeo ABC), donde el cálculo del costo asignado al producto final se toma de todas las partidas de costos y gastos. (Corvo, 2021).

El costeo absorbente es un método de costeo de inventarios donde todos los costos variables de manufactura y todos los costos fijos de manufactura se incluyen como costos inventariables. Es decir, el inventario “absorbe” todos los costos de manufactura. Todos los costos variables de

manufactura son costos inventariables, y todos los costos que no son de manufactura dentro de la cadena de valor (investigación y desarrollo, y marketing), sean variables o fijos, son costos del periodo y se registran como gastos cuando se incurre en ellos (Horngren, 2006).

Ventajas:

- La principal ventaja es que cumple con los principios contables generalmente aceptados y realiza seguimiento de las ganancias con mayor precisión que el costeo variable.
- Cuenta con todos los costos de producción, a diferencia del costeo variable, que solo estima los costos variables.
- El costeo por absorción también proporciona a una empresa una imagen más precisa de la rentabilidad que el costeo variable si todos sus productos no se venden durante el mismo período contable cuando se fabrican.

Desventajas:

- El costo de absorción puede hacer que el nivel de ganancias de una empresa parezca mejor de lo que realmente es durante un período contable determinado. Esto se debe a que todos los costos fijos no se deducen de los ingresos a menos que se vendan todos los productos manufacturados de la compañía.
- El costo de absorción no proporciona un análisis de costo y volumen tan bueno como el costo variable.
- El costo variable es más útil que el costo de absorción si una empresa desea comparar la rentabilidad potencial de diferentes líneas de productos. Es más fácil discernir las diferencias en las ganancias de producir un artículo sobre otro al observar únicamente los costos variables directamente relacionados con la producción (Exonegocios, 2021).

2.4.5 Sistema de costeo estándar

Este sistema se basa en los costos estándares, Polimeni establece que los costos estándares representan costos planeados de un producto y con frecuencia se establecen antes del inicio de la producción. En consecuencia, el establecimiento de estándares proporciona a la Gerencia metas por alcanzar y bases para comparar con los resultados reales.

El costeo estándar se relaciona con el costo por unidad y cumple básicamente el mismo propósito de un presupuesto. Sin embargo, los presupuestos cuantifican las expectativas gerenciales en términos de costos totales más que en términos de costos por unidad. Los costos

estándares no remplazan los costos reales en un sistema de acumulación por costos. Por el contrario, se acumulan los costos estándares y los costos reales. También es útil para el control de costos, a partir de los estándares fijados, se pueden comparar los costos reales con los costos estándar (Polimeni, 1997).

Para calcular el costo estándar unitario de producción se debe establecer el estándar de los componentes físicos y monetarios de la estructura de costo de cada línea de producto que elabora la empresa, lo cual implica realizar estudios técnicos acerca del volumen de producción mensual o capacidad práctica máxima, consumo de materiales directos y horas de mano de obra directa, como así también estudios económicos respecto a precio de compra de materiales, costo por hora de mano de obra directa y total de costos indirectos de fabricación (Horngren, 2012).

Ventajas:

- Permite evaluar el desempeño de la empresa, comparando los resultados esperados mediante el sistema de costeo estándar, con los resultados obtenidos.
- Los costos estándar pueden calcularse con antelación al proceso productivo o al inicio del período contable y determina cada uno de los productos de cada proceso productivo por elemento del costo.
- Buen control de costos y plantación presupuestal

Desventajas:

- Presentan una falta de flexibilidad. Una vez que inicia el año, la empresa puede experimentar cambios que influyen en los costos de los productos, por lo que los resultados del costo estándar quedarían en la incertidumbre frente a situaciones como estas.
- La rentabilidad esperada puede variar con respecto a la rentabilidad obtenida si los costos operacionales suben durante el periodo (Rodriguez, 2018).

2.4.6 Sistema de costeo ABC

El costeo basado en actividades (ABC) mejorará un sistema de costeo al identificar las actividades individuales como los objetos de costos fundamentales. Una actividad es un evento, una tarea o una unidad de trabajo que tiene un propósito especificado, por ejemplo, el diseño de productos, la configuración de las máquinas, la operación de las máquinas y la distribución de productos. Para ayudar en la toma de decisiones estratégicas, los sistemas ABC identifican las actividades de todas las funciones de la cadena de valor, calculan los costos de las actividades individuales y asignan

los costos a los objetos de costos, como los productos y servicios, con base en la mezcla de actividades necesarias para producir cada producto o servicio (Horngren, 2012).

El ABC permite realizar un cálculo de costos más exacto que los modelos tradicionales y además hacer un análisis de procesos que permita su mejoramiento. Este sistema se basa en que los productos consumen actividades y las actividades recursos (costos). Así, si se tiene información de lo que cuesta cada actividad y qué actividades son necesarias para la generación de cada producto, entonces se puede saber cuánto cuesta cada producto a partir de las actividades que lo constituyen (bsginstitute, 2020).

Ventajas:

- Jerarquización diferente del costo de sus productos, reflejando una corrección de los beneficios previamente atribuidos a los productos de bajo volumen.
- El análisis de los beneficios prevé una nueva perspectiva para el examen del comportamiento de los costos.
- Se aumenta la credibilidad y la utilidad de la información de costeo, en la toma de decisiones.

Desventajas:

- Centran exageradamente la atención en la administración y optimización de los costos, descuidando la visión sistémica de la organización.
- Se pueden incrementar las asignaciones arbitrarias de costos, porque los costos son incurridos al nivel de proceso no a nivel de producto.
- Consume gran parte de los recursos en las fases de diseño e implementación.

2.5 Metodologías de diseño de sistema

Dentro del marco teórico se describirán tipos metodología de diseño que podrían ser utilizados para el desarrollo del proyecto, para posteriormente evaluar cual se adapte mejor al enfoque del proyecto. Estas metodologías son: *Desing Thinking*, *Desing Spirit*, *Lean Startup*, *Agile*, *Scrum* y *Kanban*.

2.5.1 Metodología *Design Thinking*

Design Thinking, en español, pensamiento de diseño, es una metodología enfocada en generar innovación, que permite o facilita la solución de problemas, el diseño y desarrollo de productos y servicios de todo tipo y sectores económicos, utilizando para ello equipos altamente motivados, y la innovación y creatividad y siempre teniendo al ser humano como el centro de atención (Itmadrid, 2020).

Por lo general, este es el proceso que ocurre antes de desarrollar un modelo de negocio y, como el resto de las metodologías, es iterativo, esto quiere decir que constantemente la empresa está repitiendo el proceso para analizar los resultados e incorporar nuevas ideas (Russo, 2020).

Suele desarrollarse en los siguientes pasos: empatizar con el cliente, definir sus necesidades y problemas, idear soluciones creativas e innovadoras, crear prototipos y probarlos, como se puede apreciar en la Ilustración 10.

Ilustración 10: Metodología *Design Thinking*



Fuente: (Russo, 2020).

2.5.2 Metodología *Design Sprint*

Esta metodología está enfocada en generar innovación y en testear conceptos con clientes y mercados, se lleva a cabo bajo un esquema y un límite de tiempo, en general cinco días. En este límite de tiempo, el proceso se resume de la siguiente forma: mapear el problema escogiendo el aspecto en el que se enfocará el equipo; dibujar en papel las soluciones competentes; tomar decisiones con respecto a las soluciones planteadas, esto para elaborar hipótesis que puedan ser

probadas; construir el prototipo que refleje todo lo plasmado en la hipótesis y, finalmente, testear el prototipo final con los clientes, como se aprecia en la Ilustración 11. Dado el corto tiempo en el que se desarrolla esta metodología, únicamente se enfoca en buscar solución a una parte del problema (Russo,2021).

Uno de los aspectos que diferencian al *Design Sprint* del *Design Thinking* (con el que se suele comparar mucho) es que, en el primero, es necesario conformar un grupo específico de personas para trabajar los cinco días, en cambio, en el *Design Thinking* la colaboración proviene de diferentes empleados de la empresa y trasciende toda jerarquía.

Ilustración 11: Metodología Design Sprint



Fuente: (Uxables, 2020)

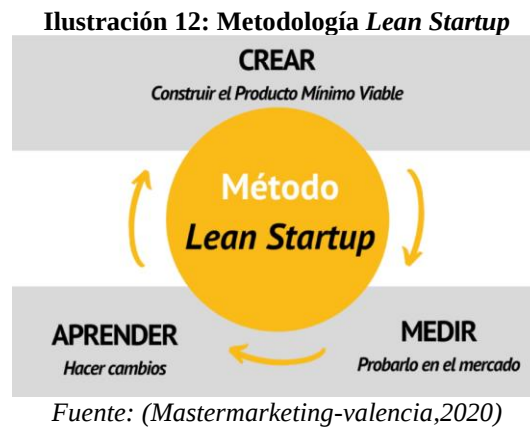
2.5.3 Metodología Lean Startup

Lean Startup está enfocada en testear conceptos con clientes y mercados. La hipótesis central de la metodología *Lean Startup* es que si las compañías startups invierten tiempo en sus servicios y productos de construcción iterativa (centrándose en la satisfacción de los clientes), se podrán reducir los riesgos del mercado. De esta forma, se reducirá enormemente financiación inicial, o los considerables gastos para lanzar un producto (Fernández, 2011).

Se empieza elaborando lo que se conoce como “*canva*” o “lienzo” donde se plasman las suposiciones que tienen los emprendedores del problema y se elaboran hipótesis para resolverlo, éstas intentan validarse a través de la creación de Productos Mínimos Viables.

A pesar de que el proceso no se encuentra limitado a una cantidad de tiempo en específico, sí se ejecuta bajo los pasos de crear el producto, medir la respuesta de los clientes y aprender de los resultados para saber si se continúa con el proyecto ajustándose al mercado o si se pivota. Todo este proceso es iterativo y se estará repitiendo hasta que se tenga el producto que funcione muy

bien con los clientes o hasta que ya no sea viable continuar con él (Russo,2021). En la Ilustración 12 se presenta un diagrama para esta metodología.



2.5.4 Metodología Agile

Esta metodología es utilizada para proyectos de desarrollo. Su nombre resume en parte el objetivo de esta metodología: agilizar. Agilizar toma de decisiones, el trabajo y el desarrollo de software teniendo en cuenta el contexto en todo momento, por lo que no importa en cuál etapa del proceso se está, no habrá problema si ocurren cambios porque la metodología ya contempla mecanismos para adaptarse rápidamente. Cabe destacar que esto no significa hacer las cosas con velocidad, sino optimizar procesos para aumentar la calidad final del producto.

En *Agile* se trabaja por medio de equipos multidisciplinarios y autoorganizados, donde se comparte la toma de decisiones, esto busca generar más valor al producto/servicio. Su diferencia más grande con las demás metodologías es que no necesariamente se debe tener un objetivo final, ya que el proceso está pensado para avanzar de acuerdo con las necesidades del cliente y de la empresa (Russo, 2021).

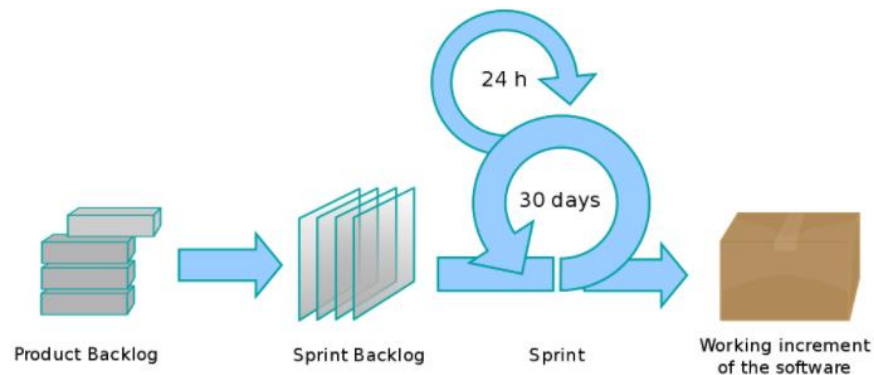
2.5.5 Metodología Scrum

En esta metodología se trabaja a través de ciclos denominados “*sprints*” que suelen tener una duración acordada por el equipo (generalmente menos de 4 semanas) donde se crean los productos o servicios de acuerdo con las prioridades señaladas en los requisitos del *Product Owner*, por lo que las entregas del producto se hacen parcial y regularmente, es decir, que una vez que culmina el *sprint*, se devuelven las tareas no terminadas y se vuelven a seleccionar las prioridades del producto de acuerdo con la nueva lista de requisitos del *Product Owner*; esta selección de

prioridades de los requisitos es el “pull”. Estos equipos de trabajo son autoorganizados y a diario llevan a cabo una reunión de 15 minutos donde se discuten los avances del proyecto. Algunas de estas características, como el “master” o los períodos y ciclos, son compartidas por la metodología de *Design Sprint*. (Russo, 2021). Ver Ilustración 13.

Todo este proceso se puede gestionar de diferentes formas, desde pegar notas de colores “post-it” en una pared o pizarra, hasta con paquetes de softwares. En el primer caso, se suelen colocar tres columnas: trabajo pendiente, trabajo en proceso y hecho. Esta es una característica importada de la metodología *Kanban*.

Ilustración 13: Metodología Scrum



Fuente: (Russo,2021)

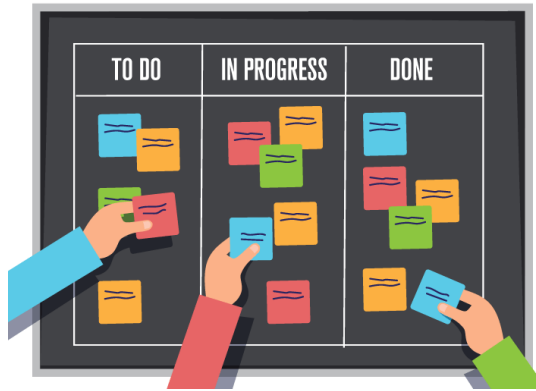
2.5.6 Metodología Kanban

Esta metodología es utilizada para proyectos de desarrollo y consiste en un sistema de tarjetas, como se aprecia en la Ilustración 14, que hace énfasis en la entrega “*Just in Time*” (Justo a Tiempo), metodología adoptada por Toyota para reducir costos. En este caso, se busca informar a los equipos sobre los procesos que se están ejecutando en la empresa y optimizar su flujo de trabajo. Por desarrollarse bajo los principios de la Metodología Ágil, *Kanban* contempla grandes similitudes con *Scrum* (como los equipos autoorganizados), sin embargo, la principal diferencia es que es un proceso continuo, es decir, no se divide en *sprints*. Además, asignar roles es opcional, no se fijan ningún tipo de reuniones y los equipos tienen la alternativa de ser especializados y no multifuncionales.

Al igual que Scrum, se suele visualizar en columnas de trabajo pendiente, trabajo en proceso y hecho, con la diferencia que los elementos de esta nunca se borran, sino que persisten, además

que son modificables. El *pull* de *Kanban* se ejecuta sólo cuando una tarjeta de una columna ha sido completada, por ejemplo, si tenemos varias tareas en proceso, sólo podremos añadir más a esta columna cuando terminemos de realizarlas.

Ilustración 14: Metodología Kanban



Fuente: (Thomas, 2020)

2.6 Selección de metodología de diseño

Para seleccionar la metodología que se utilizará en el desarrollo de este proyecto, se analizarán todas las metodologías de diseño descritas anteriormente, de acuerdo con cuatro criterios.

- **Adaptabilidad:** hace alusión a qué tan flexible es la metodología.
- **Orientación a la empresa:** hace alusión a cuanto se enfoca en mejorar aspectos internos de la empresa.
- **Autonomía:** hace referencia a si la metodología puede realizarse de manera autónoma, sin modificar o pasar por alto ciertos pasos.
- **Duración:** cantidad de tiempo en el que la metodología debe ser aplicada.

2.6.1 Ponderación de criterios

Para determinar la importancia de cada criterio, se asignó una ponderación a cada uno, como se muestra a continuación en Tabla 2, en la Tabla 1, se muestra la descripción de importancia del puntaje que se asignará.

Tabla 1: Descripción de puntajes

Descripción de importancia	Puntaje
Muy relevante	7
Bien relevante	6
Relevante	5
Medianamente relevante	4
Irrelevante	3
Bien irrelevante	2
Muy irrelevante	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Ponderación de criterios

Criterio	Adaptabilidad	Orientación	Autonomía	Duración	Total	Ponderación
Adaptabilidad	0	3	2	2	7	17%
Orientación	4	0	4	5	13	31%
Autonomía	5	3	0	4	12	29%
Duración	5	2	3	0	10	24%

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Evaluación de metodologías

Para evaluar las metodologías, se aplican los criterios ponderados en la Tabla 3 y se asigna una importancia del uno al siete nuevamente.

Tabla 3: Selección de metodologías

Criterio	Ponderación	<i>Design Thinking</i>	<i>Design Sprint</i>	<i>Lean Startup</i>	<i>Agile</i>	<i>Scrum</i>	<i>Kanban</i>
Adaptabilidad	17%	6	6	5	7	6	5
Orientación	31%	7	6	6	5	7	6
Autonomía	29%	6	6	5	6	3	5
Duración	24%	7	1	7	6	6	6
Puntaje Final	100%	6,5	4,8	5,8	5,9	5,5	5,5

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, la metodología *Lean Startup* es una metodología de diseño enfocada en evaluar el impacto que podrían tener productos, servicios o conceptos con clientes y el mercado, por lo tanto, no es compatible con el proyecto, ya que, en este proyecto de mejora no estará enfocado al cliente. Además, el método *Design Sprint*, debe ser realizado en un periodo corto de tiempo, generalmente cinco días, lo que no es compatible con este proyecto, dada su extensa duración.

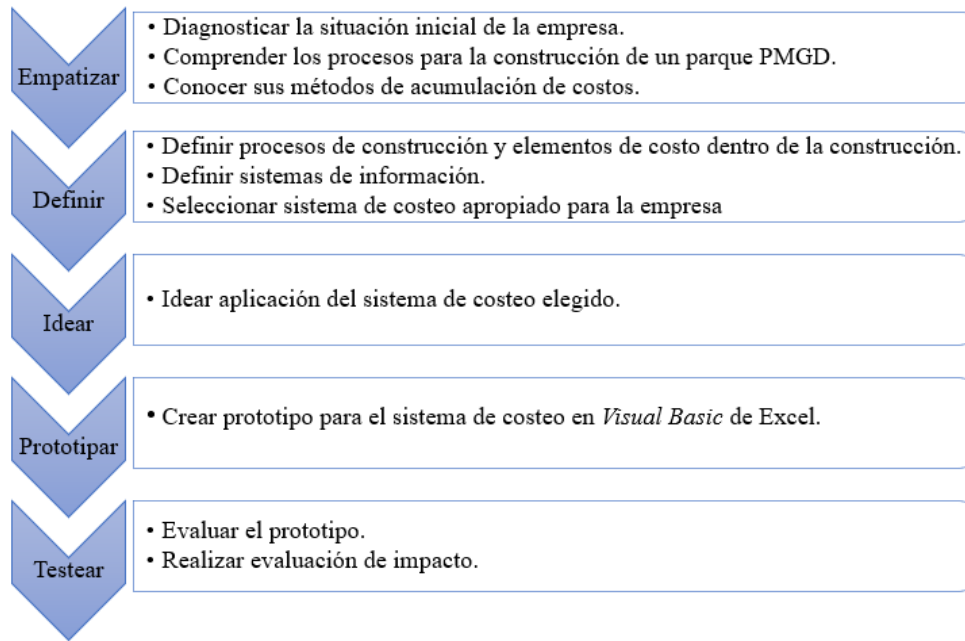
Por otro lado, la metodología *Scrum* plantea que está diseñada para equipos de trabajo, quienes deben participar de reuniones diarias, donde debe existir un moderador, además, sus integrantes tienen distintas habilidades y que trabajan juntos para lograr el objetivo, realizando iteradamente cada actividad. En resumen, una metodología que constantemente precisa de un equipo de trabajo para seguir sus pasos de aplicación, por lo tanto, no es compatible con el proyecto de mejora.

La metodología *Kanban* solo propone trabajar con elementos visuales para lograr terminar cada objetivo a tiempo, además requiere de una estricta planificación, la cual ya está establecida en este proyecto de título en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, además, trabajar de manera visual en este proyecto no presenta un gran aporte, dada su linealidad y tareas ya establecidas.

La metodología *Agile*, es una metodología que se centra en el diseño de software, en la que se planifica, se diseña, se desarrolla, se pone a prueba, se revisa y se implementa un software, por lo tanto, se centra solo en el producto final y deja de lado elementos esenciales para este proyecto, como conocer a la empresa, conocer sus necesidades, su manera de trabajar, sus fortalezas y debilidades.

Finalmente, la metodología con el puntaje más alto en la evaluación fue la metodología *Design Thinking*, la cual, se enfoca en las necesidades de la empresa, ya que, su primer punto es empatizar, lo que permite conocer la situación inicial de la empresa, además, esta metodología permite definir elementos esenciales para el desarrollo del proyecto, en este caso, se pueden definir elementos de costo y procesos de la construcción. En la Ilustración 15 se muestra cómo se aplicará la metodología *Design Thinking* y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la programación de actividades en el tiempo.

Ilustración 15: Pasos a seguir de la metodología *Design Thinking*



Fuente: Elaboración propia

2.7 Prototipo Computacional

Como complemento del sistema de información de costos, se diseñará un prototipo computacional, que contenga este sistema, con el fin de facilitar el ingreso de datos requeridos, a través de formularios, automatizar el cálculo de costos y entregar reportes con información acerca de los presupuestos. Este prototipo se creará con *Visual Basic* del *software* Excel.

2.8 Evaluación costo – beneficio

Finalmente, se evaluarán y analizarán los beneficios que tendría la posible implementación del prototipo en la empresa, en relación con los costos que implica la confección del prototipo, junto con su utilización, mantención y actualización de funciones o elementos de costos.

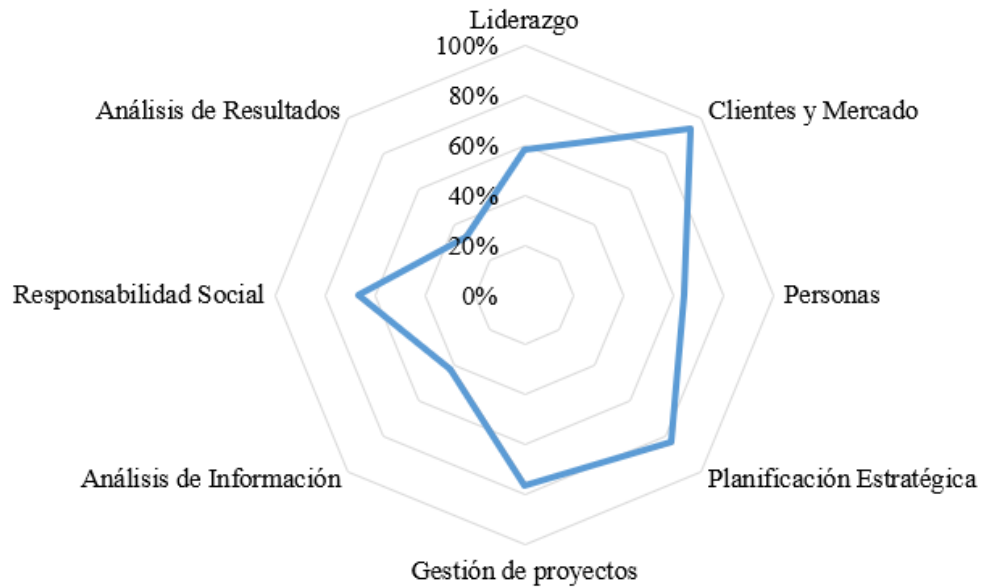
CAPÍTULO 3: FORMALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

“En este capítulo, se evaluará la situación actual de la empresa y se darán a conocer sus sistemas de información y procesos constructivos”

3.1 Diagnostico Siga

Para realizar el método de diagnóstico SIGA, se procedió a evaluar a la empresa con la ayuda del personal de Administración, mediante la encuesta presente en el Anexo 1, en el Anexo 2 se muestra el puntaje dado a cada ítem. De la encuesta, se obtuvo un resultado de 97 puntos en el total de un máximo de 168 puntos. En el Gráfico 1, se muestra los resultados porcentuales obtenidos en cada criterio, en el Anexo 3, se muestra el detalle de la puntuación.

Gráfico 1: Resumen de resultados de encuesta SIGA



Fuente: Elaboración propia

Dado el resultado obtenido, se puede establecer que la empresa posee un nivel de gestión inicial, según el cuadro de interpretación de resultados que se muestra anteriormente en la Ilustración 6, ya que la empresa obtuvo un puntaje entre 51 y 100, por lo tanto, está muy cerca de alcanzar un nivel de gestión avanzado.

Su punto más fuerte es el de clientes y mercado, ya que la empresa tiene altos estándares de calidad, está constantemente en contacto con el cliente y realiza la construcción 100% de acuerdo con las especificaciones del cliente, acogiendo sugerencias y reclamos constantemente, además, resuelve sus reclamos con prontitud.

También destaca positivamente, la planificación estratégica, debido a que la empresa planifica detalladamente sus proyectos, para cumplir con los plazos y fecha de término estipulada

por el cliente. Adicionalmente, planifica los costos que pueden incurrir en el proyecto a través de un presupuesto.

Sus puntos más débiles son análisis de información y resultados, esto se debe a que la empresa no ha analizado en gran medida la información de proyectos anteriores para mejorar en proyectos futuros, y a que la empresa no cuenta con indicadores que midan la satisfacción de clientes, la satisfacción del personal y tampoco con indicadores de desempeño para sus proveedores. Su bajo puntaje en estos criterios se debe principalmente a que la empresa existe desde diciembre de 2019, además, es importante mencionar, que, en diciembre de 2020, la empresa sufrió un cambio completo en el personal de administración, el cual reorganizó la empresa y se enfocó únicamente en la construcción de parques fotovoltaicos PMGD, ya que anteriormente, también se enfocaba en proyectos de menor escala de instalación de paneles fotovoltaicos en empresas o industrias.

3.2 Análisis FODA

Como herramienta de diagnóstico de la empresa, se utilizó el análisis FODA, para reconocer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, en la Tabla 44, se describen estas características.

Tabla 4: Matriz FODA

Fortalezas: • Fidelidad de cliente. • Capacidad para construir proyectos en paralelo. • Manejo de ratios constructivos.	Oportunidades: • Abrir líneas de crédito con nuevos proveedores. • Adquirir maquinaria, oportunidad de arriendo. • Subcontratar personal con sueldo variable por avance físico en obra
Debilidades • Comunicación deficiente con el personal de obra. • Deudas y garantías. • Deficiente control de costos.	Amenazas • Posible incorporación de competidores a una obra en construcción. • Competidores con precios bajos. • Alza de precios de materiales de construcción y maquinaria

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1 Fortalezas

- **Fidelidad de Cliente:** al ser parte del grupo Tritec, Tritec Intervento acudirá a Tritec Services para la construcción de proyectos PMGD. Tritec Services considera como principal cliente a Tritec Intervento, ya que Intervento es capaz de adjudicar una gran cantidad de proyectos (mayor a la cantidad de proyectos que Tritec Services es capaz de construir) y subcontrata a constructoras para que se encarguen de la construcción de los PMGD, gracias a esto, Tritec Services ha podido mantenerse siempre con proyectos en ejecución.
- **Capacidad de construir proyectos en paralelo:** la empresa tiene capacidad para construir distintos proyectos PMGD al mismo tiempo, de los cuales ha llegado a tener hasta tres proyectos en paralelo, esto representa una fortaleza, debido a que los estados de pago recibidos se cobran por actividades generales completadas al 100%, lo que significa que, si un proyecto no presenta avances durante un tiempo, no genera ingresos durante este tiempo. Por lo tanto, realizar proyectos en paralelo, genera un flujo de ingresos más constante, debido a que la empresa contará con una mayor cantidad de hitos de pago.
- **Manejo de ratios constructivos:** el Gerente General, junto con el *Project Manager*, manejan el tiempo que deberían durar las actividades, dadas sus condiciones, y manejan los rendimientos que deberían tener los maestros y maquinarias durante la construcción del parque fotovoltaico. El manejo de ratios constructivos es extremadamente útil para la planificación de actividades, además, se conocen perfectamente por el Gerente General y el *Project Manager* los procesos y secuencias constructivas para los parques fotovoltaicos, por lo tanto, se logra una buena planificación para la realización del proyecto. La programación de actividades se realiza mediante Microsoft *Project*, para entregar la carta Gantt al cliente y fijar una fecha de término, y también se utiliza para llevar un control interno del avance del proyecto, junto con una planificación bisemanal.

3.2.2 Oportunidades

- **Abrir líneas de crédito con nuevos proveedores:** actualmente, la empresa cuenta con líneas de crédito con 2 proveedores, con estos proveedores puede pagar a 30 días. La empresa tiene la oportunidad de abrir nuevas líneas de crédito con distintos proveedores,

para poder pagar las compras a un plazo definido de 30 o 60 días y para agilizar compras de materiales de hormigón, áridos, herramientas o elementos de protección personal.

- **Adquisición de maquinaria:** para todo proyecto PMGD, es necesario utilizar una gran cantidad de maquinarias, tales como retroexcavadoras, perforadoras, hincadoras, manipuladores telescópicos, camión pluma, entre otros. Actualmente, la empresa debe arrendar la maquinaria para realizar la construcción de cada proyecto, lo que encarece el precio de venta de los proyectos, ya que se requiere de un presupuesto más elevado para el arriendo de maquinaria. Además, en caso de inconvenientes que retrasen una actividad que requiera maquinaria, el periodo de arriendo deberá ser extendido hasta el término de dicha actividad. Por lo tanto, si Tritec Services adquiere maquinaria, no sufriría el riesgo de extensión de arriendo de maquinaria y disminuiría el riesgo de no lograr encontrar maquinaria para la fecha requerida. Adicionalmente, la empresa, al adquirir maquinaria, tiene la opción de arrendar su maquinaria durante los periodos en los que no se esté utilizando en una obra.
- **Subcontratación con sueldo variable por avance físico en obra:** actualmente, los maestros son contratados mediante contratos a plazo fijo de tres meses con un sueldo fijo. Este tipo de contrato ha provocado que no se cumplan los rendimientos esperados por el *Project Manager*, por consiguiente, existe la oportunidad de subcontratar personal a empresas externas que prometan cumplir un rendimiento establecido en la obra, y al mismo tiempo se pueda negociar un sueldo variable por avance físico de la obra, podría mejorar los rendimientos del personal dentro de la obra.
- **Desarrollar sistema de costeo para calcular presupuestos:** un sistema de costeo que calcule detalladamente el presupuesto para los proyectos es una herramienta que podría ser muy útil para la empresa, ya que, al tener un presupuesto detallado, se pueden realizar mejores negociaciones, debido a que se conocerá el costo de realizar cualquier actividad. Además, calcular el presupuesto de esta manera, dará la posibilidad de llevar un control de costos detallado a partir del presupuesto.

3.2.3 Debilidades

- **Comunicación deficiente con el personal de terreno:** durante la construcción de los proyectos, no existe una buena comunicación de los avances realizados en obra o de los eventuales problemas con los que se enfrenta el personal de terreno, lo que provoca que el

personal de administración, que se encuentra en la oficina central, se entere tarde de los problemas, por ende, las decisiones para solucionarlos se toman demasiado tarde.

- **Deudas y garantías:** Tritec Services, a lo largo de sus dos años de existencia, ha trabajado en dos proyectos en los cuales los costos de operación han sido muy altos, más altos que los ingresos obtenidos por estos proyectos, lo que ocasionó que, durante un periodo de tiempo, fuera incapaz de pagar sus deudas a corto plazo y que tuviera problemas para pagar a tiempo a sus proveedores. Para solucionar este problema, Tritec Intervento entregó garantías a Tritec Services, para que lograra pagar sus deudas y para que pudiera seguir operando.
- **Deficiente control de costos:** en la empresa, existe un presupuesto para mano de obra, maquinaria, materiales, insumos, etc. A partir de este presupuesto el *Project Manager* realiza un control de costos mensual, lo que no es suficiente para controlar los costos que pueden surgir en un proyecto. además, los *Site Manager*, no tienen pleno conocimiento de sus presupuestos y no son informados regularmente de los costos totales de la obra ni del estado financiero del proyecto.

3.2.4 Amenazas

- **Posible incorporación de competidores a una obra en construcción:** durante la construcción de un proyecto fotovoltaico, el cliente es libre de contratar a una empresa externa para realizar trabajos dentro de la obra para aumentar el rendimiento y terminar antes el proyecto. Si esto llegase a ocurrir, significaría una renegociación con el cliente, lo que afecta en gran medida el precio de venta acordado inicialmente, ya que, el cliente pagará un proporcional del total del contrato por los trabajos realizados por Tritec Services.
- **Competidores con precios bajos:** una fuerte amenaza son los competidores de Tritec Services, ya que se debe competir constantemente con ellos para adjudicar proyectos de construcción de parques fotovoltaicos PMGD, además, durante las negociaciones, los competidores pueden llegar a ofrecer al cliente precios más bajos que los que Tritec Services había ofrecido inicialmente, por lo tanto, Tritec Services, debe bajar sus precios para poder competir y adjudicar el proyecto, lo que provoca obtener una menor utilidad que la esperada inicialmente, ya que se mantienen los costos de operación y disminuye el precio de venta acordado con el cliente. También es importante mencionar que, al disminuir el precio de venta de la construcción de los proyectos, la empresa se verá obligada a trabajar

con un presupuesto ajustado, por lo que tiene que seguir estrictamente la planificación programada según el presupuesto. Por otro lado, seguir esta planificación no siempre es posible, ya que durante la construcción pueden surgir imprevistos que vuelvan imposible seguir la planificación, por ejemplo, encontrarse con grandes rocas durante las excavaciones o incluso ductos de agua, estos imprevistos pueden retrasar la obra.

- **Alza de precios en materiales de construcción:** en los últimos años el precio de los materiales de construcción ha subido drásticamente. Según el Índice de Precios de Materiales e Insumos de Construcción (IPMIC) elaborado por el INE los costos de materiales e insumos ha sufrido un crecimiento de un 6% en promedio desde febrero del 2020 a febrero del 2021 (INE, 2021). Dentro de los materiales que debe adquirir Tritec Services, el precio de productos metálicos de uso estructural ha subido en un 7%, el precio del hormigón ha aumentado en un 12%, el precio de la madera ha aumentado en un 10,8% y los productos de hierro y acero han aumentado un 9,8%. Esta constante alza en los precios de estos materiales es una fuerte amenaza para la empresa, considerando que esta gran alza se dio solamente en el periodo de un año.

3.2.5 Matriz FODA cuantitativa

Para realizar la matriz FODA cuantitativa se enfrentaron los factores endógenos de Tritec Services versus sus factores exógenos, con el fin de identificar como se puede tomar ventaja de las oportunidades para enfrentar a las amenazas. Como se puede observar en la Tabla 5, luego de enfrentar estos factores asignando un puntaje, se calcula el promedio de cada factor.

- **Fortalezas versus Oportunidades:** al enfrentar las fortalezas con las oportunidades, se obtuvo como resultado que la fortaleza de construir proyectos en paralelo es la que genera un mayor impacto para aprovechar las oportunidades, con un puntaje de 6,3, con esta fortaleza se puede aprovechar especialmente la oportunidad de subcontratar personal con sueldo variable por avance físico de la obra, ya que, al trabajar en varios proyectos en paralelo, aumenta la necesidad de personal, el cual puede ser subcontratado y en prometería mejores rendimientos de los que se tiene actualmente.
- **Fortalezas versus amenazas:** al enfrentar las fortalezas con las amenazas, se obtuvo con un promedio de 6,0 que la principal fortaleza para enfrentar las amenazas es la de fidelidad del cliente, el cual es Tritec Intervento, esta fortaleza permite enfrentar de mejor manera las

amenazas de posible incorporación de competidores a la obra y competencia con precios bajos, ya que, Tritec Intervento, al pertenecer al mismo grupo de empresas que Tritec Services, tomara en cuenta en primer lugar contratar y trabajar junto con Tritec Services, pero no es siempre de esta manera, ya que, si Services presenta atrasos en la construcción, Intervento incorporará competidores a la obra. Por otro lado, en las licitaciones de proyecto, si existen competidores con precios mucho más bajos que los de Services, Intervento optara por trabajar con el competidor.

- **Debilidades versus oportunidades:** las debilidades que dificultan en mayor medida tomar las oportunidades son las de deficiente control de costos y deudas y garantías, ya que, no permitirán que la empresa abra líneas de créditos con nuevos proveedores y tampoco permitirán a la empresa adquirir maquinaria, debido a que no tiene capacidad de inversión. Esta debilidad afecta principalmente a la oportunidad de abrir líneas de crédito con nuevos proveedores, ya que, si la empresa no es capaz de pagar sus deudas a corto plazo, los proveedores no estarán dispuestos a abrir estas líneas de crédito.
- **Debilidades versus amenazas:** la debilidad que aumenta el riesgo de las amenazas en mayor medida es la debilidad de deficiente control de costos, ya que esto podría provocar que la empresa gaste más de lo presupuestado, quedándose sin los medios para pagar a proveedores y seguir realizando las actividades. Esta debilidad es capaz de activar la amenaza de incorporación de competidores a la obra, ya que esta debilidad es la mayor causa de retraso de la obra y si existe un retraso significativo, el cliente es capaz de contratar una empresa adicional para terminar la obra lo antes posible.

Tabla 5: Matriz análisis FODA cuantitativo

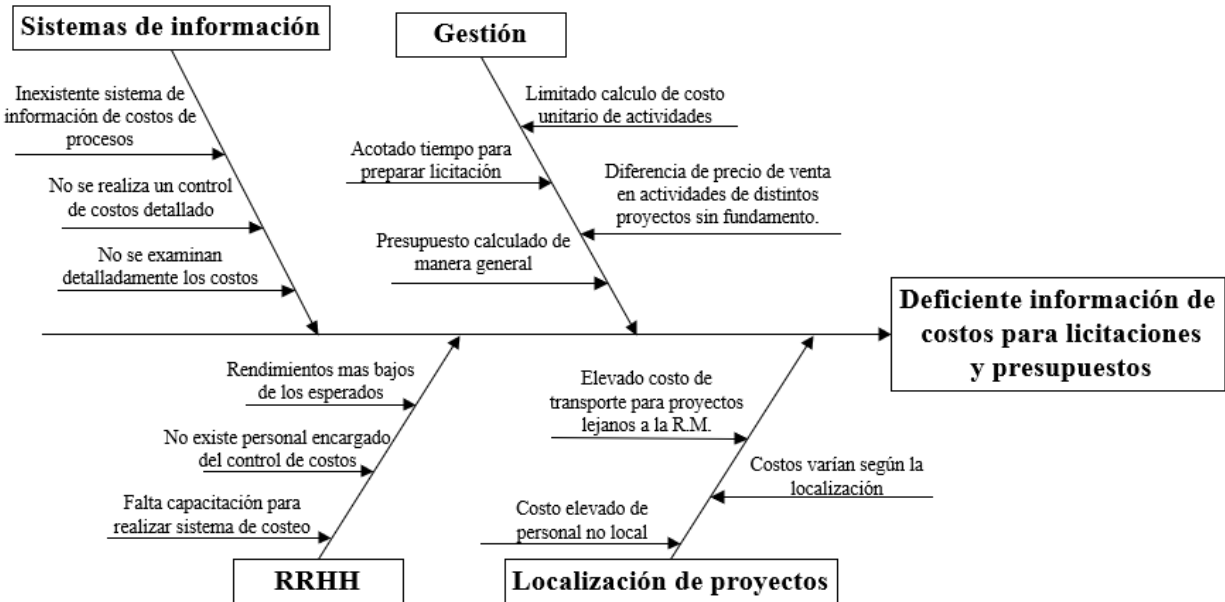
Matriz FODA cuantitativa		Oportunidades				Amenazas			
		Abrir líneas de crédito con nuevos proveedores	Adquirir maquinaria, opción de arriendo	Subcontratar personal	Promedio	Posible incorporación de competidores a obra	Posibles precios bajos de la competencia	Alza del costo de materiales	Promedio
Fortalezas	Fidelidad de cliente	5,0	3,0	3,0	3,7	7,0	7,0	4,0	6,0
	Capacidad de construir proyectos en paralelo	6,0	7,0	6,0	6,3	5,0	5,0	2,0	4,0
	Capacidad de establecer ratios constructivos	3,0	7,0	3,0	4,3	4,0	4,0	3,0	3,7
	Promedio	4,7	5,7	4,0		5,3	5,3	3,0	
Debilidades	Deficiente comunicación con el personal de terreno	3,0	3,0	6,0	4,0	6,0	3,0	3,0	4,0
	Deudas y garantías financieras	5,0	7,0	4,0	5,3	6,0	3,0	5,0	4,7
	Deficiente control de costos	5,0	6,0	5,0	5,3	7,0	5,0	6,0	6,0
	Promedio	4,3	5,3	5,0		6,3	3,7	4,7	

Fuente: Elaboración propia

3.3 Aplicación de diagrama causa-efecto

Para la aplicación del diagrama causa-efecto, se utilizó como eje central, la deficiente información de costos para las licitaciones y presupuestos, en la Ilustración 16, se muestra la aplicación de esta metodología.

Ilustración 16: Diagrama causa-efecto



Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar y analizar el diagrama causa-efecto, se pudo identificar que uno de los principales problemas es que no se analiza la información de costos y que no existe un sistema de información de costos para identificar los costos de los procesos, además, en las licitaciones, existen diferencias en el precio de venta de algunas actividades de distintos proyectos, lo que podría significar un error de cálculo en la asignación del precio de estas actividades.

Por otro lado, no existe personal para analizar e interpretar la información de costos y falta capacitación para realizar un sistema de costeo de los proyectos, además, los rendimientos de avance de obra son más bajos de lo esperado por la empresa, por lo tanto, los rendimientos de obra reales no son iguales a los rendimientos tomados en cuenta para licitar los proyectos.

Finalmente, la localización de construcción de los proyectos puede impactar fuertemente los presupuestos creados a partir de las licitaciones, dado que los costos de operación varían en gran medida según el territorio o región del país en la que se encuentre el proyecto. Esto provoca que no se pueda utilizar la misma información de costo en todos los lugares del país.

3.4 Método de cálculo de presupuesto

Actualmente, los presupuestos de los proyectos se calculan de manera general, considerando la cantidad y el tiempo total que se utilizarán recursos como mano de obra, arriendo de maquinaria,

equipos y otros arriendos que se deberán implementar en el proyecto. Además, se considera la cantidad total de materiales que se utilizará en la obra, tales como hormigón, áridos, madera, elementos de protección personal, materiales de obras civiles y materiales eléctricos. Dentro del presupuesto, también se incluye un monto correspondiente a caja chica, el cual considera posibles costos por materiales de ferretería, combustible o gastos por imprevistos, en la Ilustración 17 se muestra la manera en que se calcula el presupuesto de la mano de obra y en la Ilustración 18 se muestra cómo se calcula el presupuesto para materiales y movilización.

Ilustración 17: Presupuesto para mano de obra

	Sueldo	Meses	Total
A.3 Equipo Mecánico	\$12.480.000		\$12.480.000
A.3.1 Cuadrilla Montaje Mecánico 1	\$12.480.000		\$12.480.000
14 Supervisor de Montaje 1	\$1.430.000	1,00	\$1.430.000
15 Maestro Mecánico 2	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
16 Maestro Mecánico 3	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
17 Maestro Mecánico 4	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
18 Maestro Mecánico 5	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
19 Maestro Mecánico 6	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
20 Maestro Mecánico 7	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
21 Maestro Mecánico 8	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
22 Maestro Mecánico 9	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
23 Maestro Mecánico 10	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
24 Maestro Mecánico 11	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
A.4 Equipo Eléctrico	\$16.640.000		\$18.720.000
A.4.1 Cuadrilla Eléctrica 1 (BT)	\$8.320.000		\$10.400.000
25 Supervisor Eléctrico 1	\$1.690.000	1,25	\$2.112.500
26 Maestro Eléctrico 2	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
27 Maestro Eléctrico 3	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
28 Ayudante Eléctrico 4	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
29 Ayudante Eléctrico 5	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
30 Ayudante Eléctrico 6	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
31 Ayudante Eléctrico 7	\$1.105.000	1,25	\$1.381.250
A.4.2 Cuadrilla Eléctrica 2 (MT)	\$8.320.000		\$8.320.000
32 Supervisor Eléctrico 6	\$1.690.000	1,00	\$1.690.000
33 Maestro Eléctrico 7	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
34 Maestro Eléctrico 8	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
35 Ayudante Eléctrico 9	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
36 Ayudante Eléctrico 10	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
37 Ayudante Eléctrico 11	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
38 Ayudante Eléctrico 12	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
A.5 Equipo Obras Civiles	\$8.060.000		\$8.060.000
39 Supervisor OO.CC	\$1.430.000	1,00	\$1.430.000
37 Maestro M1 1	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
38 Maestro M1 2	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
39 Maestro M1 3	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
40 Ayudante 6	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
41 Ayudante 7	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000
42 Ayudante 8	\$1.105.000	1,00	\$1.105.000

Fuente: Tritec Services

Ilustración 18: Presupuesto para movilización y materiales

				Valor Mes	Meses	Total
C	Movilización	Equipo Completo		\$7.308.000		\$13.590.000
	1 Camioneta 1	PM		\$876.000	3,00	\$2.628.000
	2 Camioneta 2	ADM Obra		\$876.000	3,00	\$2.628.000
	3 Camioneta 3	Topo		\$876.000	2,00	\$1.752.000
	4 Vehiculo 4	OO.CC		\$876.000	1,00	\$876.000
	5 Vehiculo 5	MM		\$1.176.000	1,50	\$1.764.000
	6 Vehiculo 6	Elec		\$876.000	1,50	\$1.314.000
	Vehiculo 6	Elec		\$876.000	1,50	\$1.314.000
	Vehiculo 6	Elec		\$876.000	1,50	\$1.314.000
				Valor unitario	cantidad	Total
D	Materiales Obras Civiles y Eléctricos			\$13.457.930		\$31.284.753
	Arena (m3)			\$20.440	562,6	\$11.499.544
	Grava (m3)			\$22.500	4,0	\$90.000
	Solerillas			\$5.000	30,0	\$150.000
	Rejillas			\$97.582	8,7	\$847.988
	Hormigón G20			\$99.000	36,0	\$3.564.000
	Hormigón G10			\$99.000	1,3	\$124.097
	Fe			\$1.885	660,7	\$1.245.328
	Moldaje			\$22.523	25,9	\$583.796
	Laboratorio Hormigón G20			\$90.000	2,0	\$180.000
	Materiales Eléctricos BT			\$8.000.000	1,0	\$8.000.000
	Materiales Eléctricos MT			\$5.000.000	1,0	\$5.000.000

Fuente: Tritec Services

3.5 Sistemas de Información

Como principal sistema de información, la empresa usa el *software Softland*, el cual es un sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), utilizado para recibir facturas electrónicas, realizar la contabilidad y emitir órdenes de compra a proveedores. Este *software* es utilizado por Camila Salas (Adquisiciones) para emitir órdenes de compra, las cuales deben ser aprobadas por Andrés Montecinos (Jefe de Administración y Control de Gestión), una vez aprobadas las órdenes de compra, pueden ser enviadas a los proveedores y una vez que se factura la compra, Bernardita Jara (Contabilidad y Administración), debe ingresar las facturas al sistema, para llevar el registro contable.

El informe P&L, es un archivo Excel, que lee la información del libro mayor descargado desde *Softland*, para organizar la información a través de una tabla dinámica. Previamente, el archivo P&L asigna el nombre a cada centro de costo, asigna el nombre a las cuentas de los centros de costos y separa las cuentas en ventas, costos y gastos. En la Ilustración 19, se muestra el formato del informe P&L de los centros de costos de *Tritec Services*, en la Ilustración 20, se muestra formato del detalle en que se pueden visualizar las cuentas. Como se puede apreciar, existe la herramienta para visualizar en detalle los registros de costos del libro mayor de *Tritec Services*, pero no es utilizado de esta forma, ya que, es utilizado solo para realizar el estado de resultados al final de cada semana.

Ilustración 19: Formato de informe de costos P&L

Año	0
CLASIFICACIÓN ÁREA	(Todas)
TIPO MONTO	REAL
NOMBRE CECO ÁREA	(Varios elementos)
MES	(Todas)
Fecha	(Todas)



CUENTA	1. Ventas	2. Costos	3. Gastos	TOTAL ACUM
+ Administracion				
+ QUETENA				
+ AESGENER				
+ WATTS OSORNO				
+ AGROSISA				
+ DIEGO DE ALMAGRO				
+ PETORCA				
+ BOLERO				
TOTAL ACUM				

Fuente: (Tritec-Intervento, 2021)

Ilustración 20: Formato del detalle de cuentas P&L

Centros de Costo	1. Ventas	2. Costos	3. Gastos	Total general
+ Administracion				
+ AESGENER				
+ AGROSISA				
+ BOLERO				
+ DIEGO DE ALMAGRO				
+ GASCO BELLOTO				
+ GASCO TALCA				
+ LA MURALLA				
+ MEMBRILLO ET				
+ PETORCA				
- QUETENA				
+ ALIMENTACION				
+ ALIMENTACION EN TERRENO				
+ ALOJAMIENTO				
+ ARRIENDO MAQUINARIA Y EQUIPOS				
+ ARRIENDO OFICINA				
+ ARRIENDO VEHICULOS				
+ COMBUSTIBLE				
+ CORRESPONDENCIA				
+ COSTO EVALUACIONES MEDICAS				
+ COSTOS DE INSTALACION DE FAENA				
+ COSTOS DE VENTAS				
+ EPP				
+ ESTACIONAMIENTO				
+ FERRETERIA				
+ FLETES				
+ GASTOS GENERALES				
+ H.H QUETENA				
+ HONORARIOS PROFESIONALES				
+ INSUMOS COMPUTACIONALES				
+ INSUMOS DE OFICINA				
+ MANTENIMIENTO Y REPARACION				
+ MANTENIMIENTO Y REPARACION DE VEHICULOS				
+ PASAJES Y TRASLADOS				
+ PEAJES , TAG Y GPS				
+ SUELDO BASE				
+ TELEFONO Y INTERNET				
+ VACACIONES				
+ VENTAS NACIONALES				

Fuente: (Tritec-Intervento, 2021)

3.6 Conclusión de diagnóstico

Según los resultados obtenidos en la metodología SIGA, la empresa posee un nivel de gestión inicial, muy cercano a ser un nivel de gestión avanzado (2 puntos), el cual se alcanzaría solo creando una misión y una visión de la empresa. Además, la empresa tiene mucho que mejorar en el análisis de información y resultados, si bien, existen herramientas para visualizar los costos de cada proyecto (P&L), no se realiza un control de costo de los proyectos, dado que se requiere personal adicional para esta tarea.

Por otro lado, las licitaciones de proyecto no se realizan de manera óptima, ya que no se realiza el cálculo del costo unitario de todas las actividades, porque existe un limitado periodo de tiempo para realizar la licitación y no se dispone de personal que se enfoque a analizar detalladamente el costo de todas las actividades presentes en el listado de la licitación. Además, en las licitaciones de proyecto, existen diferencias en el precio de una misma actividad en proyectos distintos y aunque la actividad no sea totalmente idéntica en los dos proyectos, presentan diferencias injustificadas en el precio. Adicionalmente, existen distintos factores menos controlables que pueden ocasionar que en la licitación no se estimen los costos que corresponden, por ejemplo, la contratación de nuevo personal que en la práctica posee rendimientos menores a los previstos o que un nuevo proyecto adjudicado se localice en una región de Chile en la que la empresa nunca ha trabajado, lo que podría provocar que los costos reales de operación varíen en relación con los costos previstos.

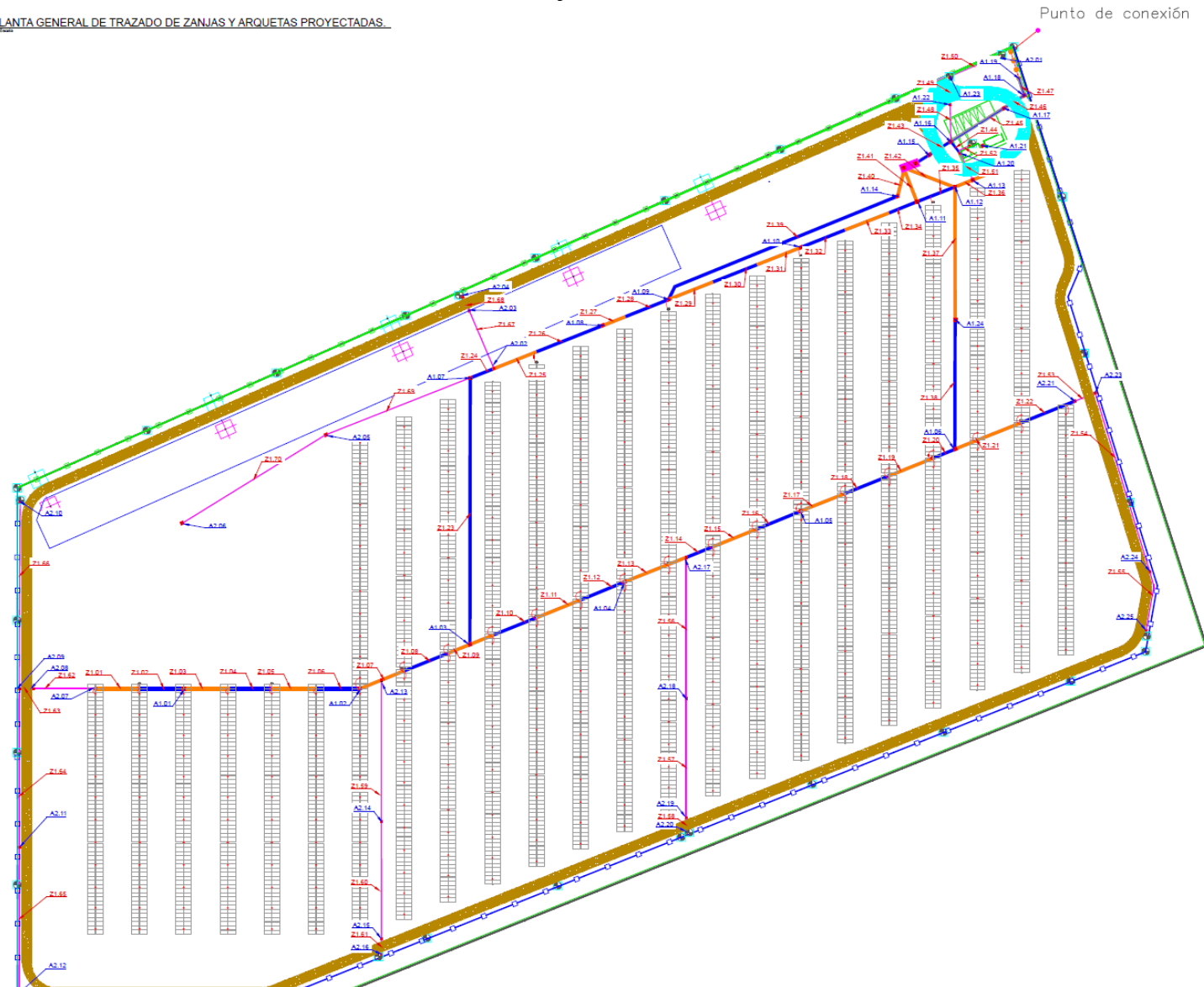
3.7 Descripción de procesos de construcción PMGD

Para comprender a que se dedica Tritec Services y para identificar los distintos elementos que componen la construcción de un parque fotovoltaico, se describirá con detalle los procesos asociados a su construcción.

La instalación de faena es la primera actividad que se desarrolla en un proyecto, en esta etapa, se transportan a la obra elementos esenciales para trabajar, como *containers* para oficinas y bodegas, mobiliarios, baños químicos, letreros de seguridad, artículos de oficina y suministros varios. Luego de la instalación de faena, la construcción de los proyectos fotovoltaicos PMGD, generalmente, se divide en cuatro partes, estas son, obras civiles, montaje mecánico, montaje eléctrico de baja tensión y montaje eléctrico de media tensión.

Ilustración 21: Plano de planta Guaraná, revisión 0

PLANTA GENERAL DE TRAZADO DE ZANJAS Y ARQUETAS PROYECTADAS



Fuente: (Tritec-Intervento, 2021)

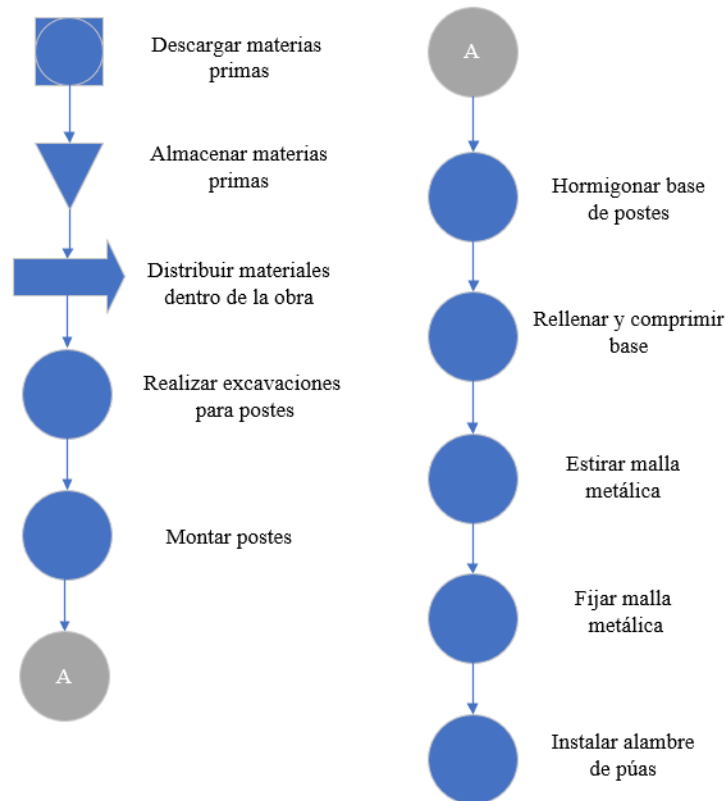
Adicionalmente, para ayudar a comprender los procesos constructivos, en la Ilustración 21 se muestra el plano del parque Guaraná a modo de ejemplo.

3.7.1 Obras civiles

Las actividades que pertenecen a obras civiles se describen a continuación:

- **Cierre perimetral:** corresponde al cerco perimetral para cerrar y proteger todo el proyecto, en la Ilustración 21 se puede ver representado por la línea de color verde en el contorno del plano del parque. Para construir el cierre perimetral, se deben realizar las excavaciones, donde se erguirán los postes con hormigón en la base, luego se debe instalar la malla metálica y alambre de púas a lo largo de todos los postes, generalmente este cierre tiene una altura de dos metros y debe quedar a ras de piso, en la Ilustración 22, se muestra el diagrama de procesos para la construcción del cierre perimetral.

Ilustración 22: Diagrama de procesos de cierre perimetral



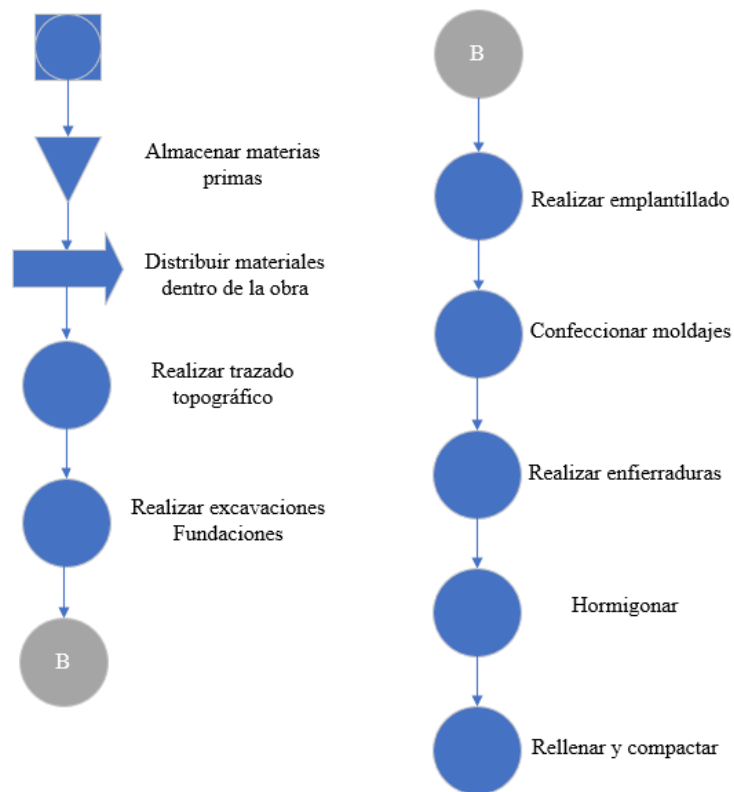
Fuente: Elaboración propia

- **Fundaciones:** dentro de cada parque fotovoltaico, hay múltiples instalaciones que requieren de fundaciones, estas pueden ser, la bodega, sala de control, MVPS (estación de

poder de medio voltaje), baños. Todas las fundaciones se realizan de la misma manera y siguen el mismo proceso lógico, estas solo varían según sus dimensiones.

El primer paso para las fundaciones es realizar el trazado topográfico para saber dónde realizar las excavaciones con una retroexcavadora, luego se debe hacer el proceso de emplantillado, que corresponde a la primera capa de hormigón en el fondo de la excavación, con el fin de aislar los fierros de acero que se ubican sobre este emplantillado, posteriormente, se deben hacer los moldajes, los cuales son moldes de madera que se ubican en el interior de la excavación, para poder verter el hormigón dentro de este molde, finalmente se retiran los moldes de madera y se rellena con el material excavado. En la Ilustración 23, se muestra el diagrama de procesos para la construcción de las fundaciones.

Ilustración 23: Diagrama de procesos para fundaciones



Fuente: Elaboración propia

- **Caminos:** la planta completa debe poseer accesibilidad a todos los módulos fotovoltaicos, para movilidad al momento de ejecutar el proyecto y posteriormente para la operación y mantención de esta. Los caminos dentro del parque fotovoltaico se dividen en camino de acceso, caminos primarios y caminos secundarios, los caminos se encuentran representados

de color café en la Ilustración 21. En primer lugar, todos los caminos deben ser trazados por el topógrafo, para el camino de acceso y los caminos primarios se debe nivelar con una motoniveladora la delimitación del camino, regularmente, con una profundidad de 10cm, posteriormente, este camino se deberá rellenar con una base estabilizada o gravilla y finalmente, se deberá compactar por medio de maquinaria llamada rodillo compactador. Estos caminos pueden tener un ancho de entre cuatro a seis metros. Por otro lado, los caminos secundarios generalmente, solo consisten en una huella sobre la tierra, a no ser que el cliente lo estime de otro modo. En la Ilustración 24, se muestra el diagrama de procesos para la construcción de caminos.

Ilustración 24: Diagrama de procesos para construcción de caminos



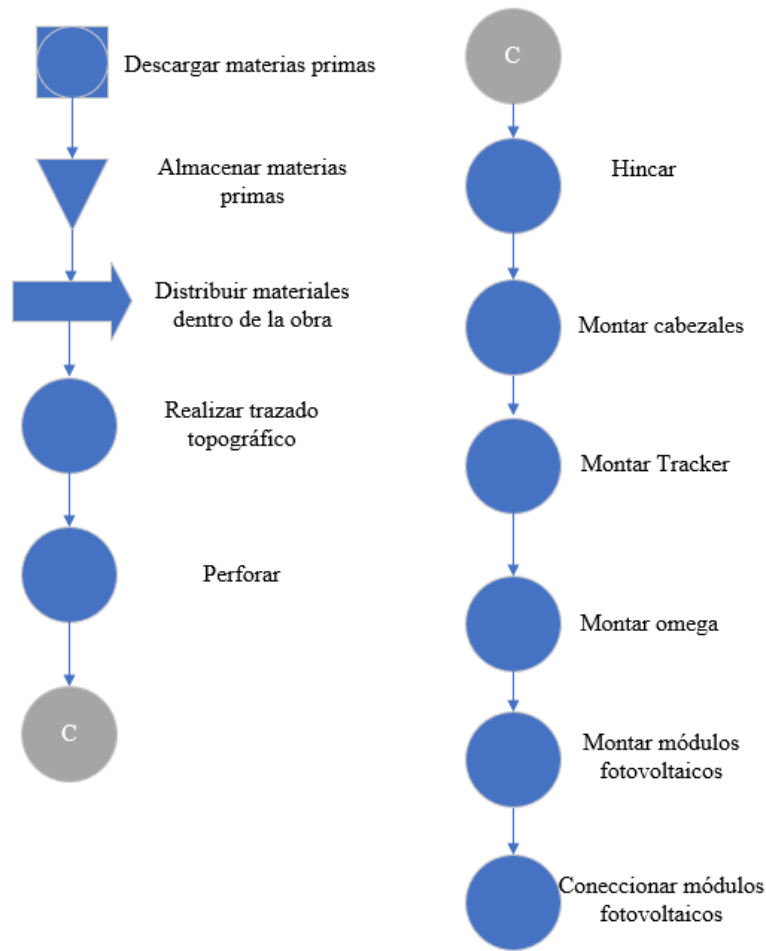
Fuente: Elaboración propia

3.7.2 Montaje mecánico

El montaje mecánico corresponde al montaje de la estructura de *trackers*, donde se instalarán los módulos fotovoltaicos, en el plano presente en la Ilustración 21, se pueden apreciar las líneas de *tracker*, las cuales se encuentran representadas por las franjas cuadriculadas en paralelo, esta estructura consiste en una alineación de vigas enterradas en el terreno, en las que se monta el tubo, llamado *tracker* y sobre este tubo, se montan los módulos fotovoltaicos. Los procesos constructivos se describen a continuación. En la Ilustración 25, se muestra el diagrama de procesos para el montaje mecánico.

- **Realizar trazado topográfico:** en primer lugar, un topógrafo junto con un alarife, equipados con un GPS, deberán establecer y marcar el punto exacto donde se ubicarán todas las vigas de la estructura dentro de la obra.
- **Perforar:** en esta etapa, una máquina llamada “perforadora” deberá hacer una perforación en el suelo en los puntos marcados por el topógrafo, la perforación tiene un diámetro de alrededor de ocho pulgadas. El perforado es una actividad que se realiza solo si el terreno es demasiado duro o rocoso, si no es así, se comienza el hincado sin una perforación previa.
- **Hincar:** el proceso de “hincar” es realizado por una máquina llamada “hincadora” que toma y alinea una viga perpendicularmente al suelo y golpea la parte superior de una viga repetidamente, hasta enterrarla a la altura especificada. Las vigas deben ser hincadas en las perforaciones previamente hechas, si no hay necesidad de perforación, se deberá hincar directamente donde fue establecido por el topógrafo.
- **Montar trackers:** para montar los *trackers*, a cada viga se le debe apernar un cabezal en su extremo superior, luego, se alinearán el *tracker* sobre los cabezales, para posteriormente fijarlo.
- **Montar módulos:** finalmente, para montar los módulos se deben instalar una base para el módulo en el *tracker*, llamado “omega”, esto es una barra metálica, de no más de dos metros de largo, que se ubica transversalmente al *tracker*, cuando la barra omega ya está fijada, se monta el módulo sobre esta.
- **Conexionar módulos fotovoltaicos:** los módulos serán conectados en serie mediante cables de 4mm², llamados “cables *Strings*”.

Ilustración 25: Diagrama de procesos para montaje mecánico



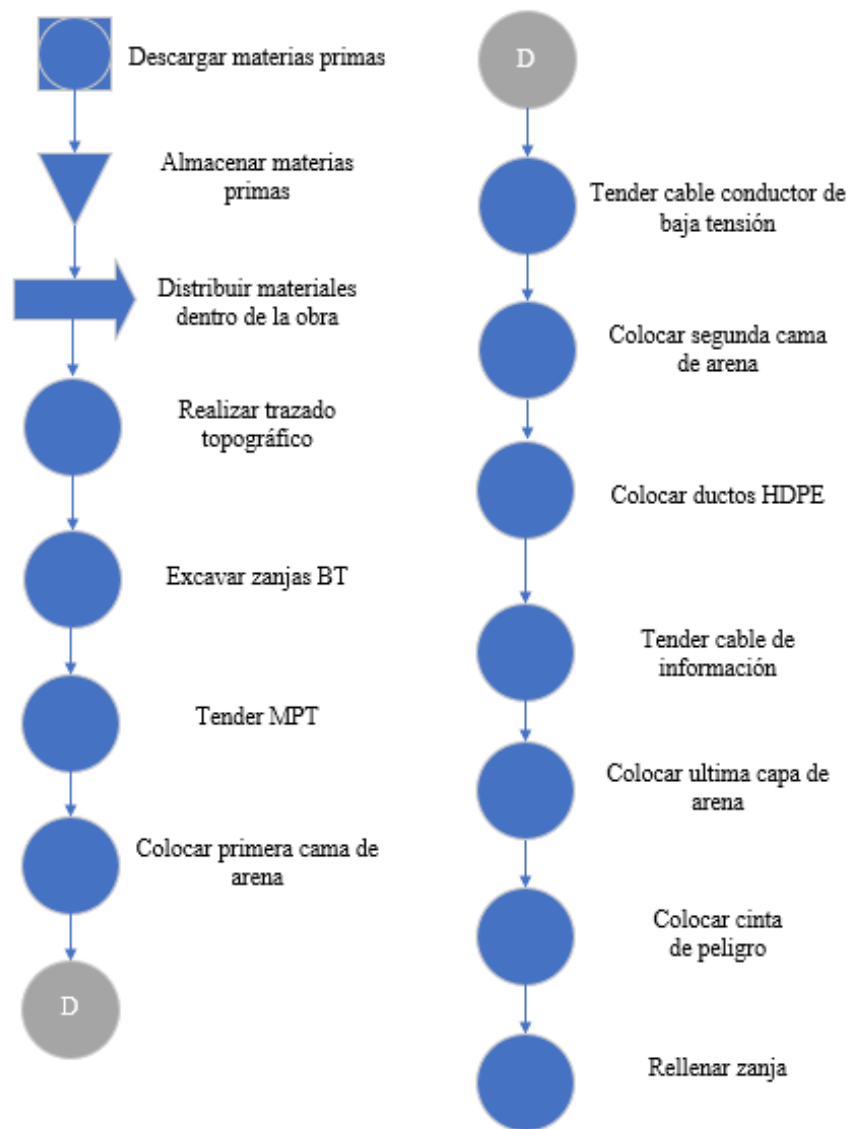
Fuente: Elaboración propia

3.7.3 Montaje eléctrico Baja Tensión (BT)

El montaje eléctrico de baja tensión consiste principalmente en la conducción subterránea de la energía generada por los módulos fotovoltaicos, hasta el inversor o MVPS (estación de Poder de Medio Voltaje), para realizar este objetivo, se deben instalar las “combinerbox”, las cuales son cajas eléctricas donde se combina la energía generada por los módulos de un determinado grupo de *trackers*. Adicionalmente, se deben conectar entre si todas las *combiner boxes* a través de un cable de aluminio de 400mm, para lo cual se deben excavar zanjas, donde se instalará este cable junto con el cable de información de fibra óptica. Las zanjas de baja tensión se ubican tangentes a cada línea de *tracker*, para recibir la energía eléctrica generada por los módulos, en la Ilustración 21, se pueden apreciar las zanjas de baja tensión representadas por las líneas de color azul y naranja.

- **Realizar trazado topográfico:** en primer lugar, un topógrafo junto con un alarife, delimitan el área donde se excavarán las zanjas para el cableado
- **Excavar Zanjas:** la excavación de zanjas se realiza con una retroexcavadora, sus dimensiones van desde los 0,5m de profundidad y 0,5 de ancho, hasta los 1,2m de profundidad y 1,2m de ancho.
- **Tender Malla Puesta a Tierra (MPT):** como medida de seguridad, se debe instalar un cable a tierra, el cual tiene como propósito desviar corrientes no deseadas a la tierra.
- **Colocar primera cama de arena:** una vez terminada la zanja, se debe rellenar la base de la zanja, 10cm – 15cm aproximadamente.
- **Tender cable conductor de baja tensión:** sobre la primera cama de arena, se debe extender el cable conductor.
- **Colocar segunda cama de arena:** sobre el cable conductor se debe agregar una segunda cama de arena, 10cm – 15cm aproximadamente.
- **Colocar ductos HDPE:** sobre la segunda cama de arena, se debe extender un ducto de polietileno de alta densidad, en el cual se introduce el cable de información.
- **Tender cable de fibra óptica de información:** es un cable de fibra óptica que tiene como finalidad informar el estado de los módulos fotovoltaicos, este cable debe ser introducido en el ducto HDPE.
- **Tapar con arena:** luego de instalar todos los cables de información, se rellena con la última capa de arena.
- **Colocar cinta de peligro:** sobre la última cama de arena, se debe instalar una cinta de peligro, generalmente sobre ladrillos.
- **Rellenar zanjas:** para terminar, se debe terminar de rellenar la zanja con el material previamente excavado.

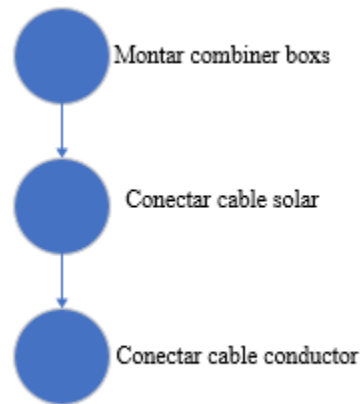
Ilustración 26: Diagrama de procesos de montaje eléctrico BT



Fuente: Elaboración propia

- **Montaje de combiner boxes:** para cada *combiner box* se debe hincar una viga aparte de la estructura de *tracker*, en el proceso de hincado de montaje mecánico. Cada *combiner box* debe ser montada sobre estas vigas para luego conectar el cable solar que llega desde los módulos fotovoltaicos y por el otro extremo de la *combiner box*, se debe conectar el cable de aluminio que transporta la energía eléctrica desde las *combiner boxes* hasta la MVPS.

Ilustración 27: Diagrama de procesos montaje de combiner boxes



Fuente: Elaboración propia

3.7.4 Montaje eléctrico de Media Tensión (MT)

- El montaje aéreo de media tensión corresponde a la línea eléctrica de media tensión que transporta la energía desde la MVPS a la Red eléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC), para lograr este objetivo, se debe conducir subterráneamente la energía eléctrica desde la MVPS hasta las postaciones, en las cuales se deberán tender los cables de media tensión hasta conectarlos con los postes de la red nacional. El detalle de las actividades de la media tensión en postaciones se describe a continuación. En la **Realizar trazado topográfico**: en primer lugar, un topógrafo junto con un alarife, delimitan el área donde se excavarán las zanjas para el cableado
- **Excavar Zanjas**: la excavación de zanjas se realiza con una retroexcavadora, sus dimensiones van desde 1m de profundidad y 1 de ancho, hasta los 1.8m de profundidad y 2m de ancho.
- **Tender Malla Puesta a Tierra (MPT)**: como medida de seguridad, se debe instalar un cable a tierra, el cual tiene como propósito desviar corrientes no deseadas a la tierra.
- **Colocar primera cama de arena**: una vez terminada la zanja, se deberá rellenar la base de la zanja, 10cm – 15cm aproximadamente.
- **Tender cable conductor de media tensión**: sobre la primera cama de arena, se debe extender el cable conductor de media tensión.
- **Colocar segunda cama de arena**: sobre el cable conductor se deberá agregar una segunda cama de arena, 10cm – 15cm aproximadamente.

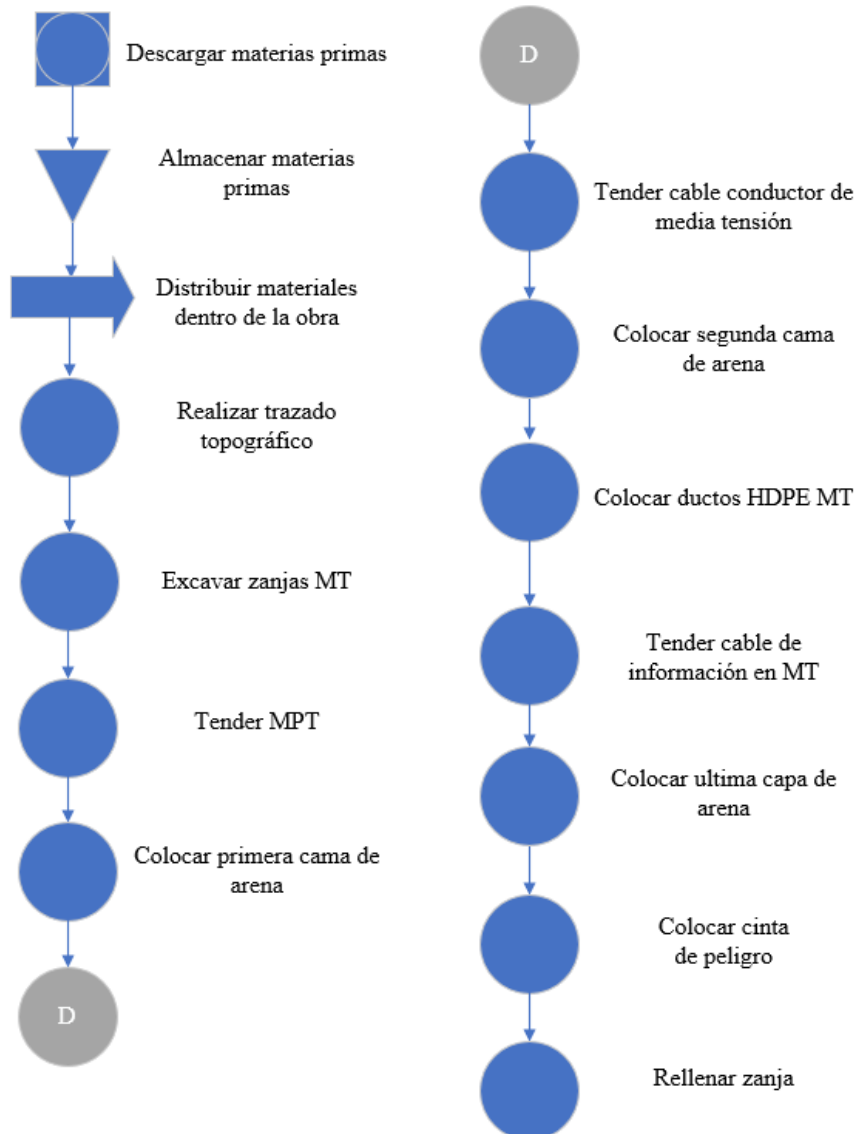
- **Colocar ductos HDPE:** sobre la segunda cama de arena, se debe extender un ducto de polietileno de alta densidad, en el cual se introduce el cable de información.
- **Tender cable de fibra óptica de información:** es un cable de fibra óptica que tiene como finalidad informar el estado de los módulos fotovoltaicos, este cable debe ser introducido en el ducto HDPE.
- **Tapar con arena:** luego de instalar todos los cables de información, se rellena con la última capa de arena.
- **Colocar cinta de peligro:** sobre la última cama de arena, se debe instalar una cinta de peligro, generalmente sobre ladrillos.
- **Rellenar zanjas:** para terminar, se debe terminar de rellenar la zanja con el material previamente excavado.

Ilustración 288, se muestra el diagrama de procesos del montaje de la línea de media tensión subterránea. Por otro lado, la instalación de postaciones para la línea de media tensión queda fuera del alcance de Tritec Services.

- **Realizar trazado topográfico:** en primer lugar, un topógrafo junto con un alarife, delimitan el área donde se excavarán las zanjas para el cableado
- **Excavar Zanjas:** la excavación de zanjas se realiza con una retroexcavadora, sus dimensiones van desde 1m de profundidad y 1 de ancho, hasta los 1.8m de profundidad y 2m de ancho.
- **Tender Malla Puesta a Tierra (MPT):** como medida de seguridad, se debe instalar un cable a tierra, el cual tiene como propósito desviar corrientes no deseadas a la tierra.
- **Colocar primera cama de arena:** una vez terminada la zanja, se deberá rellenar la base de la zanja, 10cm – 15cm aproximadamente.
- **Tender cable conductor de media tensión:** sobre la primera cama de arena, se debe extender el cable conductor de media tensión.
- **Colocar segunda cama de arena:** sobre el cable conductor se deberá agregar una segunda cama de arena, 10cm – 15cm aproximadamente.
- **Colocar ductos HDPE:** sobre la segunda cama de arena, se debe extender un ducto de polietileno de alta densidad, en el cual se introduce el cable de información.

- **Tender cable de fibra óptica de información:** es un cable de fibra óptica que tiene como finalidad informar el estado de los módulos fotovoltaicos, este cable debe ser introducido en el ducto HDPE.
- **Tapar con arena:** luego de instalar todos los cables de información, se rellena con la última capa de arena.
- **Colocar cinta de peligro:** sobre la última cama de arena, se debe instalar una cinta de peligro, generalmente sobre ladrillos.
- **Rellenar zanjas:** para terminar, se debe terminar de rellenar la zanja con el material previamente excavado.

Ilustración 28: Diagrama de procesos de montaje de media tensión



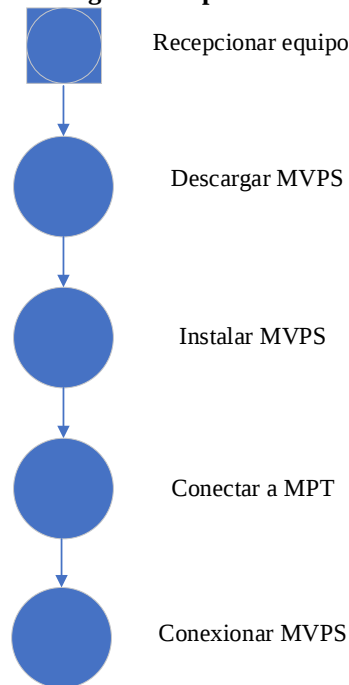
Fuente: Elaboración propia

3.7.5 Montaje y conexión de MVPS

La MVPS (Estacion de Poder de Media Tensión), es el equipo al que llega toda la energía generada por los módulos fotovoltaicos, por medio del cableado de baja tensión y media tensión, para transformar la corriente continua generada a corriente alterna y alimentar la red nacional.

- **Recepcionar equipo:** en primer lugar, se debe recepcionar en obra el equipo MVPS.
- **Descargar MVPS:** el equipo debe ser descargado por medio de una grúa con capacidad de 30 toneladas.
- **Instalar MVPS:** el equipo debe ser montado sobre las fundaciones por la grúa.
- **Conectar a MPT:** se debe conectar la MVPS a la malla puesta a tierra.
- **Conexionar MVPS:** conectar la MVPS a la línea de media tensión y a el punto de salida.

Ilustración 29: Diagrama de procesos de montaje de MVPS



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 4: SISTEMA DE COSTEO

“En este capítulo, se presentará el desarrollo del sistema de costeo, donde se seleccionará el sistema de costeo más apropiado para la empresa, se definirán sus elementos de costo y estos se asignarán a las distintas actividades”

4.1 Selección del sistema de costeo

Para la selección del sistema de costeo, se evaluaron los distintos sistemas descritos en el marco teórico, con el fin de elegir el que se adaptara de mejor manera a la empresa y al proyecto actual. Se debe considerar que para la empresa es importante saber los costos asociados a cada proceso, dada la gran cantidad de procesos presentes en la construcción de un parque fotovoltaico, además, estos procesos presentan grandes diferencias entre sí, ya que en estos se construyen diversos elementos y también se debe considerar que la empresa tiene capacidad para construir proyectos en paralelo.

4.1.1 Criterios para selección del sistema de costeo

Los criterios con los que se evaluarán los sistemas de costeo son los siguientes:

- **Tipo de proceso:** se debe considerar si el proceso es continuo o intermitente.
- **Tipo de producto:** si se produce un único producto o existe variedad.
- **Volumen de producción:** se debe determinar si el volumen de producción es elevado o reducido.
- **Tiempo de producción:** evalúa si la producción se realiza en periodos de tiempo largos o cortos.
- **Tipo de información:** considera la manera en que se encuentra la información, para evaluar cual es el mejor para adaptarse a los cálculos.
- **Materia Prima Directa (MPD)**
- **Mano de Obra Directa (MOD)**
- **Costos Indirectos de Fabricación (CIF)**

En primer lugar, se evaluaron estos criterios con una nota del uno al siete, como se puede ver en la Tabla 6, para asignar las ponderaciones de los criterios, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 6: Puntaje de importancia de criterios

Descripción de importancia	Puntaje
Muy relevante	7
Bien relevante	6
Relevante	5
Medianamente relevante	4
Irrelevante	3
Bien irrelevante	2
Muy irrelevante	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Matriz multicriterio de ponderación

	Tipo de proceso	Tipo de producto	Volumen de producción	Tiempo de producción	Tipo de información	MPD	MOD	CIF	Puntaje total	Ponderación
Tipo de proceso	0	3	4	5	6	5	4	5	32	16%
Tipo de producto	4	0	5	4	5	6	4	6	34	17%
Volumen de producción	3	2	0	3	4	6	4	5	27	14%
Tiempo de producción	2	3	4	0	4	5	2	3	23	12%
Tipo de información	1	2	3	3	0	5	3	4	21	11%
MPD	2	1	1	2	2	0	1	2	11	6%
MOD	3	3	3	5	4	6	0	3	27	14%
CIF	2	1	2	4	3	5	4	0	21	11%

Fuente: Elaboración propia

Luego, se evaluaron los sistemas de costeo con un puntaje del uno al siete, este puntaje se pondera a partir de la ponderación de los criterios descritos anteriormente, en la Tabla 8 se pueden ver los puntajes de cada criterio en los sistemas de costeo, donde finalmente, el sistema de costeo por órdenes de trabajo obtiene el más alto puntaje.

Tabla 8: Puntajes ponderados de sistemas de costeo

		Sistemas de Costeo					
	Ponderación	Por órdenes de trabajo	Por proceso	Directo	Absorción	Estándar	ABC
Tipo de proceso	16%	7	7	4	5	4	6
Tipo de producto	17%	7	3	5	1	6	5
Volumen de producción	14%	6	6	6	5	5	6
Tiempo de producción	12%	6	5	6	4	5	5
Tipo de información	11%	7	4	7	3	4	7
MPD	6%	6	4	7	4	4	6
MOD	14%	6	5	4	4	5	5
CIF	11%	5	5	4	4	4	6
		6,3	5,0	5,2	3,7	4,7	5,7

Fuente: Elaboración propia

En el sistema de costeo de órdenes de producción se considerará a cada proyecto como una orden de trabajo, y al mismo tiempo se calculará el costo unitario de cada actividad dentro de un proyecto, con el fin de obtener el costo total de ejecución de cada orden de trabajo, más los gastos de administración de obras de cada una e incluir los gastos de administración de la oficina central.

4.2 Costeo para el cálculo del costo de los procesos

En la construcción de un parque fotovoltaico PMGD existen una gran cantidad de actividades, a las cuales se les asocian varios procesos constructivos. Como se vio en la Descripción de procesos de construcción PMGD en el CAPÍTULO 3: FORMALIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO, la obra se divide principalmente en cuatro secciones, estas son obras civiles (OO.CC.), montaje mecánico, montaje eléctrico de baja tensión y montaje eléctrico de media tensión, dentro de cada una de estas divisiones se desarrollan distintas actividades, y en cada una de estas se desarrollan varios procesos, a los cuales se asignarán sus respectivos costos para calcular el costo unitario de producción de cada actividad.

4.2.1 Asignación de MPD

Para asignar la materia prima directa se culacula la cantidad exacta que se requiere para cada proceso constructivo, de acuerdo con las especificaciones entregadas por el cliente en la licitación y en los planos de ingeniería de detalles donde se especifican las dimensiones de las estructuras, en la Ilustración 30 se muestra la materia prima directa que se vincula a la construcción del parque, además, es importante destacar que la gran mayoría de la materia prima como estructura, módulos fotovoltaicos, *combiner boxes* o cables, es proporcionada por los clientes, ya que corresponden a diversas importaciones de gran volumen.

Ilustración 30: MPD

MPD	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Arena (m3)			
Grava (m3)			
Base estabilizada			
Hormigón G20 m3			
Hormigón G10 m3			
Fierros (Kg)			
Madera para moldajes			
Laboratorio Hormigón G20			
Malla Faenera (m)			
Cinta de Peligro			
Cinta de Peligro Eléctrico			
Caballote			

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Asignación de MOD

El MOD asignado a cada proceso se calcula a partir de la duración total de cada proceso constructivo a partir de los ratios manejados por la empresa, la cantidad total a producir y la cantidad de mano de obra que se asignará a cada proceso. Los ratios deben ser ingresados como cantidad diaria de producción por persona, el cual se multiplica por la cantidad de maestros que se asignen a cada proceso, en la Ecuación 1 se muestra la forma de calcular la duración de los procesos constructivos para posteriormente calcular la asignación de mano de obra directa al proceso en la Ecuación 2.

- DPC: Duración del Proceso Constructivo.
- CP: Cantidad de Producción.
- R: Ratio de producción diaria (unidades producidas por hora).
- CMOD: Cantidad de personal de Mano de Obra Directa.
- %MOD: porcentaje de asignación de MOD.

- HLM: Horas Laborales del Mes.

Ecuación 1: Duración del proceso constructivo

$$DPC = \frac{CP}{R \times CMOD}$$

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para calcular la asignación de MOD al proceso, se divide la duración del proceso constructivo en el total de horas laborables en el mes, posteriormente, en cada proceso, se explicará en cada proceso como se aplica este factor para calcular el costo asignado al proceso.

Ecuación 2: Porcentaje de asignación de MOD

$$\% MOD = \frac{DPC}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31: MOD

MOD	Sueldo Mes	Cantidad	Costo Mensual
Topografo			
Alarife			
Maestros OO.CC.			
Ayudantes OO.CC.			
Maestro perforado			
Ayudante perforado			
Maestro Hincado			
Ayudante Hincado			
Maestros Montaje Mecanico			
Ayudantes Montaje Mecánico			
Maestros Montaje Eléctrico BT			
Ayudantes Montaje Eléctrico BT			
Maestros Montaje Eléctrico MT			
Ayudantes Montaje Eléctrico MT			
Operador Perforadora			
Operador Hincadora			
Operador Manipulador Telescópico			
Operador Retroexcavadora			
Operador Excavadora			
Operador Motoniveladora			
Operador Rodillo			

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Asignación de MOI

Para asignar la mano de obra indirecta, se suma la duración total de cada actividad en la que participa esta mano de obra indirecta, tales como el supervisor de obras civiles, el supervisor de montaje mecánico y el supervisor eléctrico como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Ilustración 32: MOI

MOI	Sueldo Mes	Cantidad	Costo Mensual
Supervisor de OO.CC.			
Supervisor Montaje Mecánico			
Supervisor Eléctrico			

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Asignación de otros CIF

Uno de los CIF más relevantes es el arriendo de maquinaria, el costo asignado a cada proceso de arriendo de maquinaria se calcula a partir del valor mensual del arriendo, el cual se multiplica por el porcentaje de asignación de cada proceso constructivo, como se puede ver en la Ecuación 3. En la Ecuación 4 se muestra el método para calcular el porcentaje de asignación de maquinaria para cada proceso constructivo, a partir de las horas de utilización de maquinaria calculadas en la Ecuación 3, donde se divide la cantidad total a producir en cada tarea en los ratios manejados por la empresa de cantidad diaria producida por la maquinaria, multiplicada por la cantidad de maquinaria. Luego, el porcentaje de asignación corresponde al tiempo que se demore la maquinaria en realizar la actividad, dividido por la cantidad de horas laborales del mes. En la Ilustración 33, se muestran los CIF asociados al arriendo de maquinaria.

- HUM: Horas de Utilización de Maquinaria.
- CP: Cantidad de Producción.
- R: Ratio.
- CM: Cantidad de Maquinaria.
- HLM: Horas Laborales del Mes.
- %AM: Porcentaje de Asignación de Maquinaria.

Ecuación 3: Duración de utilización de una maquinaria en un proceso

$$HUM = \frac{CP}{R \times CM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 4: Porcentaje de asignación de maquinaria a cada proceso

$$\%AM = \frac{DUM}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Otros CIF (Arriendo de Maquinaria)

Otros CIF (Maquinaria)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Arriendo de Perforadora			
Arriendo de Hincadora			
Arriendo de Retroexcavadora			
Arriendo de Martillo hidráulico manual			
Arriendo de Martillo hidráulico Retroexcavadora			
Arriendo de Excavadora			
Arriendo de Manitou			
Arriendo de Motoniveladora			
Arriendo de Rodillo			
Arriendo de Camión aljibe			
Arriendo de Camión pluma			
Arriendo de Grúa			
Arriendo de Miniexcavadora			
Arriendo de GPS Topógrafo			
Arriendo de Placa compactadora			

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, la maquinaria requiere de combustible, el cual es asignado a cada proceso a partir de la duración de utilización de la maquinaria calculada anteriormente en la Ecuación 3, luego, esta duración se debe multiplicar por el valor de un litro de combustible y por la cantidad de litros que consume la maquinaria en una hora, dividido en la cantidad de horas laborales del mes, como se muestra en la Ecuación 5. En la Ilustración 34 se presentan los CIF asociados a el combustible de maquinaria.

- HUM: Horas de Utilización de Maquinaria.
- HLM: Horas Laborales del Mes.
- LCM: Litros de combustible que consume la maquinaria en una hora.
- VLComb: Valor de un Litro de Combustible.
- CComb: Costo de combustible asignado a cada proceso, según la maquinaria.

Ecuación 5: Costo de combustible asignado a cada proceso

$$CComb = \frac{VLComb \times HUM \times LCM}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34: Otros CIF (Combustible de Maquinaria)

Otros CIF (Combustible Maquinaria)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Combustible de Perforadora			
Combustible de Hincadora			
Combustible de Retroexcavadora			
Combustible de Martillo hidráulico manual			
Combustible de Martillo hidráulico Retroexcavadora			
Combustible de Excavadora			
Combustible de Manitou			
Combustible de Motoriveladora			
Combustible de Rodillo			
Combustible de Camión aljibe			
Combustible de Camión pluma			
Combustible de Grúa			
Combustible de Miniexcavadora			
Combustible de GPS Topógrafo			
Combustible de Placa compactadora			

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los CIF, también es importante considerar los fletes para transportar la maquinaria, para calcular la asignación de fletes de cada maquinaria a cada proceso, se calculó la cantidad total de horas que se utilizaría cada maquinaria, mediante la Ecuación 6, para asignar el costo del flete según la cantidad de horas que se ocupe la maquinaria en un proceso, como se muestra en la Ecuación 7. En la Ilustración 35: Otros CIF (Flete de Maquinarias), se puede ver los fletes de maquinaria asignados al CIF.

- CF: Costo del flete de la maquinaria
- I: cantidad de procesos que requieren de la maquinaria.
- HUM_i : Horas que se utilizara la maquinaria en el proceso i .
- HTUM: Horas Totales de Utilización de una Maquinaria en un proyecto.
- CFA: Costo de Flete asignado.

Ecuación 6: Duración total de utilización de una maquinaria

$$HUMT = \sum_{i=0}^{i=I} HUM_i$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 7: Costo de flete asignado a cada proceso

$$CFA = \frac{CF \times HUM_i}{HUMT}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35: Otros CIF (Flete de Maquinarias)

Otros CIF (Flete Maquinaria)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Flete de Perforadora			
Flete de Hincadora			
Flete de Retroexcavadora			
Flete de Martillo hidráulico manual			
Flete de Martillo hidráulico Retroexcavadora			
Flete de Excavadora			
Flete de Manitou			
Flete de Motoniveladora			
Flete de Rodillo			
Flete de Camión aljibe			
Flete de Camión pluma			
Flete de Grúa			
Flete de Miniexcavadora			
Flete de GPS Topógrafo			
Flete de Placa compactadora			

Fuente: Elaboración propia

Para la movilización del personal, se debe considerar el arriendo de camionetas y furgones, junto con el combustible estimado que utilizara cada camioneta o furgón, y el valor estimado para los peajes o TAG por vehículo.

Para la instalación de faena, hay que considerar arriendos que se deberán extender por la duración de todo el proyecto, como contenedores de oficina para el personal de administración de la obra, *containers* de bodega, baños químicos, entre otros.

Ilustración 36: Otros CIF (movilización)

Otros CIF (Movilización)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Arriendo de Camioneta 1			
Arriendo de Camioneta 2			
Arriendo de Camioneta 3			
Arriendo de Camioneta 4			
Arriendo de Camioneta 5			
Arriendo de Camioneta 6			
Arriendo de Furgones 1			
Arriendo de Furgones 2			
Combustible de Camioneta 1			
Combustible de Camioneta 2			
Combustible de Camioneta 3			
Combustible de Camioneta 4			
Combustible de Camioneta 5			
Combustible de Camioneta 6			
Combustible de Furgones 1			
Combustible de Furgones 2			
Peajes/TAG de Camioneta 1			
Peajes/TAG de Camioneta 2			
Peajes/TAG de Camioneta 3			
Peajes/TAG de Camioneta 4			
Peajes/TAG de Camioneta 5			
Peajes/TAG de Camioneta 6			
Peajes/TAG de Furgones 1			
Peajes/TAG de Furgones 2			

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37: Otros CIF (instalación de faena)

Otros CIF (Instalación de Faena)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Arriendo de Contenedor Oficina			
Arriendo Contenedor Bodega			
Arriendo Contenedor Vest/Come.			
Arriendo Caseta Guardia			
Papelería Oficina/Tintas			
Agua Potable			
Baños Químicos 2 Aseos			
Generador 6KvA			
Combustible Generador			
Mobiliario Oficina			
Mobiliario Comedor			
Mobiliario Vestidor			
Est. Sombra			
Est. Hidratación			
Flete Baños Químicos			
Flete Contenedores			
Impresora Tinta Continua			
Cono de seguridad			

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los CIF se considera la alimentación y alojamiento para la mano de obra. El costo que se debe asignar a cada proceso se calcula a partir de la duración del proceso constructivo donde se requiera mano de obra, multiplicado por la cantidad de mano de obra, por el monto que la empresa designa para alimentación y alojamiento por persona, en la Ecuación 8 se muestra la fórmula para calcular el costo de alimentación y alojamiento, este costo es asignado directamente al proceso, debido a que se calcula con variables propias de cada proceso.

- MA: Monto de alimentación y alojamiento.
- CPers: Cantidad de personal asignado a un proceso.
- DPC: Duración del proceso constructivo.
- CAA: Costo de Alimentación y alojamiento Asignado.

Ecuación 8: Otros CIF (Alimentación y Alojamiento)

$$CAA = DPC \times CPers \times MA$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 38: Otros CIF (Alimentación y Alojamiento)

Otros CIF	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Alimentación y Alojamiento			

Fuente: Elaboración propia

Para los elementos de protección personal se asignó un monto estándar para toda la mano de obra directa e indirecta, posteriormente este monto es asignado directamente a cada proceso según la cantidad de horas que se trabaje en un proceso, respecto del total de horas que trabaje la mano de obra específica.

Ilustración 39: Otros CIF (EPP)

Otros CIF (EPP)	Valor unitario	Cantidad	Costo
Guantes de nitrilo			
Fono adosable al casco			
Cascos			
Trajes de papel			
Chaleco Geologo			
Legionario			
Mascarillas KN 95			
Tapones para oído			
Antiparras			
Zapato de seguridad			

Fuente: Elaboración propia

La materia prima indirecta corresponde principalmente a materiales menores eléctricos que no son proporcionados por el cliente, los cuales se muestran en la Ilustración 40.

Ilustración 40: Otros CIF (MPI)

Otros CIF (MPI)	Valor Unitario	Cantidad	Costo
Solerilla canto biselado			
Rejillas			
Pintura asfáltica			
Molde Grafito			
Chispero			
Soldaduras			
Conectores			
Terminales			
Fundas termoelectricas			
Ferrules			
Cinta peligro eléctrico			
Articulos menores de ferreteria			

Fuente: Elaboración propia

4.3 Costos asignados a las actividades

La asignación de costo se realizó de manera individual a cada actividad, donde se clasificó entre Materia Prima Directa (MPD), Mano de Obra Indirecta (MOI), Mano de Obra Directa (MOD) y Otros Costos Indirectos de Fabricación (Otros CIF). Los costos asociados a cada actividad se asignaron de distintas formas, principalmente a partir de la cantidad de materia prima que se requiere dentro de la actividad o a partir de su duración, para aquellos costos que dependen del tiempo de utilización de cada recurso, por ejemplo, las remuneraciones de mano de obra, arriendo de equipos, arriendo de maquinaria, combustible, alimentación y alojamiento. Esta duración de la actividad se calcula a partir del rendimiento esperado del personal o el rendimiento esperado de la maquinaria, según el recurso que se utilice.

4.4 Costos asociados a Obras Civiles (OO.CC.)

4.4.1 Fundaciones

Al calcular el costo de construir las fundaciones, se calcula el costo de cada actividad que se realiza para su construcción, para finalmente sumar el costo total de cada actividad y calcular el costo unitario de una fundación completa.

• **Topografía de fundaciones:**

El primer proceso relacionado con las fundaciones es la topografía de fundaciones, donde se deben incluir el sueldo de topógrafo y alarife, junto con el valor de arriendo de GPS del topógrafo y la alimentación y alojamiento. La asignación de costos se realizó de acuerdo con la duración de esta actividad, la cual se calcula a partir de la Ecuación 9, en la Ilustración 41 se muestran los parámetros y duración de la actividad, en la Ilustración 42 se muestra la asignación y costo asignado a cada ítem, calculado a partir de la Ecuación 10, junto con el costo total de la actividad.

- D: Duración de la actividad.
- Rendimiento: Rendimiento esperado para la topografía.
- AS: Porcentaje de asignación de costo para los ítems.
- HLM: Horas laborales del mes.

Ecuación 9: Duración de topografía de fundaciones

$$D = \frac{m2 \text{ de fundación}}{\text{Rendimiento} \times \text{cantidad de topografos}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 10: Asignación de costo de recursos para la excavación de fundaciones

$$\%AS = \frac{D}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 11: Costo asignado a cada ítem en la excavación de fundaciones

$$Costo_{item} = \%AS \times V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 12: Costo para topografía de fundaciones

$$C_{TOPF} = \sum_{Item} Costo_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41: Parámetros y duración de topografía de fundaciones

Parametros para topografia de Fundaciones		
Area de Fundación	24	m2
Rendimiento Topografia	12	m2/dia
Duración	2,0	Días
Duración en horas	18,0	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42: Asignación de costos de topografía de fundaciones

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Tipo costo
MPD								
MOD	Topografo	9%	1.560.000	Mes	1	c/u	141.818	236.364
	Alarife	9%	1.040.000	Mes	1	c/u	94.545	
Otros CIF	GPS	9%	125.000	Mes	1	c/u	11.364	149.364
	Alimentación y alojamiento	9%	506.000	Mes/pp	3	c/u	138.000	
							385.727	385.727

Fuente: Elaboración propia

- **Excavación y relleno compactado de fundaciones:**

En la excavación de fundaciones la asignación de costo de los recursos se realizó a partir de la duración de esta actividad, la que viene dada por el ratio o rendimiento esperado de la retroexcavadora de excavado y el rendimiento de relleno de la fundación. En la Ilustración 43 se muestran parámetros usados para calcular la duración a partir de la Ecuación 13, en Ilustración 44 se muestra la asignación y costo asignado a cada ítem dependiente de la duración de la actividad, calculado a partir de la Ecuación 14, por otro lado, el costo asignado al flete se calcula a partir del porcentaje de duración de la actividad, dividido en el tiempo total de ocupación de la retroexcavadora, calculado en la Ecuación 15, en el total de tiempo que se utiliza la retroexcavadora en la obra, como se muestra en la Ecuación 16. Finalmente, se calcula el costo total de la actividad

- HUM: Horas de Utilización de Maquinaria.
- CP: Cantidad de Producción.
- R: Ratio.
- CM: Cantidad de Maquinaria.
- HLM: Horas Laborales del Mes.
- %AM: Porcentaje de Asignación de acuerdo con la Maquinaria.
- Valor Mensual: Valor del ítem en un mes.
- Cantidad: Cantidad de unidades utilizadas de cada recurso.
- HUMexc_i: Duración de utilización de la excavadora en la actividad *i*.
- DTexc: Duración total de excavación en la obra.
- %AsF: Asignación del flete de la retroexcavadora.
- CT_{exc}: Costo total de excavación de fundación.

Ecuación 13: Horas de utilización de maquinaria

$$HUM = \frac{CP}{R \times CM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 14: Asignación por duración de la actividad

$$\%ASM = \frac{HUM}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 15: Duración global de ocupación de la retroexcavadora

$$DTexc = \sum HUMexc_i$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 16: Asignación del flete de la retroexcavadora al proceso

$$\%AsF = \frac{HUM}{DTexc}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 17: costo asociado al ítem

$$CA_{Item} = \%As \times Valor_{Mensual} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 18: Costo total de excavación de fundación

$$CT_{exc} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43: Parámetros de excavación y relleno para fundaciones

Parametros Excavación de fundaciones		
Volumen de Excavación	216	m3
Rendimiento Retroexcavadora	70	m3/día
Volumen de Relleno	213,84	m3
Rendimiento de rellenos	140	m3/día
Duración de excavación	3,1	Días
Duración de relleno	1,53	Días
Total de horas	41,52	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44: Cálculo de costos para excavación y relleno de fundaciones

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Tipo costo
MPD							-	
MOI								272.595
	Supervisor OO.CC.	21%	1.300.000	Mes	1	Personal	272.595	
MOD	Operador Retroexcavadora	21%	1.300.000	Mes	1	Personal	272.595	
	Maestro OO.CC.	21%	1.105.000	Mes	2	Personal	463.411	
	Ayudante OO.CC.	21%	845.000	Mes	1	Personal	177.187	
Otros CIF	Arriendo Retroexcavadora	21%	4.950.000	Mes	1	c/u	1.037.957	
	Arriendo martillo hidraulico		-	Mes	0	c/u	-	
	Combustible	21%	825.000	Litros/Mes	1	c/u	172.993	
	Arriendo Rodillo	0%	-				-	
	Combustible Rodillo	0%	-				-	
	Flete Rodillo	0%	-				-	
	Arriendo Placa compactadora	0%	-				-	
	Alimentación y alojamiento	21%	506.000	Mes/pp	4	Personal	424.409	
	Flete Retroexcavadora	16%	650.000	c/u	2	c/u	208.000	
							3.029.147	3.029.147

Fuente: Elaboración propia

• Instalación de Malla Puesta a Tierra de fundaciones

En la malla puesta a tierra, se asignaron los costos de acuerdo con la duración de esta actividad, esta duración fue calculada en la Ecuación 19 a partir de la cantidad de termofusiones que se deberán realizar y al rendimiento esperado por los maestros eléctricos apoyados por sus ayudantes. El porcentaje de asignación para los recursos dependientes de la duración de la actividad se calcula a partir de la Ecuación 20, luego el costo asignado a los recursos dependientes del tiempo se calcula a partir de la Ecuación 21 y los costos asignados a los costos indirectos de fabricación se calculan a partir de Ecuación 22.

- CP: Cantidad de producción de termofusiones para malla puesta a tierra.
- R_E: Rendimiento de maestros eléctricos.
- D: Duración de la actividad en horas.
- C_E: Cantidad de maestros eléctricos
- %ASM: porcentaje de asignación de mano de obra.
- HLM: Horas laborales del mes.
- CA_{MO}: Costo asociado a mano de obra.
- CA_{CIF}: Costo asignado al molde de grafito, soldaduras y chispero.
- C_{MPT}: Costo de Malla Puesta a Tierra de fundación.

Ecuación 19: Duración de instalación de MPT

$$D = \frac{CP}{R_E \times C_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 20: Asignación de costo para mano de obra

$$\%ASM = \frac{D}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 21: Costo asignado para mano de obra

$$CA_{MO} = \%AS_{MO} \times Valor_{Mensual} \times MO$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 22: Costo asignado a costos indirectos de fabricación

$$CA_{CIF} = \%As \times valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 23: Costo total de MPT fundación

$$Costo_{MPT} = \sum_{items} Costo_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 45: Parámetros y duración para MPT de fundaciones

Parametros MPT Fundación		
Termofusiones de MPT	36	c/u
Rendimiento Eléctricos	10	m3/día/pp
Duración	3,6	Días
Duración en horas	32,4	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46: Calculo de costos de MPT de fundaciones

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Tipo costo
MPD							-	
MOI	Supervisor Eléctrico	16%	1.430.000	Mes	1	Personal	234.000	234.000
MOD	Maestros Eléctricos	16%	1.105.000	Mes	2	Personal	361.636	
	Ayudantes Eléctricos	16%	845.000	Mes	2	Personal	276.545	
							-	638.182
CIF	Molde Grafito	100%	35.000	c/u	3	c/u	105.000	
	Chispero	100%	10.000	c/u	1	c/u	10.000	
	Soldaduras	100%	4.600	c/u	36	c/u	165.600	
	Alimentación y alojamiento	16%	506.000	Mes/pp	4	Personal	331.200	611.800
							1.483.982	1.483.982

Fuente: Elaboración propia

- **Enfierraduras y moldajes de fundaciones:**
 - Dentro de la confección de moldajes y enfierradura, los costos dependientes de la duración de esta actividad son la de mano de obra directa e indirecta, la duración de la actividad se calcula a partir de la cantidad de enfierraduras y moldajes divididos en los rendimientos de

la mano de obra, como se muestra en la R_{Moldajes} : Rendimiento diario por persona de creación de moldajes.

- C_{MOD} : Cantidad de mano de obra directa asociada a la creación de enfierraduras y moldajes.
- $\%AS_{\text{MO}}$: Porcentaje de asignación para la mano de obra.
- CA_{MO} : Costo asignado a la mano de obra.
- CA_{MPD} : Costo asignado de materia prima directa.
- CA_{DEP} : Costo asignado por la depreciación de galleteros.

Ecuación 24, posteriormente, en la Ecuación 25 se calcula el porcentaje de asignación de los recursos dependientes de la duración de la actividad. El costo de la materia prima directa (fierros y madera) y otros CIF como alimentación y alojamiento, compra martillos y clavos se calcula a partir de la Ecuación 27. El costo asignado por la depreciación de galleteros se calcula en la Ecuación 28. Finalmente, el costo total de enfierraduras y moldajes se calcula a partir de la Ecuación 29.

- D : Duración en horas de creación de enfierraduras y moldajes en horas.
- $C_{\text{Enfierraduras}}$: Cantidad de enfierraduras.
- R_{Enf} : Rendimiento diario por persona de creación de enfierraduras.
- C_{Moldajes} : Cantidad de Moldajes.
- R_{Moldajes} : Rendimiento diario por persona de creación de moldajes.
- C_{MOD} : Cantidad de mano de obra directa asociada a la creación de enfierraduras y moldajes.
- $\%AS_{\text{MO}}$: Porcentaje de asignación para la mano de obra.
- CA_{MO} : Costo asignado a la mano de obra.
- CA_{MPD} : Costo asignado de materia prima directa.
- CA_{DEP} : Costo asignado por la depreciación de galleteros.

Ecuación 24: Duración de actividades de enfierraduras y moldajes

$$D = \frac{C_{\text{Enfierraduras}}}{R_{\text{Enf}} \times C_{\text{MOD}}} + \frac{C_{\text{Moldajes}}}{R_{\text{Moldajes}} \times C_{\text{MOD}}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 25: Asignación de costos para mano de obra enfierradura y moldajes

$$\%AS_{MO} = \frac{D}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 26: Costo asignado a la mano de obra

$$CA_{MO} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 27: costo asignado a la materia prima directa

$$CA_{MPD} = Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 28: Costo asignado de depreciación de galleteros

$$CA_{DEP} = \%AS \times DEP_{Mensual} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 29: Costo total de enfierradura y moldaje

$$Costo_{EM} = \sum_{items} Costo_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47: Parámetros y duración para enfierradura y moldajes

Parametros Enfierraduras y moldajes		
Cantidad de Enfierraduras	6	Enfierraduras
Rendimiento P.P. para Enfierraduras	0,5	E/dia pp
Duración en días	2	días
Duración en horas	18,0	horas
Parametros Moldajes		
Cantidad de moldajes	6	Moldajes
Rendimiento P.P. para Moldajes	0,3	Moldajes/día
Duración en días	5	días
Duración en horas	45,0	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48: Calculo de costo para enfierradura y moldajes

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Tipo costo
MPD	Fierros	100%	1.900	Kg	6	m3	11.400	583.400
	Madera	100%	22.000	Kg	26	m2	572.000	
MOI								413.636
	Supervisor OO.CC.	32%	1.300.000	Mes	1	Personal	413.636	
MOD	Maestros OO.CC.	32%	1.105.000	Mes	4	Personal	1.406.364	2.481.818
	Ayudantes OO.CC.	32%	845.000	Mes	4	Personal	1.075.455	
Otros CIF	Flete	100%	350.000	c/u	2	c/u	700.000	1.997.612
	Dep. Galleteros	100%	1.263	c/u	4	c/u	5.052	
						c/u	-	
	Clavos	100%	4.200	Kg	0,5	Kg	2.100	
	Dep. Martillos	100%	1.230	c/u	2	c/u	2.460	
	Alimentación y alojamiento	32%	506.000	Mes	8	Personal	1.288.000	
							5.476.467	5.476.467

Fuente: Elaboración propia

- **Hormigonado y pintado con pintura asfáltica:**

Dentro del hormigonado y pintado se agregaron costos asociados al volumen de hormigón para el enplantillado y hormigonado de fundaciones, el costo del hormigón se calcula a partir de la Ecuación 30, adicionalmente, se asignó el costo de remuneraciones del supervisor y de la mano de obra directa encargada del pintado de las fundaciones, a partir de la Ecuación 31 (donde se calcula la duración de pintado) y Ecuación 32 (donde se calcula el costo asignado a la mano de obra). Luego, se asociaron otros costos de fabricación como el flete para el hormigón, el laboratorio de hormigón, la pintura asfáltica, la alimentación y el alojamiento, calculados a partir de la Ecuación 34. Finalmente, el costo total se calcula como la suma del costo asignado a cada ítem, como se puede ver en la Ecuación 35.

- CA_{MPD} : Costo asignado a la materia prima directa.
- D : Duración de pintado de fundaciones en horas.
- $\%AS_{MO}$: Porcentaje de asignación de mano de obra.
- CA_{CIF} : Costo asignado a CIF.
- C_{EHM} : Costo total del enplantillado, hormigonado y pintado.

Ecuación 30: Costo asignado a materia prima directa

$$CA_{MPD} = V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 31: Duración de pintado de fundaciones

$$D = \frac{Cantidad_{pedestales}}{R \times C_{MOD}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 32: Asignación de costos de mano de obra

$$\%AS = \frac{D}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 33: Costo asignado a mano de obra

$$CA_{MO} = \%AS \times V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 34: Costo asignado a CIF de hormigonado y pintado

$$CA_{CIF} = V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 35: Costo total de hormigonado y moldajes

$$Costo_{EHM} = \sum_{items} Costo_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 49: Parámetros y duración para hormigonado y pintura asfáltica

Parametros Hormigonado		
Volumen de hormigón emplantillado	5,4	m3
Volumen de hormigón fundaciones	12,96	m3
Parametros de Pintura asfáltica		
Cantidad de fundaciones	6	c/u
Rendimiento de pintado P.P.	2	Fundaciones/día
Duración	1,5	Días
Duración en horas	13,5	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 50: Calculo del costo del hormigonado y pintado

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Tipo costo
MPD	Hormigón G10			m3			-	1.836.000
	Hormigón G20	100%	100.000	m3	18,4	m3	1.836.000	
MOI								88.636
	Supervisor OO.CC.	7%	1.300.000	Mes	1	Personal	88.636	
MOD	Maestro OO.CC.	7%	1.105.000	Mes	2	Personal	150.682	150.682
	Ayudante OO.CC.	7%					-	
Otros CIF	Flete	100%	350.000	c/u	2	c/u	700.000	895.000
	Laboratorio hormigón	100%	90.000	c/u	1		90.000	
	Pintura asfáltica	100%	5.000	Litro	5	Litros	25.000	
	Alimentación y alojamiento	7%	506.000	Mes pp	2	Personal	69.000	
	Brochas	100%	5.500	c/u	2	c/u	11.000	
							2.959.318	2.970.318

Fuente: Elaboración propia

Luego de calcular el costo asociado a las actividades de las fundaciones, para calcular el costo unitario de una fundación, se deberá sumar el costo total de la topografía de fundaciones, excavación y relleno, enfierraduras y moldajes, emplantillado, hormigonado y pintado de fundaciones, como se muestra en la Ecuación 36.

Ecuación 36: Costo unitario de fundación

$$CU_{Fundación} = C_{TOPF} + C_{EXC} + C_{MPT} + C_{EM} + C_{EHM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51: Costo unitario de construcción de fundación

Actividad	Costo
Topografía de fundaciones	385.727
Excavación y relleno	3.029.147
Instalación MPT	1.483.982
Armado de enfierradura y moldajes	5.471.345
Emplantillado y hormigonado	2.959.318
Costo total	13.329.519

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Caminos Principales y secundarios

- En primer lugar, en los caminos principales se utiliza como materia prima directa gravilla o base estabilizada, en este caso se utilizó gravilla, cuyo costo es asignado a partir de la

Ecuación 37. Por otro lado, la mano de obra de topógrafo y alarife se asignan de acuerdo con la duración de la topografía calculada en la Ecuación 38, su costo asignado se calcula dividiendo la duración de la topografía en el total de horas laborales del mes, como se muestra en la Ecuación 39. Los costos de operador de motoniveladora y arriendo de motoniveladora se asignan de acuerdo con la duración del nivelado calculado en la Ecuación 40 y su asignación de costo se calcula en la Ecuación 41. Adicionalmente, se debe considerar el costo de operador de rodillo y arriendo de rodillo, para esto se calculó la duración de compactación del camino a partir del rendimiento de compactado, como se muestra en la Ecuación 42 y la asignación de costo se calculó a partir de la Ecuación 43 y el supervisor de obras civiles se asocia a la suma de las duraciones de topografía, nivelado y compactado. La asignación del costo asignado al supervisor se calcula a partir de la suma de las duraciones de topografía, nivelado y compactado, como se muestra en la Ecuación 44. También se asignan costos de combustible de maquinaria, este costo se asigna a partir de la duración de utilización de cada maquinaria, como se muestra en la Ecuación 45. Finalmente, los fletes de

maquinaria se asignan según la duración de utilización de la maquinaria en el camino primario y secundario, como se muestra en la Ecuación 46.

Para calcular el costo total de la construcción de caminos, se suma el costo total de todos los ítems, a partir de la Ecuación 47 y el costo unitario por metro de camino se calcula a partir de la Ecuación 48.

- CA_{MPD} : Costo asignado a la materia prima para los caminos.
- D_{TOPC} : Duración de la topografía de los caminos en horas.
- R_T : Ratio de topografía del topógrafo por hora.
- C_{TOP} : Cantidad de topógrafos
- $\%AS_{TOP}$: Porcentaje de asignación de topógrafo a caminos.
- HLM : Horas Laborales del Mes.
- DMN : Duración de trabajos de la motoniveladora.
- $Largo_{camino}$: Largo del camino.
- R_{MN} : Rendimiento diario de la motoniveladora.
- C_{MN} : Cantidad de motoniveladoras.
- $\%AS_{MN}$: Porcentaje de asignación de costos de motoniveladora.
- D_{ROD} : Duración de compactado con rodillo.
- R_{ROD} : Rendimiento diario de compactado.
- C_{ROD} : Cantidad de rodillos.
- $\%AS_{Sup}$: Porcentaje de asignación de costos para el supervisor.
- $C_{combustible}$: Costo de combustible de maquinaria.
- D_{maq} : Duración de utilización de la maquinaria.
- $Litros_{hora}$: Cantidad de litros de combustible utilizados por la maquinaria en una hora.
- $Valor_{Litro}$: Valor de un litro de combustible.
- CA_{item} : Costo asignado a cada ítem.
- $CT_{caminos}$: Costo total de la construcción de los caminos.
- $CU_{caminos}$: Costo unitario de la construcción de los caminos (costo por metro de largo de camino).

Ecuación 37: Costo asignado a la materia prima

$$C_{AMPD} = V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 38: Duración de la topografía de caminos

$$D_{TOPC} = \frac{Largo_{camino}}{R_{TOP} \times C_{TOP}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 39: asignación de mano de obra para la topografía

$$\%AS_{TOP} = \frac{D_{TOP}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 40: Duración de trabajos de la motoniveladora

$$D_{MN} = \frac{Largo_{camino}}{R_{MN} \times C_{MN}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 41: Asignación de costos para la motoniveladora

$$\%AS_{MN} = \frac{D_{MN}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 42: Duración del trabajo echo por rodillos

$$D_{Rod} = \frac{Largo_{camino}}{R_{Rod} \times C_{Rod}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 43: Asignación de costos del rodillo

$$\%AS_{Rod} = \frac{D_{Rod}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 44: porcentaje de asignación del supervisor OO.CC: para caminos

$$\%AS_{Sup} = \frac{D_{TOP} + D_{MN} + D_{Rod}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 45:Costo asignado a combustibles de maquinaria

$$C_{combustible} = D_{maq} \times Litros_{dia} \times Valor_{Litro}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 46: Costo asignado a cada ítem

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 47: Costo total de construcción de caminos

$$CT_{Caminos} = \sum_{Items} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 48: Costo Unitario por metro de la construcción de caminos

$$CU_{Caminos} = \frac{CT_{Caminos}}{Metros_{caminos}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52: Duración y parámetros para caminos principales

Parametros para caminos Principales		
Largo de caminos	75	m
Ancho de camino	4	m
Espesor de camino de camino	0,15	m
Litros de bischofita	100	Litros
Rendimiento topografía	110	m/día
Rendimiento motoniveladora	15	m/día
Rendimiento de Relleno	200	m3/día
Rendimiento Rodillo	100	m3/día

Duración Topografía	0,7	Días
Duración de nivelado	5,0	Días
Duración compactación	0,8	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53: Calculo del costo de construcción de caminos principales

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	Gravilla	100%	22.500	m3	45	m3	1.012.500	12.656	1.012.500
	Base estabilizada	0%	12.000	m3	0	m3	-	-	
MOI	Supervisor OO.CC.	3%	1.300.000	Mes	1		40.289	504	40.289
MOD	Topógrafo	3%	1.560.000	Mes	1	Personal	48.347	604	376.033
	Alarife	3%	1.040.000	Mes	1	Personal	32.231	403	
	Operador Motoniveladora	23%	1.300.000	Mes	1	Personal	295.455	3.693	
Otros CIF	Arriendo Motoniveladora	23%	4.800.000	Mes	1		1.090.909	13.636	1.776.929
	Combustible Motoniveladora	23%	750	Mes	30	Litros	5.114	64	
	Flete Motoniveladora	23%	850.000		2	c/u	386.364	4.830	
	Arriendo GPS	3%	23.000	Mes	1	c/u	713	9	
	Alimentación y alojamiento	3%	506.000	Mes	3	Personal	47.045	588	
	Camión aljibe	0%	-		-	c/u	-	-	
	Arriendo Rodillo	3%	3.000.000	Mes	1	c/u	102.273	1.278	
	Combustible Rodillo	3%	750	Litro	20	Litros	511	6	
	Bischofita	100%	120	Litro	1200	Litros	144.000	1.800	
	Flete Bischofita	100%	425.000	c/u	2	c/u	850.000	10.625	
							3.205.751	40.072	3.205.751

Fuente: Elaboración propia

Para los caminos secundarios se realiza el mismo método de cálculo de asignaciones y costo unitario, con la única diferencia de que no lleva materia prima directa, ya que, el camino solo es una huella en la tierra.

Ilustración 54: Parámetros y duración de caminos secundarios

Parametros para caminos secundarios		
Largo de caminos	80	m
Ancho de camino	4	m
Espezo de camino de camino	0,15	m
Litros de bischofita	100	Litros
Rendimiento topografia	110	m/día
Rendimiento motoniveladora	15	m/día
Rendimiento de Relleno	200	m3/día
Rendimiento Rodillo	50	m3/día
Duración Topografia	0,7	Días
Duración de nivelado	5,3	Días
Duración compactación	1,6	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55: Cálculo del costo de caminos secundarios

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo metro	Tipo costo
MPD	Gravilla	0%	22.500	m3	0	m3	-	-	-
	Base estabilizada	0%	12.000	m3		m3	-	-	-
MOI			-						
	Supervisor OO.CC.	35%	1.300.000	Mes	1	Personal	452.672	5.658	452.672
MOD	Topógrafo	3%	1.560.000	Mes	1	Personal	51.570	645	618.843
	Alarife	24%	1.040.000	Mes	1	Personal	252.121	3.152	
	Operador Motoniveladora	24%	1.300.000	Mes	1	Personal	315.152	3.939	
Otros CIF	Arriendo Motoniveladora	24%	4.800.000	Mes	1	c/u	1.163.636	14.545	1.737.730
	Combustible Motoniveladora	24%	750	Mes	30	Litros	5.455	68	
	Flete Motoniveladora	24%	650.000		2	c/u	315.152	3.939	
	Arriendo GPS	3%	23.000	Mes	1	c/u	760	10	
	Alimentación y alojamiento	3%	506.000	Mes	2	Personal	33.455	418	
	Camión aljibe		-	c/u		c/u	-	-	
	Arriendo Rodillo	7%	3.000.000	Mes	1	c/u	218.182	2.727	
	Combustible Rodillo	7%	750	Litro	20	Litros	1.091	14	
	Bischofita	0%	120	Litro	0	Litros	-	-	
	Flete Bischofita	0%	425.000	c/u	0	c/u	-	-	
							2.809.245	35.116	2.809.245

Fuente: Elaboración propia

4.5 Montaje mecánico

4.5.1 Topografía de estructura

Para la topografía del montaje mecánico se asignaron los costos de mano de obra y depreciación del GPS a partir de la Ecuación 50, dividiendo la duración de topografía calculado a partir de la Ecuación 49, en el total de horas laborales del mes.

- D_{TOP} : Duración de la topografía de montaje mecánico en horas.
- C_{hincas} : Cantidad de hincas del parque fotovoltaico.
- R_{TOP} : Ratio diario por persona de topografía de marcado de hincas.
- C_{TOP} : Cantidad de topógrafos.
- $\%AS_{TOP}$: Porcentaje de asignación de costos de topografía.
- HLM : Horas Laborales del mes.

Ecuación 49: Duración de la topografía de estructura

$$D_{TOP} = \frac{C_{hincas}}{R_{TOP} \times C_{TOP}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 50: Asignación de costos para la mano de obra

$$\%AS_{TOP} = \frac{D_{TOP}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 51: Costo asignado para la mano de obra

$$CA_{TOP} = \%AS \times V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 56: Parámetros y duración de la topografía del montaje mecánico

Parámetros Topografía de montaje mecánico		
Cantidad de vigas	351	c/u
Rendimiento por topógrafo	115	u/día
Duración en días	3,1	Días
Duración en horas	27,5	Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 57: Cálculo del costo de topografía del montaje mecánico

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor de Montaje	16%	1.430.000	Mes	1	Personal	225.915	644	225.915
MOD	Topógrafo	14%	1.560.000	Mes	1	Personal	216.427	617	360.711
	Alarife	14%	1.040.000	Mes	1	Personal	144.285	411	
Otros CIF	Depreciación GPS	14%	36.111	Mes	1	Personal	5.010	14	145.410
	Alimentación y alojamiento	14%	506.000	Mes	2	Personal	140.400	400	
							732.037	2.086	732.037

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Perforado

En el perforado, se asociaron los costos de mano de obra, como supervisor, apoyo a maquinaria, arriendo de perforadora y operador de perforadora, en primer lugar, se calcula la duración de la

actividad, en la Ecuación 52, y posteriormente, se calcula su asignación de costos en la Ecuación 53. Los costos asociados a EPP por persona se prorratan entre el hincado y el perforado, como se puede ver en la Ecuación 54, ya que, en ambos trabaja el mismo personal de apoyo. Por otro lado, el costo de flete de perforadora está asignado al 100% al perforado, ya que la perforadora solo se utiliza en este proceso. Finalmente, se calcula el costo total sumando el costo asignado a cada ítem, como se muestra en la Ecuación 56 y el costo unitario por perforación se calcula a partir de la cantidad del costo total de la perforación, dividido en la cantidad de perforaciones como se muestra en la Ecuación 57.

- HUM_{Perf} : Horas de utilización de la maquinaria.
- $C_{Perforaciones}$: Cantidad de perforaciones.
- R_{Perf} : rendimiento diario de perforadora.
- $N_{Perforadoras}$: Numero de máquinas perforadoras.
- $\%AS$: porcentaje de asignación de recursos dependientes de la duración del perforado.
- HLM : Horas Laborales del Mes.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos de Elementos de Protección Personal.
- $CA_{ítem}$: Costo asignado a cada ítem.
- CT_{Perf} : Costo total del perforado.
- CU_{Perf} : Costo unitario por perforación.

Ecuación 52: Duración de perforado

$$HUM = \frac{C_{perforaciones}}{R_{Perf} \times N_{Perforadoras}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 53: Asignación de perforadora y mano de obra

$$\%AS = \frac{HUM}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 54: Costo de EPP asignado al perforado

$$\%AS_{EPP} = \frac{HUM_{Perf}}{HUM_{Perf} + HUM_{Hinc}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 55: Costo asignado a cada ítem

$$CA_{\text{ítem}} = \%As \times Valor_{\text{unitario}} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 56: Costo total de perforado

$$CT_{\text{Perf}} = \sum_{\text{ítem}} CA_{\text{ítem}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 57: Costo unitario por perforación

$$CU_{\text{Perf}} = \frac{CT_{\text{Perf}}}{C_{\text{Perforaciones}}}$$

I Fuente: Elaboración propia

Ilustración 58: Parámetros y duración del perforado

Parametros Perforado		
Cantidad de perforaciones	229	c/u
Rendimiento Perforadora	50	Perf./día
Duración en días	5	Días
Duración en horas	45,0	Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 59: Cálculo del costo del perforado

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor de Montaje	23%	1.430.000	Mes	2	Personal	650.000	2.838	650.000
MOD	Operador de perforadora	23%	1.300.000	Mes	1	Personal	295.455	1.290	930.682
	Maestro de perforación	23%	1.105.000	Mes	1	Personal	251.136	1.097	
	Ayudante de perforación	23%	845.000	Mes	2	Personal	384.091	1.677	
Otros CIF	Alimentación y alojamiento	23%	506.000	Mes/pp	4	Personal	460.000	2.009	6.198.713
	EPP por persona	38%	121.186	c/u	4	Personal	186.440	814	
	Arriendo Perforadora	23%	16.400.000	Mes	1	c/u	3.727.273	16.276	
	Flete perforadora	100%	650.000	flete	2	c/u	1.300.000	5.677	
	Combustible perforadora	23%	750	litro	140	Litros/día	525.000	2.293	
							7.779.395	33.971	7.779.395

Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Hincado

En el hincado, los costos de la mano de obra, arriendo de hincadora y combustible de hincadora se asignaron a partir de la duración de la actividad, de acuerdo con el rendimiento esperado de hincado diario de la hincadora, como se puede ver en la Ecuación 58, para calcular la asignación de costos se utiliza la Ecuación 59. Los costos asociados a EPP por persona se prorratean entre el hincado y el perforado, como se puede ver en la, ya que, en ambos trabaja el mismo personal de apoyo. Por otro lado, el costo de flete de hincadora está asignado al 100% al hincado, ya que la hincadora solo se utiliza en este proceso. Finalmente, el costo total del hincado se calcula a partir de la sumatoria

de los costos asignados a cada ítem y el costo unitario se calcula a partir del costo total de hincado, dividido en el total de hincas que se deberán hincar.

- HUM_{Hinc} : Duración en horas del hincado.
- C_{Hincas} : Cantidad de hincas.
- $R_{Hincadora}$: Rendimiento diario de hincadora.
- $N_{Hincadoras}$: Numero de máquinas hincadoras.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de costos a los recursos dependientes de la duración de hincado.
- HLM : Horas laborales del mes.
- $\%ASS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos a Elementos de Protección Personal para la mano de obra de hincado.
- CA_{item} : Costo asignado a cada ítem.
- CT_{Hinc} : Costo total del hincado.
- CU_{Hinc} : Costo unitario de hincado por cada hinca.

Ecuación 58: Duración de hincado

$$HUM_{Hinc} = \frac{C_{Hincas}}{R_{Hincadora} \times N_{Hincadoras}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 59: Asignación de hincadora y mano de obra

$$\%AS = \frac{HUM_{hinc}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 60: Porcentaje de asignación de costos de EPP a hincado

$$\%AS_{EPP} = \frac{HUM_{Hinc}}{HUM_{Perf} + HUM_{Hinc}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 61: Costo asignado a cada ítem

$$CA_{item} = \%AS \times V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 62: Costo total de hincado

$$CT_{Hinc} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 63: Costo unitario de hincado

$$CU_{Hinc} = \frac{CT_{Hinc}}{C_{Hincas}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 60: Parámetros y duración del hincado

Parametros Hincado		
Cantidad de Hincas	351	c/u
Rendimiento Hincadora	50	Hinca/día
Duración en días	8	Días
Duración en horas	72,0	Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 61: Calculo del costo de hincado

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor de Montaje	20%	2.080.000	total	1	Personal	416.000	1.185	1.185
MOD	Operador hincadora	36%	1.300.000	Mes	1	Personal	472.727	1.347	4.242
	Maestro de Hincado (Alineación)	36%	1.105.000	Mes	1	Personal	401.818	1.145	
	Ayudante de hincado	36%	845.000	Mes	2	Personal	614.545	1.751	
Otros CIF	Alimentación y alojamiento	36%	506.000	Mes	4	Personal	736.000	2.097	20.712
	EPP por persona	62%	121.186	Mes	4		298.304	850	
	Arriendo Hincadora	36%	12.500.000	Mes	1	c/u	4.545.455	12.950	
	Flete hincadora	100%	425.000	c/u	2	c/u	850.000	2.422	
	Combustible hincadora	100%	750	Litro	140	Litros/día	840.000	2.393	
							9.174.849	26.139	26.139

Fuente: Elaboración propia

4.5.4 Montaje de trackers

Para el montaje de *tracker*, la duración de la actividad se calcula a partir del rendimiento esperado por persona de los maestros montajistas, como se muestra en la Ecuación 64, luego, el porcentaje de asignación a cada recurso es calculado a partir de la razón entre la duración del montaje de *trackers* y el total de horas laborales del mes, como se puede ver en la Ecuación 65. Por otro lado, los costos asociados a EPP, depreciación de llaves de impacto, mantención de llaves de impacto, se prorratean a partir de la duración del montaje de *trackers* y el montaje de módulos como se muestra en la Ecuación 66. Además, en los CIF se considera un manipulador telescópico exclusivo para el apoyo del montaje de *trackers*, incluyendo al 100% el costo de flete de esta maquinaria, el costo de arriendo y combustible son calculados de acuerdo con la duración de la actividad, por otro

lado, los Elementos de Protección Personal (EPP), depreciación de llaves de impacto juegos de dados y mantención de llaves de impacto son prorrateados según la duración de las actividades de montaje de *tracker* y montaje de módulos, como se puede ver en la Ecuación 66. El costo asignado a cada ítem se calcula a partir de la Ecuación 67. Finalmente, el costo total del montaje de *trackers* se calcula a partir de la sumatoria de los costos totales de cada ítem, como se ve en la Ecuación 68, en la Ecuación 69 se muestra el cálculo del costo unitario del montaje de *trackers*.

- D_T : Duración del montaje de *trackers* en horas.
- $C_{Trackers}$: Cantidad de *trackers*.
- R_{MOD} : Rendimiento diario por persona de montaje de *trackers*.
- N_{MOD} : Número de personas en mano de obra directa.
- %AS: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes de la duración del montaje de *trackers*.
- HLM: Horas Laborales del Mes.
- $Prorratedo_T$: Costos asignados al montaje de *trackers* según el prorrateo de costos entre montaje de *trackers* y montaje de módulos.
- CA_{item} : Costo asignado a cada ítem.
- CT_T : Costo total del montaje de *trackers*.
- CU_T : Costo unitario del montaje de *trackers*.

Ecuación 64: Duración de montaje de trackers

$$D_T = \frac{C_{Trackers}}{R_{MOD} \times N_{MOD}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 65: Asignación de costos según duración de montaje de trackers

$$\%AS = \frac{D_T}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 66: Prorrateo de costos entre montaje de trackers y montaje de módulos

$$Prorratedo_T = \frac{D_T}{D_T + D_{MM}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 67: Costo asignado a la mano de obra

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 68: Costo total del montaje de trackers

$$CT_T = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 69: Costo unitario del montaje de trackers

$$CU_T = \frac{CT_T}{C_{Trackers}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 62: Parámetros y duración del montaje de trackers

Parametros Montaje de trackers		
Dias habiles del mes	22	días
Cantidad de trackers	39	c/u
Rendimiento por persona día	0,45	Trackers/día

Duración en días	9	Días
Duración en horas	81,0	Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 63: Calculo del costo de montaje de trackers

Tipo costo	Item	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	-
MOI	Supervisor de montaje	32%	1.430.000	Mes	1	c/u	455.000	97	455.000
MOD	Maestro de montaje mecánico	32%	1.105.000	Mes	10	Personal	3.515.909	751	3.515.909
	Avudante de montaje mecánico	32%	-	Mes	0		-	-	-
Otros CIF	EPP por persona	44%	37.380	c/u	10	c/u	163.538	35	
	Mantenición de llave de impacto	44%	23.750	c/u	6	c/u	62.344	13	
	Juegos de dados	44%	45.000	c/u	2	c/u	39.375	8	1.937.600
	Mantenicion de llaves de impacto	44%	23.750	c/u	6	c/u	62.344	13	
	Alimentación y alojamiento	32%	506.000	Mes	10	Personal	1.610.000	344	
							5.908.509	1.263	5.908.509

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Montaje de Módulos

Los costos asociados a la mano de obra del montaje de módulos se calcularon a partir de la duración de la actividad, la cual se calcula a partir del rendimiento esperado por persona de montaje de módulos por hora, como se muestra en la Ecuación 70, en la Ecuación 71 se calcula el porcentaje de asignación de costos de la mano de obra, dividiendo la duración del montaje de módulos en el total de horas laborales del mes. En otros CIF, los costos de Elementos de Protección Personal (EPP), de llaves de impacto, mantención de llaves de impacto y los juegos de dados se prorrataron

entre el montaje de *trackers* y el montaje de módulos, como se puede ver en la Ecuación 72. Posteriormente, el costo asignado a cada ítem se calcula a través del producto del porcentaje de asignación, el valor unitario y la cantidad, como se puede ver en la Ecuación 73. Por último, el costo total del montaje de módulos se calcula a través de la sumatoria de los costos asignados a cada ítem, como se muestra en la Ecuación 74, en la Ecuación 75, se calcula el costo unitario del montaje de módulos por cada unidad de módulo fotovoltaico.

- D_{MM} : Duración del montaje de módulos en horas.
- $C_{Módulos}$: Cantidad de módulos.
- R_{MOD} : Rendimiento diario por persona de montaje de módulos.
- N_{MOD} : Número de personal de mano de obra directa.

Ecuación 70: Duración del montaje de módulos

$$D_{MM} = \frac{C_{Módulos}}{R_{MOD} \times N_{MOD}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 71: Asignación de la mano de obra

$$\%AS = \frac{D_{MM}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 72: Prorratio de costos para el montaje de módulos

$$Prorratio_{MM} = \frac{D_{MM}}{D_T + D_{MM}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 73: Costo asignado de la mano de obra

$$CA_{item} = \%AS \times V_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 74: Costo total del montaje de módulos

$$CT_{MM} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 75: Costo unitario del montaje de módulos

$$CU_{MM} = \frac{CT_{MM}}{C_{Módulos}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 64: Parámetros y duración del montaje de módulos

Parametros Montaje de Módulos	
Días hábiles del mes	22 días
Cantidad de Módulos	4.680 c/u
Rendimiento por persona día	72 Módulos/día
Duración en días	7 Días
Duración en horas	63,0 Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 65: Cálculo del costo del montaje de módulos

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	-
MOI	Supervisor de montaje	32%	1.430.000	Mes	1	c/u	455.000	97	455.000
MOD	Maestro de montaje mecánico	32%	1.105.000	Mes	10	Personal	3.515.909	751	3.515.909
	Ayudante de montaje mecánico	32%	-	Mes	0		-	-	
Otros CIF	EPP por persona	44%	37.380	c/u	10	c/u	163.538	35	2.190.256
	Llave de impacto	44%	120.000	c/u	6	c/u	315.000	67	
	Juegos de dados	44%	45.000	c/u	2	c/u	39.375	8	
	Mantenimiento de llaves de impacto	44%	23.750	c/u	6	c/u	62.344	13	
	Alimentación y alojamiento	32%	506.000	Mes	10	Personal	1.610.000	344	
							6.161.165	1.316	6.161.165

Fuente: Elaboración propia

4.6 Montaje eléctrico Baja Tensión (BT)

4.6.1 Conexión de módulos

Para el conexionado de módulos se consideraron dentro de la mano de obra directa a los maestros eléctricos, junto con sus ayudantes, donde el costo asignado viene dado por la duración de la actividad, calculada a partir de la cantidad y el rendimiento esperado de conexionado de módulos de los maestros eléctricos, como se muestra en la, luego la asignación de costos

La duración de esta actividad se, como se muestra en la Ecuación 76, la duración de la actividad se calcula a partir de cantidad de módulos a conectar, dividido en el ratio de conexionado de módulos multiplicado por la cantidad de maestros eléctricos. Posteriormente, la asignación de costos para la mano de obra se calculó a partir de la duración de la actividad dividido en el total de horas hábiles del mes, como se calcula en la Ecuación 77.

Por otro lado, la asignación de EPP se calculó a partir de la proporción entre las horas trabajadas en esta actividad y la suma de la duración de todas las actividades en las que trabajan

los ayudantes y los maestros eléctricos, como se muestra en la Ecuación 78. Posteriormente, el costo asignado a cada ítem se calcula a partir del producto del porcentaje de asignación de costos de cada ítem, por su valor unitario y la cantidad de unidades de cada recurso, como se muestra en la Ecuación 79. Finalmente, el costo total del conexionado de módulos se calcula como la sumatoria de los costos asignados a cada ítem, a partir de la Ecuación 80 y el costo unitario por cada módulo conexionado, se calcula dividiendo el costo total en la cantidad de módulos, como se puede ver en la Ecuación 81.

- D_{conM} : Duración del conexionado de módulos.
- $C_{módulos}$: Cantidad de módulos.
- R_{conM} : Ratio diario por persona de conexionado de módulos.
- N_E : Cantidad de mano de obra directa de eléctricos.
- %AS: Porcentaje de asignación de costos a recursos dependientes de la duración del conexionado de módulos.
- HLM: Horas Laborales del Mes.
- %AS_{EPP}: Porcentaje de asignación de costos de Elementos de Protección Personal.
- $CA_{ítem}$: Costo asignado a cada ítem.
- CT_{conM} : Costo total del conexionado de módulos.
- CU_{conM} : Costo unitario del conexionado de modulos por modulo conexionado.

Ecuación 76: Duración de conexionado de módulos

$$D_{conM} = \frac{C_{módulos}}{R_{conM} \times C_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 77: Asignación de costos de la mano de obra

$$\%AS = \frac{D_{conM}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 78: Porcentaje de asignación de EPP

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{conM}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 79: Costo asignado a la mano de obra

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 80: Costo total del conexionado de módulos

$$CT_{conM} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 81: Costo unitario del conexionado de módulos

$$CU_{conM} = \frac{CT_{conM}}{C_{módulos}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 66: Parámetros y duración de conexionado de módulos

Parametros de conexionado de modulos		
Cantidad de conexiones	4.680	c/u
Ratio de conexionado de modulos pp	550	CB/Dia pp
Duración en Dias	2,4	Dias
Duración en horas	21,3	horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 67: Calculo del costo de conexionado de módulos

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI							-	-	
	Supervisor Eléctrico	11%	1.430.000	Mes	1	Personal	153.636	279	153.636
MOD	Maestros Eléctricos	11%	1.105.000	Mes	2	Personal	237.438	432	419.008
	Ayudantes Eléctricos	11%	845.000	Mes	2	Personal	181.570	330	
	Alimentación y alojamiento	11%	506.000	Mes	4	Personal	217.455	395	
Otros CIF	EPP	3%	121.186	c/u	4	Personal	15.388	28	316.055
	Crimpeadoras	14%	32.000	c/u	3	Personal	13.013	24	
	Trinquete aislado	100%	7,5	c/u	9.360	c/u	70.200	128	
							818.499	1.488	888.699

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 Montaje de combiner boxes

En el montaje de *combiner boxes*, los recursos que son dependientes de la duración de la actividad son la mano de obra y la alimentación y alojamiento. Para calcular la duración del montaje de *combiner boxes*, se calculó a partir de la cantidad de trabajo, dividido en el rendimiento esperado de montaje de *combiner box* multiplicado por la cantidad de maestros eléctricos, como se muestra en la Ecuación 82, luego, para calcular la asignación de costos se divide la duración del montaje de *combiner boxes* en el total de horas laborales del mes, como se muestra en la Ecuación 83.

Los EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se muestra en la

Ecuación 84. Posteriormente, se calcula el costo asociado a cada ítem, a partir del producto de la asignación de costo de cada recurso, por su valor unitario y su cantidad, como se muestra en la Ecuación 85. Finalmente, se calcula el costo total del montaje de *combiner boxes* como la sumatoria del costo de cada ítem, como se puede ver en la Ecuación 86 y el costo unitario es calculado a partir de la división del costo total en la cantidad de *combiner boxes* Ecuación 87.

- D_{CB} : Duración del montaje de *combiner box*.
- C_{CB} : Cantidad de *combiner boxes* que se dene montar.
- R_{CB} : Ratio diario por persona de montaje de *combiner box*.
- N_{ME} : Numero de maestros eléctricos.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes de la duración de montaje de *combiner boxes*.
- HLM : Horas laborales del mes.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos de Elementos de Protección Personal.
- CT_{CB} : Costo total de montaje de *combiner boxes*.
- CU_{CB} : Costo unitario de montaje de *combiner boxes*.

Ecuación 82: Duración de montaje de *combiner boxes*

$$D_{CB} = \frac{C_{CB}}{R_{CB} \times N_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 83: Porcentaje de asignación de costos *combiner boxes*

$$\%AS = \frac{D_{CB}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 84: Porcentaje de asignacion de costos de EPP *combier boxes*

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{CB}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 85: Costo asignado a cada ítem del montaje de *combiner boxes*

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 86: Costo total del montaje de combiner boxes

$$CT_{CB} = \sum_{\text{ítem}} CA_{\text{ítem}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 87: Costo unitario de combiner boxes

$$CU_{CB} = \frac{CT_{CB}}{C_{CB}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 68: Parámetros y duración de montaje de combiner boxes

Parametros de montaje de combiner box		
Cantidad de combiner box	13	c/u
Ratio de montaje	2	CB/Dia pp
Duración en Dias	1,625	Dias

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 69: Cálculo del costo del montaje de combiner boxes

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	Malla metalica	100%	68.000	m2	14	m2	952.000	865.140	952.000
MOI	Supervisor Eléctrico	7%	1.430.000	Mes	1	Personal	105.625	95.988	105.625
MOD	Maestros Eléctricos	7%	1.105.000	Mes	3	Personal	244.858	222.517	244.858
	Ayudantes Eléctricos	7%	845.000	Mes	2	Personal	124.830	113.440	124.830
							-	-	-
	Alimentación y alojamiento	7%	506.000	Mes	5	Personal	186.875	169.825	186.875
Otros CIF	EPP	2%					-	-	-
							-	-	-
							1.614.188	1.466.910	1.614.188

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Conexionado de cable solar a combiner boxes

En el proceso de conexionado de módulos, el costo de la mano de obra, la alimentación y el alojamiento se ven afectadas por la duración del proceso, la cual se calcula a partir de la Ecuación 88, para luego calcular la asignación de costos en la Ecuación 89, mientras que el caballete se prorratea en razón entre duración de este proceso y las todos los procesos en los que se utilice. El costo de conectores y terminales se asigna completamente según la cantidad que se requiera. Los EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas en las que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se puede ver en la Ecuación 90. En la Ecuación 91 se puede ver el cálculo para el costo asignado a cada ítem. Finalmente, en la Ecuación 92 se calcula el costo total del conexionado de cable solar y en Ecuación 93 se calcula el costo unitario por cada metro de cable solar.

- D_{CCS} : Duración del conexionado de cable solar.
- C_{CCS} : Metros de longitud total de cable solar.
- R_{CCS} : Ratio diario por persona de conexionado de cable solar.
- N_E : Numero de mano de obra directa eléctricos.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de costos a conexionado de cable solar.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de EPP a conexionado de cable solar.
- CA_{CCS} : Costo asignado de cada ítem de conexionado de cable solar.
- CT_{CCS} : Costo total de conexionado de cable solar.
- CU_{CCS} : Costo unitario de conexionado de cable solar.

Ecuación 88: Duración del conexionado de cable solar

$$D_{CCS} = \frac{C_{CCS}}{R_{CCS} \times N_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 89: Porcentaje de asignación de costos al conexionado de cable solar

$$\%AS = \frac{D_{CCS}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 90: Porcentaje de asignación de costos para EPP cable solar

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{CCS}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 91: Costo asignado a cada ítem de conexionado cable solar

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 92: Costo total del conexionado del cable solar

$$CT_{CCS} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 93: Costo unitario de conexionado de cable solar

$$CU_{CCS} = \frac{CT_{CCS}}{C_{CCS}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 70: Parámetros y duración del conexionado de cable solar a CB

Parametros de conexionado de cable solar - CB		
Metros de cable solar	22.611	metros
Ratios de conexión de cable solar-CB	300	Conexiones/día pp
Duración en días	15,1	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 71: Cálculo del costo de conexionado de cable solar

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD				Mes			-	-	
MOI							-	-	
	Supervisor Eléctrico	69%	1.430.000	Mes	1	Personal	979.810	43	979.810
	Maestros Eléctricos	69%	1.105.000	Mes	3	Personal	2.271.378	100	
MOD	Ayudantes Eléctricos	69%	845.000	Mes	2	Personal	1.157.957	51	3.429.335
							-	-	
Otros CIF	Alimentación y alojamiento	69%	506.000	Mes	5	Personal	1.733.510	77	
	Cabalete	15%	560.000	c/u	1	c/u	84.000	4	
	Conectores	100%	380	c/u	500	c/u	190.000	8	2.082.390
	Terminales	100%	32	c/u	2.340	c/u	74.880	3	
	EPP	20%					-	-	
							6.491.535	287	6.491.535

Fuente: Elaboración propia

4.7 Costeo para instalación eléctrica subterránea en zanjas

En este punto, se considerarán las instalaciones eléctricas subterráneas de baja tensión, CCTV y media tensión, para las cuales se utilizan el mismo tipo de recursos, cabe mencionar, que, para el costeo de cada una de estas zanjas, finalmente se utilizarán distintos parámetros como la longitud, profundidad o ancho de la zanja, donde es que se diferencian.

4.7.1 Topografía de zanjas

En la topografía de zanjas de baja tensión, los recursos dependientes de la duración de la actividad son toda la mano de obra, la alimentación, alojamiento y la depreciación del sistema GNSS para el topógrafo. La duración de la actividad se calcula a partir de la cantidad de metros de zanja que debe marcar el topógrafo, dividido en el rendimiento esperado de marcado de zanjas, multiplicado por la cantidad de topógrafos, como se muestra en la Ecuación 94, luego en la Ecuación 95, se divide el total de horas de duración de la topografía, en el total de horas laborables en el mes. Para calcular la asignación de costos de EPP se divide la duración de topografía en el total de duración de todas las actividades de topografía, como se muestra en la Ecuación 96. Posteriormente se multiplicaría la asignación de cada recurso por el valor mensual y la cantidad de recursos como se muestra en la Ecuación 97. En la Ecuación 98, se calcula el costo total como la sumatoria de costo de todos los recursos de la topografía de zanjas y en la Ecuación 99 se calcula el costo unitario por metro largo de la zanja.

- D_{TopZ} : Duración de la topografía de zanjas
- $Largo_{Zanja}$: Metros de largo de la zanja.
- R_{Top} : Ratio de marcado topográfico.
- N_{Top} : Numero de mano de obra directos eléctricos.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de costos a topografía de zanjas
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de EPP.
- CA_{item} : Costo asignado de cada ítem de topografía de zanjas.
- CT_{TopZ} : Costo total de topografía de zanjas.
- CU_{TopZ} : Costo unitario de topografía de zanjas.

Ecuación 94: Duración de la topografía de zanjas

$$D_{TopZ} = \frac{Largo_{zanja}}{R_{Top} \times N_{Top}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 95: Porcentaje de asignación de topografía de zanjas

$$\%AS = \frac{D_{TopZ}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 96: Porcentaje de asignación de costos de EPP topografía de zanjas

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{TopZ}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 97: Costo asignado a cada ítem

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 98: Costo total de la topografía de zanjas

$$CT_{TopZ} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 99: Costo unitario de topografía de zanjas

$$CU_{TopZ} = \frac{CT_{TopZ}}{C_{TopZ}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 72: Parámetros y duración para la topografía de zanjas

Parametros para Topografia de Zanjas BT		
Metros lineales de Zanja	786	m
Rendimiento Topografia	150	m/dia
Duración en días	5,2	Dias

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 73: Cálculo del costo de la topografía de zanjas

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	-
MOI	Supervisor OO.CC.	24%	1.300.000	Mes	1	Personal	309.636	394	309.636
MOD	Topógrafo	24%	1.560.000	Mes	1	Personal	371.564	473	619.273
	Alarife	24%	1.040.000	Mes	1	Personal	247.709	315	
Otros CIF	Arriendo de GPS	24%	125.000	Mes	1	Personal	29.773	38	270.813
	Alimentación y alojamiento	24%	506.000	Mes	2	Personal	241.040	307	
							1.199.722	1.526	1.199.722

Fuente: Elaboración propia

4.7.2 Excavación y relleno de zanjas

Dentro de la excavación y relleno de zanjas de baja tensión, los recursos que son dependientes de la duración de la actividad son toda la mano de obra, el arriendo de retroexcavadora, el combustible de retroexcavadora y la alimentación y alojamiento. La duración de esta actividad viene dada a partir de la suma de las duraciones de excavado de la totalidad del volumen de la zanja, más la duración de relleno de zanja con el volumen de arena y material excavado, como se muestra en la Ecuación 100. Luego, para calcular la asignación del costo de cada los recursos dependientes de la duración de la actividad, se dividió la duración total de la actividad en la cantidad de horas laborales del mes, como se puede ver en la Ecuación 101. En la Ecuación 102, se calcula la asignación de costos de elementos de protección personal a partir de la duración de la excavación de zanjas, dividido en la duración de todas las actividades que requieran de maestros de obras civiles. Posteriormente, en la Ecuación 103 se multiplica la asignación por el valor mensual de cada recurso por la cantidad de recursos. En caso de la materia prima directa, la arena se asigna al 100% a esta actividad de acuerdo con el volumen de arena que deben llevar estas zanjas de baja tensión. Finalmente, en la Ecuación 104 se calcula el costo total de la excavación y relleno de zanja, a partir de la sumatoria de costos de cada ítem y en la Ecuación 105, se calcula el costo unitario por metro lineal de largo de la zanja.

- D_{ExcZ} : Duración de excavación de zanja en horas.
- V_{Zanja} : Volumen de la zanja.
- R_{ExcZ} : Ratio de excavación de zanjas de la retroexcavadora.
- N_{Retro} : Número de retroexcavadoras.

- R_{Relleno} : Ratio de relleno de zanjas de la retroexcavadora.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de recursos dependientes del tiempo.
- HLM : Horas Laborales del Mes.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos de EPP.
- CT_{ExcZ} : Costo total de excavación y relleno de zanjas.
- CU_{ExcZ} : Costo unitario de excavación y relleno de zanjas.

Ecuación 100: Duración de excavación y relleno de zanjas

$$D_{ExcZ} = \frac{V_{Zanja}}{R_{Exc} \times N_{Retro}} + \frac{V_{Zanja}}{R_{Relleno} \times N_{Retro}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 101: Porcentaje de asignación de excavación y relleno de zanjas

$$\%AS = \frac{D_{ExcZ}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 102: Porcentaje de asignación de costos de EPP excavación y relleno de zanjas

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{ExcZ}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 103: Costo asociado a cada ítem

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 104: Costo total de excavación y relleno de zanjas

$$CT_{ExcZ} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 105: Costo unitario de excavación y relleno de zanjas

$$CU_{ExcZ} = \frac{CT_{ExcZ}}{V_{Zanja}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 74: Parámetros y duración de excavación y relleno de zanjas

Parametros para Excavación y relleno de Zanjas BT		
Dias habiles del mes	22	dias
Metros de largo de Zanja	786	m
Metros de ancho de Zanja	1	m
Metros de profundidad Zanja	0,8	m
Altura de tapado con arena	0,45	m
Volumen de Excavación	628,8	m3
Volumen de relleno con material Excavado	275,1	m3
Rendimiento Excavación Retroexcavadora	75	m3/día
Rendimiento Colocación de arena	250	m3/día
Rendimiento de relleno final Retroexcavadora	250	m3
Volumen de arena	353,7	m3

Duración en días de excavacion de zanja	8,4	Dias
Duración en días Relleno con arena	3	Dias
Duración en Días de Relleno final	1,1	Dias

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 75: Cálculo del costo de la excavación y relleno de zanjas

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	Arena	100%	20.000	m3	353,7	m3	7.074.000	9.000	7.074.000
MOI	Supervisor OO.CC.	57%	1.300.000		1	Personal	746.224	949	746.224
MOD	Operador retroexcavadora	57%	1.300.000	Mes	1	Personal	746.224	949	2.499.849
	Maestro OO.CC.	57%	1.105.000	Mes	2	Personal	1.268.580	1.614	
	Ayudante OO.CC.	57%	845.000	Mes	1	Personal	485.045	617	
Otros CIF	Flete Arena	100%	650.000	c/u	6	c/u	3.900.000	4.962	7.752.387
	Arriendo Retroexcavadora	57%	4.950.000	Mes	1	c/u	2.841.390	3.615	
	Combustible Retroexcavadora	38%	850	Litro	40	Litros/día	12.957	16	
	Flete Retroexcavadora	10%	450.000	c/u	2	c/u	90.000	115	
	Martillo Hidraulico manual		-				-	-	
	Martillo Hidraulico Retroexcav.		-				-	-	
	Cinta de peligro eléctrico	100%	47	m	786	m3	36.680	47	
	Alimentación y alojamiento	57%	506.000	Mes	3	Personal	871.360	1.109	
							18.072.460	22.993	18.072.460

Fuente: Elaboración propia

4.7.3 Tendido de cable puesto a tierra

Para el tendido del cable puesto a tierra, los recursos dependientes del tiempo son toda la mano de obra, el caballete, la alimentación y alojamiento, el arriendo de manipulador telescópico y el combustible para el manipulador telescópico. La duración de esta actividad viene dada por los metros de largo del cable, dividido en el rendimiento de tendido de cable por persona, multiplicado por la cantidad de personas, como se muestra en la Ecuación 106, luego, el porcentaje de asignación de costos se calcula como la duración en horas, dividido en el total de horas laborales en el mes, como se muestra en la Ecuación 107. Los EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se puede ver en la Ecuación 108. Finalmente, se calcula el costo total

del tendido de cable puesto a tierra a partir de la Ecuación 110 y en la Ecuación 111, se calcula el costo unitario por metro de longitud del cable puesto a tierra.

- D_{CPTZ} : Duración de tendido de cable puesta a tierra en zanjas de baja tensión.
- C_{CPTZ} : Cantidad de metros de cable puesto a tierra que se debe tender.
- R_{TCPT} : Ratio por persona por hora de tendido de cable puesta a tierra.
- N_E : Numero de mano de obra eléctricos.
- $\%AS$: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes del tiempo.
- HLM : Horas Laborales del Mes.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos de EPP.
- CA_{item} : Costo total asignado a cada ítem.
- CT_{CPTZ} : Costo total de tendido de cable puesto a tierra.
- CU_{CPTZ} : Costo unitario por metro de tendido de cable puesto a tierra.

Ecuación 106: Duración del tendido de cable puesto a tierra

$$D_{CPTZ} = \frac{C_{CPTZ}}{R_{TCPT} \times N_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 107: Porcentaje de asignación de costos de cable puesta a tierra

$$\%AS = \frac{D_{CPTZ}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 108: Porcentaje de asignación de costos de EPP CPT

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{CPTZ}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 109: Costo asignado a cada ítem de CPT zanjas

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 110: Costo total de tendido de cable puesto a tierra de zanjas

$$CT_{CPTZ} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 111: Costo unitario de tendido de cable puesto a tierra de zanjas

$$CU_{CPTZ} = \frac{CT_{CPTZ}}{C_{CPTZ}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 76: Parámetros y duración del tendido de MPT BT

Parametros para Tendido MPT BT		
Largo de Zanja	786	m
Rendimiento tendido cable P.P.	300	m/día pp
Duración en días	3	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 77: Calculo del costo de tendido MPT BT

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI							-	-	
	Supervisor Electrico	12%	1.430.000	Mes	1	Personal	170.300	217	170.300
MOD	Maestro Eléctrico	12%	1.105.000	Mes	1	Personal	131.595	167	
	Ayudante Eléctrico	12%	845.000	Mes	1	Personal	100.632	128	232.227
	Operador Manipilador T.	12%	1.300.000		1	Personal			
Otros CIF	Caballote	12%	560.000	c/u	1	c/u	66.691	85	
	Alimentación y alojamiento	12%	506.000	Mes	2	Personal	120.520	153	
	Arriendo Manipulador T.	12%	5.000.000	Mes	1	c/u	595.455	758	903.790
	Combustible manipulador T.	12%	412.500	Litros/Mes	1	c/u	49.125	63	
	Flete Manipulador T.	8%	450.000	c/u	2	c/u	72.000	92	
	EPP	4%					-	-	
							1.306.318	1.662	1.306.318

Fuente: Elaboración propia

4.7.4 Tendido de cable conductor

En el tendido de cable conductor, los costos de la mano de obra, caballote, alimentación y alojamiento se calcularon en función de la duración de la actividad, como se muestra en la Ecuación 112, en la Ecuación 113 se muestra la asignación de costos para estos recursos. En la Ecuación 114 los costos de EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, posteriormente, en la Ecuación 115 se calcula el costo asignado a cada ítem del tendido del cable conductor. Finalmente, en la Ecuación 116 se muestra el cálculo para el costo total del tendido de cable conductor y en la Ecuación 117 se calculó el costo unitario por metro de cable conductor.

- D_{CCond} : Duración de tendido de cable conductor.
- C_{CCond} : Cantidad de metros de cable conductor que se debe tender.
- R_{CCond} : Ratio por persona diario de tendido de cable conductor.
- N_E : Número de mano de obra eléctricos.

- %AS: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes de la duración del tendido de cable.
- CT_{CCond} : Costo total de tendido de cable conductor.
- CU_{CCond} : Costo unitario por metro de tendido de cable conductor.

Ecuación 112: Duración del tendido del cable conductor

$$D_{CCond} = \frac{C_{CCond}}{R_{CCond} \times N_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 113: Asignación de costos del tendido de cable conductor

$$\%AS = \frac{D_{CCond}}{HLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 114: Porcentaje de asignación de costos de EPP

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{CCond}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 115: Costo asignado a cada ítem del tendido de cable conductor

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 116: Costo total del tendido de cable conductor

$$CT_{CCond} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 117: Costo unitario del tendido de cable conductor

$$CU_{CCond} = \frac{CT_{CCond}}{C_{CCond}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 78: Parámetros y duración de instalación cable conductor BT

Parámetros para instalación de Cable BT 400mm2	
Metros de cable	6105 m
Rendimiento tendido cable P.P.	100 m/día
Duración en días	15 Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 79: Cálculo del costo de instalación del cable conductor BT

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor Electrico	69%	1.430.000	Mes	1	Personal	988.110	162	988.110
MOD	Maestro Eléctrico	69%	1.105.000	Mes	4	Personal	3.054.158	500	4.221.925
	Ayudante Eléctrico	69%	845.000	Mes	2	Personal	1.167.766	191	
Otros CIF	Caballote	69%	560.000	Mes	1	c/u	386.952	63	2.633.235
	EPP	20%	121.186	Mes	6	c/u	148.449	24	
	Alimentación y alojamiento	69%	506.000	Mes	6	Personal	2.097.834	344	
							7.843.269	1.285	7.843.269

Fuente: Elaboración propia

4.7.5 Colocación de ductos HDPE

En la colocación de ductos de HDPE, los costos de mano de obra, alimentación y alojamiento se asignaron en función del tiempo de duración de la colocación de ductos HDPE, la cual se calcula a través de la Ecuación 118, luego, en Ecuación 119 se muestra el cálculo de la asignación de costos a los recursos dependientes de la duración de la actividad. Los costos de EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se puede ver en la Ecuación 120. Finalmente, en la Ecuación 121, se calculó el costo total de cada ítem de la colocación de ductos HDPE. Finalmente, se calculó el costo total de la colocación de ductos HDPE a partir de la sumatoria de costos de cada ítem, como se puede ver en la Ecuación 122 y en la Ecuación 123, se calcula el costo unitario por cada metro de ducto HDPE.

- D_{HDPE} : Duración de colocación de ducto HDPE.
- C_{HDPE} : Cantidad de metros de colocación de ducto HDPE.
- R_{HDPE} : Ratio por persona diario de colocación de ducto HDPE.
- N_E : Número de mano de obra eléctricos.
- %AS: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes de la duración del tendido de cable.
- CT_{HDPE} : Costo total de colocación de ducto HDPE.
- CU_{HDPE} : Costo unitario por metro de colocación de ducto HDPE.

Ecuación 118: Duración de colocación de ductos HDPE

$$D_{HDPE} = \frac{C_{HDPE}}{R_{HDPE} \times N_{CB}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 119: Porcentaje de asignación de costos de colocación de ductos HDPE

$$\%AS = \frac{D_{HDPE}}{DLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 120: Porcentaje de asignación de costos de colocación de ductos HDPE

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{HDPE}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 121: Costos asignados a la colocación de ductos HDPE

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 122: Costo total de colocación de ductos HDPE

$$CT_{HDPE} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 123: Costo unitario de colocación de ductos HDPE

$$CU_{HDPE} = \frac{CT_{HDPE}}{C_{HDPE}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 80: Parámetros y duración de la instalación de ductos

Parametros para Colocación de ducto		
Metros de Ducto	3900	m
Rendimiento colocación ducto	350	m/día
Duración en días	11,1	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 81: Cálculo del costo para la instalación de ductos

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	-
MOI	Supervisor Electrico	51%	1.430.000	Mes	1	Personal	724.286	186	724.286
MOD	Maestro Eléctrico	51%	1.105.000	Mes	2	Personal	1.119.351	287	1.975.325
	Ayudante Eléctrico	51%	845.000	Mes	2	Personal	855.974	219	
Otros CIF	Alimentación y alojamiento	51%	506.000	Día	4	Personal	1.025.143	263	1.097.685
	EPP	15%	121.186	c/u	4	Personal	72.542	19	
							3.797.295	974	3.797.295

Fuente: Elaboración propia

4.7.6 Instalación de cable de información

En la actividad de instalación de cable de información, los costos de la mano de obra, caballete, alimentación y alojamiento se calcularon en función de la duración de la actividad, calculada a partir de la cantidad de metros de cable de información, dividido en el ratio de instalación diario por persona y multiplicado por la cantidad de personas, como se muestra en la Ecuación 124, en la Ecuación 125 se muestra el cálculo del porcentaje de asignación para estos recursos. Luego, los costos de EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se muestra en la Ecuación 126. En la Ecuación 127 se calcula el costo asignado a cada ítem, a partir del porcentaje de asignación de costos, multiplicado por el valor unitario, por la cantidad de unidades utiliza. Finalmente, a través de la Ecuación 128 se calculó el costo total de la instalación del cable de información y en la Ecuación 129, se muestra el cálculo para el costo unitario por metro de cable de información.

- D_{Cinf} : Duración de instalación de cable de información.
- C_{Cinf} : Cantidad de metros de instalación de cable de información.
- R_{Cinf} : Ratio por persona diario de instalación de cable de información.
- N_E : Número de mano de obra eléctricos.
- %AS: Porcentaje de asignación de costos de recursos dependientes de la duración de instalación de cable de información.
- CT_{Cinf} : Costo total de instalación de cable de información.
- CU_{Cinf} : Costo unitario por metro de instalación de cable de información.

Ecuación 124: Duración de instalación del cable de información

$$D_{Cinf} = \frac{C_{Cinf}}{R_{Cinf} \times N_{CB}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 125: Porcentaje de asignación de costos de instalación de cable de información

$$\%AS = \frac{D_{Cinf}}{DLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 126: Porcentaje de asignación de costos de EPP de instalación de cable de información

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{Cinf}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 127: Costo asignado a cada ítem de instalación de cable de información

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 128: Costo total de instalación de cable de información

$$CT_{Cinf} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 129: Costo unitario de instalación de cable de información

$$CU_{Cinf} = \frac{CT_{Cinf}}{C_{Cinf}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 82: Parámetros y duración para la instalación del cable de información BT

Parametros para instalación de cable de información		
Metros de Ducto	720	m
Rendimiento instalación de cable de información	350	m/día
Duración en días	2,06	Días

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 83: Cálculo del costo del cable de información

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	-
MOI	Supervisor Electrico	9%	1.430.000	Mes	1	Personal	133.714	186	133.714
MOD	Maestro Eléctrico	9%	1.105.000	Mes	2	Personal	206.649	287	364.675
	Ayudante Eléctrico	9%	845.000	Mes	2	Personal	158.026	219	
Otros CIF	Alimentación y alojamiento	9%	506.000	Dia	4	Personal	189.257	263	241.991
	Caballote	9%	560.000	mes	1	c/u	52.364	73	
	EPP	3%	3.348	c/u	4	c/u	370	1	
							740.380	1.028	740.380

Fuente: Elaboración propia

4.7.7 Instalación de arquetas

Para la instalación de arquetas, se debe considerar que las arquetas son transportadas y posicionadas a través de un camión pluma y posteriormente perforadas y conexas por la mano de obra directa, por lo tanto, para calcular el costo de esta actividad, se debe calcular la duración de cada actividad por separado, como se muestra en la Ecuación 130, luego, para calcular el porcentaje de asignación de el arriendo de camión pluma y su combustible, se dividió la duración de colocación

de arquetas, en el total de horas laborales del mes, como se puede ver en la Ecuación 131, para calcular el porcentaje de asignación de la mano de obra y depreciación de herramientas, se dividió la duración del conexionado de arquetas, en el total de horas laborales del mes, como se muestra en la Ecuación 132 y para calcular el porcentaje de asignación de costos de camión pluma, se dividió la duración de la colocación de arquetas en el total de horas laborales del mes, como se muestra en la Ecuación 133. Los EPP son prorrateados a partir de la duración de esta actividad entre la duración de todas las actividades eléctricas que participen los ayudantes y maestros eléctricos, como se muestra en la Ecuación 134. Finalmente, el costo de cada ítem se calcula multiplicando el porcentaje de asignación por el valor unitario, por la cantidad de unidades del recurso, a partir de la Ecuación 135, el costo total se calcula como la suma del costo de cada ítem, como se muestra en la Ecuación 136 y el costo unitario se calcula a partir de la cantidad de arquetas a partir de la Ecuación 137.

- D_{ME} : Duración del conexionado de arquetas por mano de obra directa.
- D_{Cpluma} : Duración de colocación de arquetas por camión pluma.
- $C_{Arquetas}$: Cantidad de arquetas.
- R_{ME} : Rendimientos de mano de obra eléctrica.
- N_{ME} : Número de mano de obra de eléctricos.
- N_{Cpluma} : Numero de camiones pluma.
- $\%AS_{ME}$: Porcentaje de asignación de costos para mano de obra y depreciación de herramientas.
- $\%AS_{Cpluma}$: Porcentaje de asignación de costos de camión pluma.
- $\%AS_{EPP}$: Porcentaje de asignación de costos de EPP.
- $CA_{ítem}$: Costo asignado a cada ítem de la instalación de arquetas.
- CT

Ecuación 130: Duración de trabajos de mano de obra para arquetas

$$D_{ME} = \frac{C_{Arquetas}}{R_{ME} \times N_{ME}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 131: Duración de colocación de arquetas por camión pluma

$$D_{Cpluma} = \frac{C_{Arquetas}}{R_{Cpluma} \times N_{Cpluma}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 132: Porcentaje de asignación para maestros en arquetas

$$\%AS_{ME} = \frac{D_{ME}}{DLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 133: Porcentaje de asignación para camión pluma en arquetas

$$\%AS_{Cpluma} = \frac{D_{Cpluma}}{DLM}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 134: Porcentaje de asignación de EPP en conexión de arquetas

$$\%AS_{EPP} = \frac{D_{Cinf}}{\sum_E D_E}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 135: Costo asignado a cada ítem de instalación de arquetas

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 136: Costo total de instalación de arquetas

$$CT_{Arquetas} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 137: Costo unitario de instalación de arquetas

$$CU_{Arquetas} = \frac{CT_{Arquetas}}{C_{Arquetas}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 84: Parámetros de instalación de arquetas

Parámetros para instalación de arquetas		
Cantidad de arquetas	42	c/u
Diametro de arqueta	1	m
Rendimiento del colocación de arquetas	18	unidades/día
Rendimiento de instalación de arquetas P.P.	8	unidades/día
Duración de colocación de arquetas en días	3	Días
Duración de conexonado de arquetas en días	5	Días
Duración de colocación de arquetas en horas	27	Horas
Duración de conexonado de arquetas en horas	47	Horas

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 85: Cálculo del costo de la instalación de arquetas

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	Gravilla	100%	22.500	m3	4	m3	87.091	2.074	87.091
MOI	Supervisor Electrico	36%	1.105.000	Mes	1	Personal	401.818	9.567	401.818
	Maestro Eléctrico	36%	1.105.000	Mes	2	Personal	803.636	19.134	
MOD	Ayudante Eléctrico	36%	845.000	Mes	4	Personal	1.229.091	29.264	2.032.727
CIF	Depreciación de Rotomartillo	36%	4.621	c/u	2	c/u	3.361	80	1.814.685
	Amarras plasticas	100%	2.300	c/u	336	c/u	772.800	18.400	
	EPP	6%	121.186	c/u	6	Personal	40.354	961	
	Cinta aislante	100%	3.000	c/u	4	c/u	12.600	300	
	Dep. Tecle Palanca 3T	36%	6.794	c/u	1	c/u	2.471	59	
	Espuma ignifuga	100%	18.000	c/u	4	c/u	75.600	1.800	
	Arriendo de camión pluma	14%	6.160.000	c/u	1	c/u	840.000	20.000	
	Combustible de camión pluma	14%	495.000	Litros/mes	1	c/u	67.500	1.607	
							4.336.322	103.246	4.336.322

Fuente: Elaboración propia

4.8 Actividades Generales

4.8.1 instalación de Faena

La instalación de faena es la primera actividad que se realiza en el proyecto, dentro de esta actividad se consideran costos de arriendo como container para oficinas, *containers* para bodega, caseta de guardia, baños químicos, generador de electricidad y combustible para el generador, todos estos costos deben extenderse por la duración total del proyecto, adicionalmente, dentro de la instalación de faena se debe considerar el mobiliario, agua, artículos de oficina y fletes para *containers* y baños químicos, en la Ecuación 138, se muestra el cálculo del costo de cada ítem, en la Ecuación 139 se muestra el cálculo del costo total de instalación de faena.

Ecuación 138: Costo asignado a cada ítem de instalación de faena

$$CA_{item} = Valor_{unitario} \times Cantidad \times meses$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 139: Costo total de instalación de faena

$$CT_{IFF} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 86: Calculo de costos de instalación de faena

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Meses	Costo Total
CIF	Arriendo de Container Oficina	100%	165.000	c/u	2	c/u	3	990.000
	Arriendo Container Bodega	100%	125.000	c/u	1	c/u	3	375.000
	Arriendo Container Vest/Come.	100%	165.000	c/u	0	c/u	0	-
	Arriendo Caseta Guardia	100%	125.000	c/u	0	c/u	0	-
	Baños Químicos	100%	81.300	c/u	2	c/u	3	487.800
	Generador 6KvA	100%	150.000	c/u	1	c/u	3	450.000
	Combustible Generador	100%	750	Litro	425	Litros	3	956.250
	Generador	100%	23.574	c/u	1	c/u	3	70.722
	ESTANQUE MOVILTANK	0%	30.086	c/u	1	c/u	3	-
	Papelería Oficina/Tintas	100%	75.000	Total	1	c/u	N/A	75.000
	Agua Potable	100%	450	Litro	1.760	Litros	N/A	792.000
	Mobiliario Oficina	100%	520.000	Total	1	Total	N/A	520.000
	Mobiliario Comedor	100%	150.000	Total	0	Total	N/A	-
	Mobiliario Vestidor	100%	250.000	Total	0	Total	N/A	-
	Est. Sombra	100%	130.000	c/u	2	c/u	N/A	260.000
	Est. Hidratación	100%	85.000	c/u	2	c/u	N/A	170.000
	Flete Baños Químicos	100%	30.000	c/u	0	c/u	N/A	-
	Flete Contenedores	100%	260.000	c/u	0	c/u	N/A	-
	Impresora Tinta Continua	100%	200.000	c/u	1	c/u	N/A	200.000
	Cono de seguridad	100%	13.080	c/u	25	c/u	N/A	327.000
	Botiquín	100%	18.900	c/u	3	c/u	N/A	56.700
								5.730.472

Fuente: Elaboración propia

4.8.2 Movilización de personal

La movilización del personal considera el arriendo mensual de camionetas y furgones, junto con el combustible que se considera para cada camioneta y el monto estimado para peaje y TAG.

Ecuación 140: Costo de cada ítem de movilización

$$CA_{item} = \%AS \times Valor_{unitario} \times Cantidad$$

Fuente: Elaboración propia

Ecuación 141: Costo total de movilización

$$CT_{mov} = \sum_{item} CA_{item}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 87: Calculo de costos de movilización de personal

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Meses	Costo Mes
CIF	Arriendo de camioneta 1	100%	500.000	Mes	1	c/u	3	1.500.000
	Arriendo de camioneta 2	100%	500.000	Mes	1	c/u	2	1.000.000
	Arriendo de camioneta 3	100%	500.000	Mes	1	c/u	1	500.000
	Arriendo de camioneta 4	100%	500.000	Mes	1	c/u	1	500.000
	Arriendo de camioneta 5	0%	500.000	Mes	1	c/u	2	-
	Arriendo de furgón 1	100%	800.000	Mes	1	c/u	1,5	1.200.000
	Arriendo de furgón 2	0%	800.000	Mes	1	c/u	1	-
	Combustible camioneta 1	100%	750	Litro	308	Litros/mes	3	693.000
	Combustible camioneta 2	100%	750	Litro	264	Litros/mes	2	396.000
	Combustible camioneta 3	100%	750	Litro	308	Litros/mes	1	231.000
	Combustible camioneta 4	0%	750	Litro	308	Litros/mes	1	-
	Combustible furgón 1	100%	750	Litro	308	Litros/mes	2	462.000
	Combustible furgón 2	0%	750	Litro	308	Litros/mes	1,5	-
	Peajes/Tag Camioneta 1	100%	2.800	Día	20	Peajes/mes	3	168.000
	Peajes/Tag Camioneta 2	100%	2.800	Día	20	Peajes/mes	2	112.000
	Peajes/Tag Camioneta 3	100%	2.800	Día	20	Peajes/mes	1	56.000
	Peajes/Tag Camioneta 4	100%	2.800	Día	20	Peajes/mes	1	56.000
	Peajes/Tag Furgón 1	100%	2.800	Día	20	Peajes/mes	2	112.000
	Peajes/Tag Furgón 2	0%	2.800	Día	20	Peajes/mes	1,5	-
								6.986.000

Fuente: Elaboración propia

4.9 Resumen de clasificación de costos de las actividades

A continuación, se muestra la manera en que se presenta el resumen del total de costos de cada actividad realizada, a partir de la clasificación de costos, donde se suma la MPD, MOI, MOD y otros CIF, como se muestra en la ecuación.

- $\text{Costo}_{\text{Actividad}}$: Costo total de la actividad.
- $\text{MPD}_{\text{Actividad}}$: Costo de Materia Prima total de la actividad.
- $\text{MOI}_{\text{Actividad}}$: Costo de Mano de Obra Indirecta total de la actividad.
- $\text{MOD}_{\text{Actividad}}$: Costo de Mano de Obra Directa total de la actividad.
- $\text{OtrosCIF}_{\text{Actividad}}$: Costos totales de otros CIF de la actividad.

Ecuación 142: Calculo del costo total de las actividades

$$\text{CostoTotal}_{\text{Actividad}} = \text{MPD}_{\text{Actividad}} + \text{MOI}_{\text{Actividad}} + \text{MOD}_{\text{Actividad}} + \text{OtrosCIF}_{\text{Actividad}}$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 88: Costo total de fundaciones

Fundaciones	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Topografía de fundaciones					
Excavación y relleno					
Instalacion de MPT					
Enfierradura y moldajes					
Emplantillado y hormigonado					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 89:Costo total de caminos

Caminos	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Caminos Primarios					
Caminos Secundarios					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 90: Costo total del montaje mecánico

Montaje Mecánico	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Topografía MM					
Perforado					
Hincado					
Montaje de Trackers					
Montaje de Modulos					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 91: Costo total de instalación eléctrica de BT

Instalación Electrica BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Conexionado de módulos					
Montaje de combiner box					
Conexión combiner box - cable BT					
Conexión combiner box - cable solar					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 92: Costo total de instalación eléctrica en zanjas de BT

Instalación eléctrica zanjas BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Marcado topográfico BT					
Excavar y relleno de zanjas BT					
Tendido de MPT BT					
Tendido de cable conductor BT					
Colocación de ducto HDPE					
Tendido de cable inf. BT					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 93: Costo total de instalación eléctrica de MT

Instalación Eléctrica MT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Marcado topográfico MT					
Excavar y relleno de zanjas MT					
Tendido de MPT MT					
Tendido de cable conductor MT					
Colocación de ducto HDPE MT					
Tendido de cable inf. MT					
Total					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 94: Costo total de las actividades generales

Actividades Generales	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Movilización					
Instalación de Faena					
Descarga y reparto de material					
Total					

Fuente: Elaboración propia

4.10 Gastos de administración y ventas

Una vez que se clasifican los costos asociados a las actividades de la construcción de un parque fotovoltaico, se procedió a asignar los gastos de administración y ventas al proyecto, donde, en primer lugar, se prorrataron los gastos mensuales de la oficina central y remuneraciones del personal de administración de la oficina central entre dos proyectos (la empresa cuenta con capacidad de ejecutar dos proyectos en paralelo), según el porcentaje del tiempo de ocupación dedicado por cada persona a un proyecto en específico. Posteriormente, se asociaron directamente (100%) los gastos mensuales de remuneraciones del personal de administración de la obra, ya que, este personal está encargado de la administración de solo un proyecto en específico.

Finalmente, para calcular los gastos totales de administración y ventas del proyecto, se estimó una duración total del proyecto, con el fin de multiplicar el costo mensual de gastos por la duración del proyecto, en la Ilustración 96 se muestran los gastos de administración y ventas asociados al proyecto de Manao y en la Ilustración 97 se muestran los gastos de administración y ventas del proyecto Guaraná.

- Meses: Meses de duración estimada del proyecto.
- GAV_{OF} : Gastos de Administración y Ventas de la Oficina Central.
- REM_{OF} : Remuneraciones de personal de administración de oficina central.
- REM_{Obra} : Remuneraciones del personal de administración de obra.
- $GAV_{Proyecto}$: Gastos de Administración y Ventas totales del proyecto.

Ilustración 95: GAV total del proyecto

$$GAV_{Proyecto} = Meses \times (GAV_{OF} + REM_{OF} + REM_{Obra})$$

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 96: Resumen de Gastos de Administración y Ventas del proyecto Guaraná

Gastos de Administración y Ventas Proyecto Guaraná				
Duración estimada del proyecto:			3 Meses	
Remuneraciones Oficina Central	Sueldo	Asignación Guaraná	Asignación de H.H.	Total
Gerente General	6.500.000	45%	267	8.775.000
Jefe de Administración	3.900.000	50%	297	5.850.000
Proyect Manager	3.380.000	50%	297	5.070.000
Contabilidad y finanzas	1.820.000	40%	238	2.184.000
Coordinación y Logística	1.105.000	30%	178	994.500
Adquisiciones	1.105.000	42%	249	1.392.300
Remuneraciones Oficina Central				24.265.800
GAV (Oficina Central)	Valor	Asignación Guaraná		Total
Arriendo Oficina central	888.512	50%		444.256
Arriendo Bodega	370.000	50%		185.000
Servicios basicos	75.000	50%		37.500
Telefonia e Internet	70.000	50%		35.000
Gastos comunes	125.000	50%		62.500
Caja chica administración	500.000	50%		250.000
Compras insumos de aseo/caféteria	100.000	50%		50.000
Dep. Equipos computacionales	208.281	50%		104.141
Dep. Muebles y útiles	309.813	50%		154.907
Dep. Licencias y software computacionales	68.449	50%		34.224
Dep. Habilitación de oficina	143.299	50%		71.649
Asesoría contabilidad	1.300.000	50%		650.000
Serv. Gestión T. Intervento	1.300.000	50%		650.000
Camioneta para Administración	324.000	50%		162.000
Combustibles	250.000	50%		125.000
GAV Oficina Central Mensual				3.016.177
Remuneraciones O.C. Total 3 Meses				9.048.530
Remuneraciones de administración de obras Proyecto Guaraná				
Remuneraciones Administración de obras	Sueldo	Proyecto Guaraná	Asignación de H.H.	Total
Site Manager	1.560.000	100%	594	1.560.000
Encargado de Calidad	1.560.000	100%	594	1.560.000
Asesor Prevención Riesgos	1.560.000	100%	594	1.560.000
Administrativo	975.000	100%	594	975.000
Bodeguero	845.000	100%	594	845.000
Total				6.500.000
Remuneraciones Adm. obra Total 3 Meses				19.500.000
GAV Total de Proyecto Guaraná				\$ 52.814.330

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 97: Gastos de administración y ventas del proyecto Manao

Gastos de Administración y Ventas Proyecto Manao				
Duración estimada del proyecto:			3 Meses	
Remuneraciones Oficina Central	Sueldo	Asignación Manao	Asignación de H.H.	Total
Gerente General	\$ 6.500.000	55%	327	\$ 10.725.000
Jefe de Administración	\$ 3.900.000	50%	297	\$ 5.850.000
Proyect Manager	\$ 3.380.000	50%	297	\$ 5.070.000
Contabilidad y finanzas	\$ 1.820.000	60%	356	\$ 3.276.000
Coordinación y Logística	\$ 1.105.000	70%	416	\$ 2.320.500
Adquisiciones	\$ 1.105.000	58%	345	\$ 1.922.700
Remuneraciones Oficina Central 3 meses				\$ 29.164.200
GAV (Oficina Central)	Valor	Asignación Manao		Total
Ariendo Oficina central	\$ 888.512	50%		\$ 444.256
Ariendo Bodega	\$ 370.000	50%		\$ 185.000
Servicios basicos	\$ 75.000	50%		\$ 37.500
Telefonia e Internet	\$ 70.000	50%		\$ 35.000
Gastos comunes	\$ 125.000	50%		\$ 62.500
Caja chica administración	\$ 500.000	50%		\$ 250.000
Compras insumos de aseo/cafetería	\$ 100.000	50%		\$ 50.000
Dep. Equipos computacionales	\$ 60.418	50%		\$ 30.209
Dep. Muebles y útiles	\$ 209.606	50%		\$ 104.803
Dep. Licencias y software computacionales	\$ 68.449	50%		\$ 34.224
Dep. Habitación de oficina	\$ 1.254.632	50%		\$ 627.316
Asesoría contabilidad	\$ 1.200.000	50%		\$ 600.000
Serv. Gestión T. Intervento	\$ 1.200.000	50%		\$ 600.000
Camioneta para Administración	\$ 324.000	50%		\$ 162.000
GAV Oficina Central Mensual				\$ 3.222.809
Remuneraciones O.C. Total 3 Meses				\$ 9.668.426
Remuneraciones de administracion de obras Proyecto Manao				
Remuneraciones Administracion de obras	Sueldo	Proyecto Manao	Asignación de H.H.	Total
Site Manager	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Encargado de Calidad	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Asesor Prevención Riesgos	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Administrativo	\$ 975.000	100%	594	\$ 975.000
Bodeguero	\$ 845.000	100%	594	\$ 845.000
Remuneraciones Adm. obra Total 3 Meses				\$ 19.500.000
GAV Total de Proyecto Manao				\$ 58.332.626

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5: PROTOTIPO COMPUTACIONAL

“En este capítulo, se describirá el prototipo programado en Visual Basic de Excel, para el sistema de costeo”

5.1 Prototipo para el sistema de costeo

En este capítulo, se explica cómo se diseñó el prototipo para el sistema de costeo, describiendo los requerimientos del sistema por parte de los usuarios, los requerimientos de ingreso de información de los proyectos de la empresa, la interfaz para el costeo de actividades y la entrega de resultados a partir de la generación de reportes.

5.2 Requerimientos del sistema

El sistema posee requerimientos que deben ser cumplidos para la cumplir con las necesidades de la empresa, estos son requisitos funcionales y no funcionales.

5.2.1 Requisitos funcionales

- **Registro de datos:** el prototipo debe permitir a los usuarios registrar los datos de costos, cantidad de trabajo de cada partida, recursos asignados a las actividades y ratios constructivos de cada proyecto separadamente.
- **Edición:** el prototipo debe permitir a los usuarios editar la información de costos y trabajos a realizar para la generación del presupuesto, en caso de cambiar las condiciones de negociación de la licitación.
- **Automatización:** el prototipo debe automatizar el cálculo de costeo de actividades y permitir analizar la variación de costo de cada una a partir de los recursos y ratios constructivos ingresados.
- **Resultados:** el prototipo debe entregar los resultados que contengan el costo y utilidades del proyecto seleccionado, generados a partir de los datos ingresados por los usuarios.

5.2.2 Requisitos no funcionales

- **Seguridad:** el prototipo debe solicitar nombre de usuario y contraseña para poder ingresar para mantener la información segura.
- **Disponibilidad:** los usuarios pueden usar el prototipo en cualquier momento.
- **Facilidad de uso:** el sistema debe ser amigable con el usuario para permitir su utilización correctamente.
- **Rapidez:** el prototipo debe permitir a los usuarios el ingreso de datos la generación de reportes en un breve tiempo.

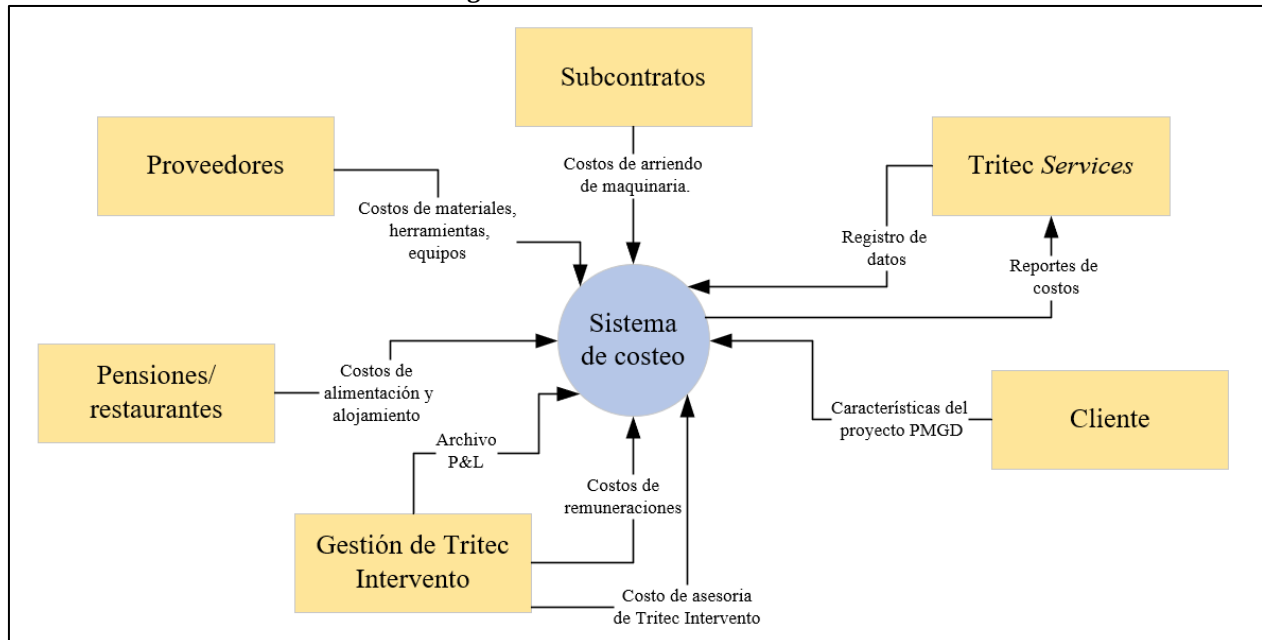
5.2.3 Diagramas de contexto

El sistema de costeo interactuará directa o indirectamente con distintos actores externos y propios de la empresa, por lo tanto, se realizarán los diagramas de contexto de nivel 0 externo e interno, para ayudar a comprender la forma en que el prototipo interactuará con su entorno.

- **Diagrama de contexto externo:**

En el diagrama de contexto externo presente en la Ilustración 98, se presenta en primer lugar el cliente, quien pone a disposición de la empresa la licitación de un nuevo proyecto, junto con las características de este nuevo proyecto que deberán ser costeadas, luego, se presenta la empresa (Tritec Services), que está encargada del registro de datos del sistema de costeo y recibirá los reportes de costo de los proyectos, finalmente, se presentan empresas externas que representan los principales costos asociados a la construcción, estos son, proveedores de materiales, herramientas o equipos, subcontratistas a los que se les arrienda maquinaria, pensiones o restaurantes y los costos asociados a los costos de gestión de Tritec Intervento, encargada de la contabilidad y de la entrega de resultados de la empresa a partir del archivo P&L.

Ilustración 98: Diagrama de contexto externo del sistema de costeo



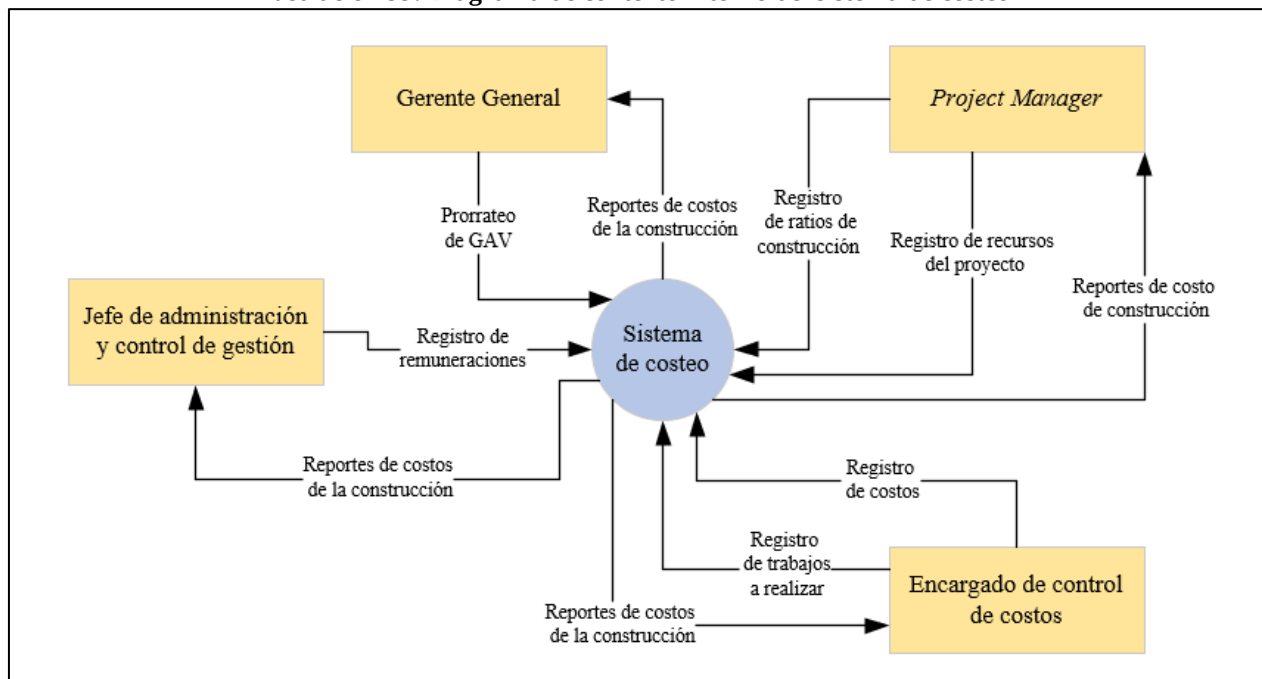
Fuente: Elaboración propia

- **Diagrama de contexto interno:**

En el diagrama de contexto interno, presente en la Ilustración 99, se puede ver como los colaboradores de la empresa interactúan con el sistema de costeo y son retroalimentados con los

reportes de costos de los nuevos proyectos. En primer lugar, el encargado de control de costos, deberá generar un nuevo proyecto e ingresar las características que tendrá este nuevo proyecto, luego, el deberá ingresar los costos asociados a la construcción del nuevo proyecto, posteriormente, el Jefe de administración y control de gestión, ingresará las remuneraciones del personal asociado al nuevo proyecto, después, el *Project Manager*, deberá ingresar las cantidades de recursos a utilizar, junto con los ratios de construcción en cada actividad del nuevo proyecto. Finalmente, el Gerente General, es el encargado de asignar los gastos de administración y ventas asociados al proyecto.

Ilustración 99: Diagrama de contexto interno del sistema de costeo

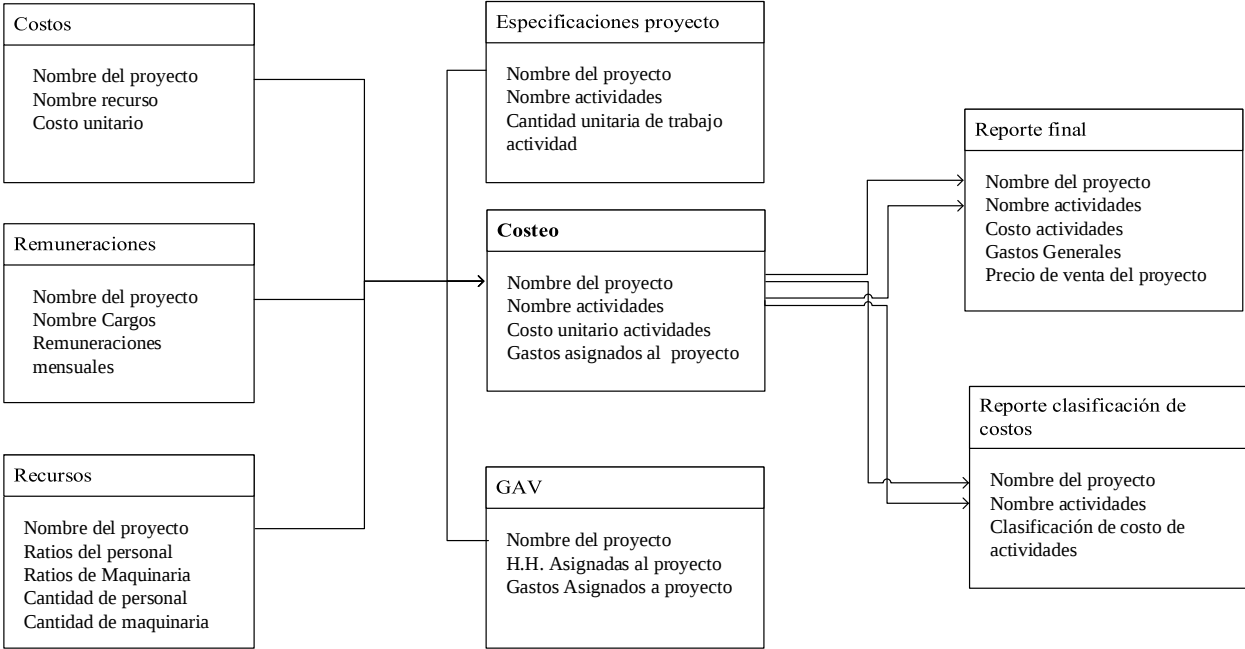


Fuente: Elaboración propia

5.2.4 Diseño lógico del sistema

El diseño lógico proporciona la representación del flujo de datos, entradas y salidas del sistema, en la Ilustración 100, se muestra el diseño, donde se puede ver la descripción de los datos requeridos por el sistema para realizar las funciones del costeo de actividades de cada proyecto y entregar los resultados.

Ilustración 100: Diagrama lógico del sistema



Fuente: Elaboración propia

5.3 El prototipo

En primer lugar, el prototipo proporciona acceso al sistema a distintos usuarios, estos podrán registrar información de los proyectos y acceder a ella mediante la interfaz creada. Se permitirá a los usuarios generar nuevos proyectos, a los cuales se permitirá el ingreso de cantidades de trabajo de cada actividad, la edición de información de costos, el ingreso de ratios constructivos, la asignación de recurso y gastos generales. Finalmente, el prototipo es capaz de entregar reportes de costos detallados, especificando MPD, MOD, MOI y otros CIF de cada actividad y el reporte del resumen de margen del proyecto.

5.3.1 Ingreso y selección de usuario

El prototipo es capaz de entregar seguridad a la empresa, ya que, solo será posible el ingreso al sistema a los usuarios, quienes tendrán una contraseña para el ingreso, lo que será solicitado inmediatamente después de abrir el archivo, antes de mostrar el libro de Excel, a través del formulario que se muestra en la Ilustración 101.

Ilustración 101: Formulario de ingreso al sistema y selección de usuario

Menu de ingreso al sistema

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Ingresar al sistema

Usuario:

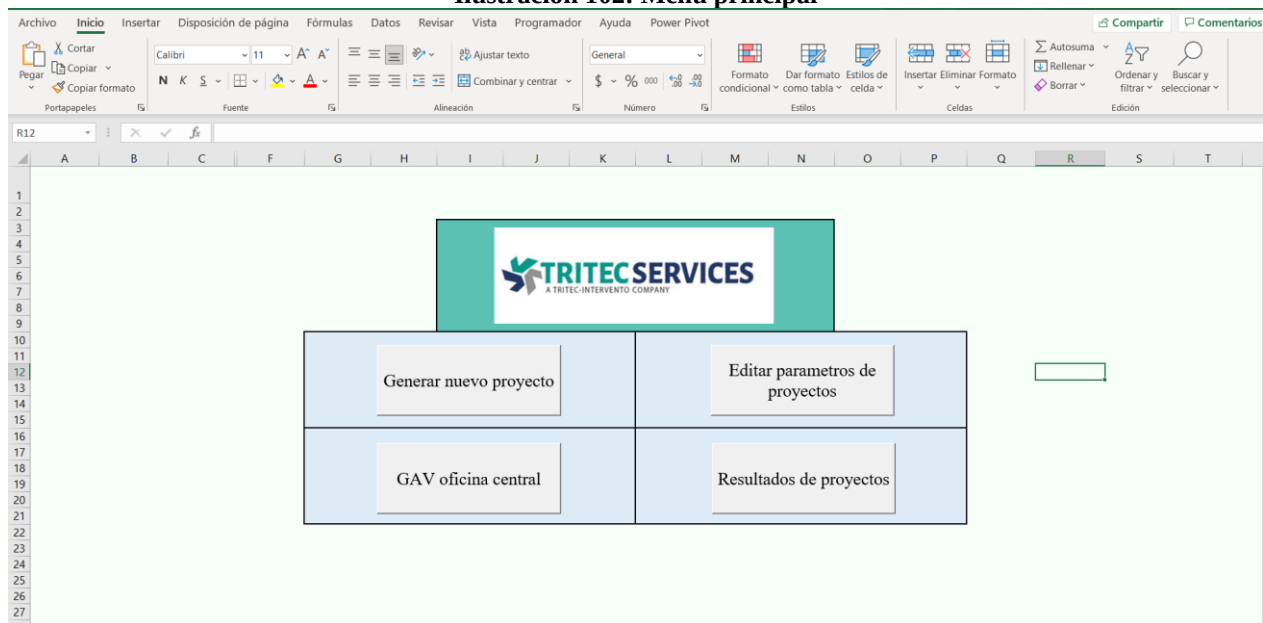
Contraseña:

Salir Ingresar

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Menú de ingreso al sistema

Luego de ingresar el usuario correctamente, se desplegará el formulario de menú principal presente en la Ilustración 102, donde el usuario podrá escoger generar un nuevo proyecto en el sistema, para posteriormente poder costear y calcular su presupuesto, también se presenta la opción de editar parámetros de un proyecto en específico, luego, se presenta la opción de registrar los gastos de administración y ventas de la oficina central, los cuales son distribuidos posteriormente en la edición de parámetros del proyecto, finalmente, se podrá seleccionar la opción de resultados de proyectos, donde se entregarán los reportes de costo unitario, costo total, gastos y utilidades asociados a cada proyecto.

Ilustración 102: Menú principal

Fuente: Elaboración propia

5.4 Generar nuevo proyecto

La primera opción que entrega el prototipo es la de ingresar un nuevo proyecto al sistema, al seleccionar la opción de generar nuevo proyecto se desplegará el formulario de registro de nuevo proyecto al sistema, donde se deberá ingresar el nombre del proyecto, su ubicación, el nombre del cliente y la fecha en la que se hace el registro del proyecto, como se muestra en la Ilustración 103.

Ilustración 103: Registro de nuevo proyecto en el sistema

Registro de nuevo proyecto en el sistema

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Nuevo Proyecto

Nombre del proyecto

Ubicación del proyecto

Nombre del Cliente

Fecha de registro

Volver Generar Nuevo Proyecto

Fuente: Elaboración propia

5.5 Edición de parámetros para el costeo de un proyecto PMGD

En la sección de editar parámetros de proyectos del prototipo, en primer lugar, se deberá elegir el proyecto que se desea editar, en el formulario de elección de proyecto presente en la Ilustración 104, donde se desplegará una lista con los nombres de los proyectos ingresados anteriormente en la sección de generar nuevo proyecto.

Luego de seleccionar el proyecto, se desplegará un formulario con las opciones de ingreso de cantidades de trabajo, ingreso de costos, ingreso de remuneraciones, costeo de actividades y gastos de administración y ventas asociados al proyecto, como se muestra en la Ilustración 105, estos serán explicados más adelante.

Ilustración 104: Formulario de selección de proyecto



Selección de Proyecto

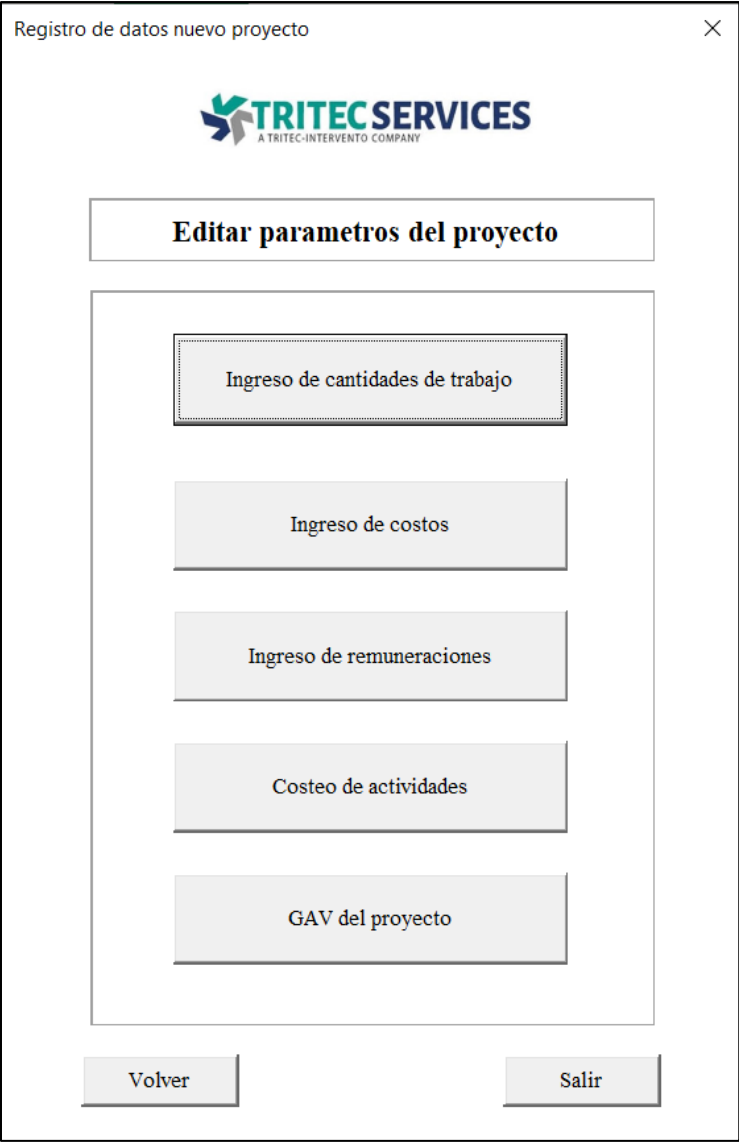
TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Seleccione nombre del proyecto

Volver Editar Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 105: Menú de registro de datos de nuevo proyecto



Registro de datos nuevo proyecto

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Editar parametros del proyecto

Volver Salir

Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Menú de registro de trabajos a realizar en el proyecto PMGD

En el siguiente menú, se seleccionarán las distintas áreas de trabajo, donde el encargado de control de costos deberá ingresar los trabajos de obras civiles, montaje mecánico, instalaciones eléctricas de baja tensión y media tensión que se deberán realizar en el proyecto seleccionado, dependiendo de las especificaciones de la licitación entregada por el cliente, como se puede ver en la Ilustración 106.



Fuente: Elaboración propia

5.5.2 Menú de registro de costos

En el menú de registro de costos presente en la Ilustración 107, se muestran los tipos de costo que deberán ser registrados por el encargado de control de costos, estos son arriendo de maquinaria,

combustible de maquinaria, flete de maquinaria, movilización, instalación de faena, elementos de protección personal (EPP), materiales de obras civiles, materiales eléctricos y costos de alimentación y alojamiento.

Ilustración 107: Menú de ingreso de costos

Menú de ingreso de costos

TRITECSERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Registro de costos de construcción del proyecto

Arriendo de Maquinaria	EPP
Combustible de Maquinaria	Materiales de obras civiles
Fletes Maquinaria	Materiales eléctricos
Movilización	Alimentación y Alojamiento
Instalación de Faena	

Volver Salir

5.5.3 Ingreso de remuneraciones asociadas al proyecto

En el formulario de registro de remuneraciones, presente en la Ilustración 108, se deberá solicitar información al jefe de administración y control de gestión para registrar las remuneraciones del personal asociado al proyecto, como remuneraciones de supervisores, maestros, ayudantes y operadores de maquinaria.

Ilustración 108: Registro de remuneraciones

Registro de remuneraciones

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Costos de remuneraciones

Remuneraciones de Supervisores

Remuneraciones de Maestros

Remuneraciones de Operadores de Maquinaria

Volver Salir

Fuente: Elaboración propia

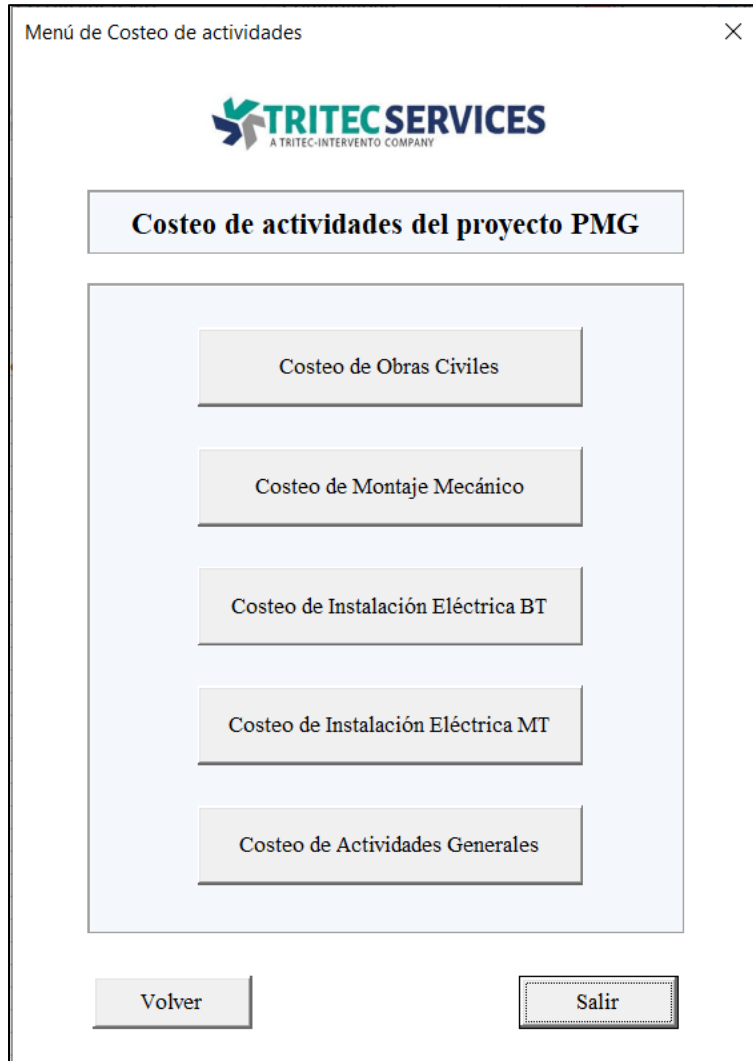
5.5.4 Menú de costeo de actividades del proyecto PMGD

En el menú de costeo de actividades, se podrán desplegar los formularios para el costeo de obras civiles, montaje mecánico, instalación eléctrica de baja tensión y media tensión, como se puede ver en la Ilustración 109.

En esta sección, se deberá solicitar al *Project Manager*, la cantidad de recursos que se utilizarán en el proyecto, tales como, mano de obra, maquinaria, vehículos o equipos. Además, en los formularios de costeo de actividades, se registrarán los ratios de construcción de cada actividad, posteriormente, estos valores pueden ser editados para calcular nuevamente el costo de cada actividad con rendimientos optimistas o pesimistas, según se estime conveniente. Al seleccionar la opción de costeo de montaje mecánico, se desplegará el cuadro presente en la Ilustración 110, donde se podrá seleccionar el costeo de todas las actividades de montaje mecánico, como logística

de montaje mecánico (Ilustración 111), topografía (Ilustración 112), perforado (Ilustración 113), hincado (Ilustración 114), montaje de *trackers* (Ilustración 115), montaje de módulos (Ilustración 116), etiquetado de módulos (Ilustración 117).

Ilustración 109: Menú de costeo de actividades



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 110: Formulario de costeo de montaje mecánico

Costeo del montaje mecánico



TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Costeo del Montaje Mecánico

Logística M.M.

Topografía M.M.

Perforado

Hincado

Montaje de Trackers

Montaje de Modulos

Etiquetado M.M.

Volver

Salir

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 111: Costeo para logística de montaje mecánico



Costeo para la logística de montaje mecánico

Resultados

	Resultados
Duración en días	30 Días
Duración en horas	270 Horas
Costo total	\$1.772.727
Costo unitario	\$59.091
Alimentación y alojamiento	\$25.568

Rendimientos

Días estimados de descarga y reparto de materiales

Recursos (Cantidades)

Cantidad de manipuladores telescópicos

Cargar Valores

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Dia	Tipo costo
MOD	Operador de manipulador T.	136%	1.300.000	Mes	1	Mes	1.772.727	59.091	3.279.545
	Maestro mecánico (apoyo)	136%	1.105.000	Mes	1	Mes	1.506.818	50.227	
CIF	Arriendo de manipulador T.	136%	6.500.000	Mes	1	c/u	8.863.636	295.455	9.689.205
	Combustible de manipulador T.	136%	750	Litro	25	Litros/día	25.568	852	
	Flete de manipulador T.	79%	400.000	c/u	2	c/u	800.000	26.667	
							12.968.750	432.292	12.968.750

Volver

Topografía M.M.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 112: Costeo para topografía de montaje mecánico

Costeo para la topografía de montaje mecánico

Resultados

	Resultados
Duración en días	2,3 Días
Duración en horas	21 Horas
Costo total	\$293.827
Costo unitario	\$837
Alimentación y alojamiento	\$112.320

Rendimientos

Rendimiento Topografía (marcados día por persona)

Recursos (Cantidades)

Cantidad de topógrafos

Cargar Valores

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD									
MOI									
MOD	Topógrafo	11%	1.560.000	Mes	1	Personal	165.927	473	276.545
	Alarife	11%	1.040.000	Mes	1	Personal	110.618	315	
Otros CIF	Depreciación sistema GNSS	11%	162.473	Mes	1	Personal	17.281	49	17.281
							293.827	837	293.827

Volver

Logística

Perforado

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 113: Costeo perforado

Costeo para el perforado

Resultados

	Resultados
Duración en días	6 Días
Duración en horas	54 Horas
Costo total	\$7.617.293
Costo unitario	\$21.702
Alimentación y alojamiento	\$576.000

Rendimientos
Rendimiento perforadora (perforaciones/día)

Recursos (Cantidades)
Cantidad de perforadoras

Cargar Valores

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor de Montaje	27%	1.430.000	Mes	1	Personal	390.000	1.111	390.000
MOD	Operador de perforadora	27%	1.300.000	Mes	1	Personal	354.545	1.010	1.116.818
	Maestro de perforación	27%	1.105.000	Mes	1	Personal	301.364	859	
	Ayudante de perforación	27%	845.000	Mes	2	Personal	460.909	1.313	
Otros CIF							-	-	6.110.475
	EPP por persona	43%	121.186	c/u	4	Personal	207.747	592	
	Arriendo Perforadora	27%	16.400.000	Mes	1	c/u	4.472.727	12.743	
	Flete perforadora	100%	400.000	flete	2	c/u	800.000	2.279	
	Combustible perforadora	27%	750	litro	140	Litros/día	630.000	1.795	
							7.617.293	21.702	7.617.293

Volver

Topografía M.M.

Hincado

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 114: Costeo hincado



Costeo para el hincado

Resultados

	Resultados
Duración en días	8 Días
Duración en horas	72 Horas
Costo total	\$8.471.542
Costo unitario	\$24.135
Alimentación y alojamiento	\$768.000

Rendimientos

Rendimiento hincadora (hincas/día)

Recursos (Cantidades)

Cantidad de hincadoras

Cargar Valores

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOI	Supervisor de Montaje	36%	1.430.000	Mes	1	Personal	520.000	1.481	520.000
MOD	Operador hincadora	36%	1.300.000	Mes	1	Personal	472.727	1.347	1.489.091
	Maestro de Hincado (Alineación)	36%	1.105.000	Mes	1	Personal	401.818	1.145	
	Ayudante de hincado (Alineación)	36%	845.000	Mes	2	Personal	614.545	1.751	
Otros CIF	EPP por persona	57%	121.186	Mes	4	Personal	276.997	789	6.462.451
	Arriendo Hincadora	36%	12.500.000	Mes	1	c/u	4.545.455	12.950	
	Flete hincadora	100%	400.000	c/u	2	c/u	800.000	2.279	
	Combustible hincadora	36%	750	Litro	140	Litros/día	840.000	2.393	
							8.471.542	24.135	8.471.542

Volver

Perforado

Montaje de trackers

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 115: Costeo montaje de trackers



Parametros para costeo de motaje de trackers

Resultados

Rendimientos

Rendimiento motaje por persona (trackers/día)

Recursos (Cantidades)

Cantidad de manipuladores telescopicos Cantidad de maestros de montaje mecánico

Cantidad de ayudantes de montaje mecánico

Cargar valores

Resultados	
Duración en días	16 Días
Duración en horas	144 Horas
Costo total	\$15.257.916
Costo unitario	\$391.229
Alimentación y alojamiento	\$1.920.000

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD				Mes			-	-	
MOI							-	-	
	Supervisor de montaje	73%	1.430.000	Mes	1	c/u	1.040.000	26.667	1.040.000
MOD	Maestro de montaje mecánico	73%	1.105.000	Mes	10	c/u	8.036.364	206.061	
	Ayudante de montaje mecánico	73%	-	Mes	0		-	-	8.036.364
Otros CIF	Arriendo Manipulador telescópico	73%	5.400.000	Mes	1	c/u	3.927.273	100.699	
	Combustible Manipulador T.	73%	750	Litro	25	Litros/día	300.000	7.692	6.181.553
	Flete Manipulador T.	100%	400.000	flete	2	total	800.000	20.513	
	EPP por persona	62%	121.186	c/u	10	c/u	745.760	19.122	
	Dep. Dinamometro	73%	14.840	c/u	1	c/u	10.793	277	
	Depr. Llave de impacto	73%	23.750	c/u	5	c/u	86.364	2.214	
	Juegos de dados	100%	45.000	c/u	5	c/u	225.000	5.769	
	Mantencion de llaves de impacto	73%	23.750	c/u	5	c/u	86.364	2.214	
							15.257.916	391.229	15.257.916

Volver

Hincado

Montaje de módulos

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 116: Costeo montaje de módulos



Parametros para costeo de montaje de módulos

Resultados

	Resultados
Duración en días	10 Días
Duración en horas	90 Horas
Costo total	\$5.951.593
Costo unitario	\$1.272
Alimentación y alojamiento	\$2.400.000

Rendimientos

Rendimiento motaje por persona (módulos/día)

Recursos (Cantidades)

Cantidad de maestros de montaje mecánico

Cantidad de ayudantes de montaje mecánico

Cargar Valores

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD							-	-	
MOI	Supervisor de montaje	45%	1.430.000	Mes	1	c/u	650.000	139	650.000
MOD	Maestro de montaje mecánico	45%	1.105.000	Mes	10	Personal	5.022.727	1.073	5.022.727
	Ayudante de montaje mecánico	45%	-	Mes	0		-	-	
Otros CIF	EPP por persona	38%	37.380	c/u	10	c/u	143.769	31	278.865
	Mantención de llave de impacto	38%	23.750	c/u	6	c/u	54.808	12	
	Juegos de dados	38%	45.000	c/u	2	c/u	34.615	7	
	Mantencion de llaves de impacto	38%	23.750	c/u	5	c/u	45.673	10	
							5.951.593	1.272	5.951.593

Volver

Montaje de trackers

Etiquetado

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 117: Costeo de etiquetado



Costeo para el etiquetado

Rendimientos

Rendimiento etiquetado (etiquetas/día)

Cargar Valores

Resultados

	Resultados
Duración en días	3 Días
Duración en horas	25 Horas
Costo total	\$2.118.521
Costo unitario	\$18.748
Alimentación y alojamiento	\$678.000

Tipo costo	Ítem	Asignación	Valor	U. de medida	Cantidad	U. de medida	Costo Total	Costo Unitario	Tipo costo
MPD	Etiquetas	100%	4.500	c/u	113	c/u	508.500	4.500	508.500
	Supervisor de montaje	13%	1.430.000	Mes	1	c/u	183.625	1.625	183.625
MOD	Maestro de montaje mecánico	13%	1.105.000	Mes	10	Personal	1.418.920	12.557	1.418.920
	Ayudante de montaje mecánico	13%	-	Mes	0		-	-	-
Otros CIF	EPP por persona	2%	37.380	c/u	10	c/u	7.476	66	7.476
							2.118.521	18.748	2.118.521

Volver

Montaje de módulos

Fuente: Elaboración propia

5.5.5 GAV asignado al proyecto

Los gastos de administración y ventas de cada proyecto PMGD, se dividen en los gastos de remuneraciones del personal de administración de obras (información solicitada al jefe de administración) y una parte de los gastos de la oficina central, como se muestra en la Ilustración 118: GAV propios de cada proyecto, esta última parte es calculada a partir del porcentaje de ocupación que asigne el Gerente General.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 119: Registro de remuneraciones de personal de obras

Registro de remuneraciones de personal de obras



Remuneraciones administración de obras

Site Manager

Encargado de calidad

Asesor de prevención de riesgos

Administrativo

Bodeguero

Volver

Registrar

Salir

Fuente: Elaboración propia

5.6 Registro de GAV de oficina central

Dentro del registro de gastos de administración y ventas correspondientes a la oficina central, existe el formulario de registro de remuneraciones de administración del personal de la oficina central y también existe el formulario para otros gastos de oficina central, como arriendo de oficina, servicios básicos, asesorías, depreciaciones, entre otros.

Ilustración 120: Gastos de administración y ventas de la oficina central

Gastos de Administración y Ventas de oficina central

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

GAV de Oficina Central

Remuneraciones

Remuneraciones de Administración de Oficina Central

Otros GAV

Otros Gastos de Administración de Oficina Central

Fuente: Elaboración propia

5.7 Resultados

En el menú principal se encuentra el botón de resultados, esta opción abrirá el formulario de resumen de resultados, el cual presenta las opciones de resumen de costos y reporte general del proyecto.

Para generar los reportes de costo, en el menú de inicio se deberá seleccionar la opción de “Resultados de proyectos”, en este menú se desplegará inicialmente el formulario para elegir el proyecto del cual se están consultando los resultados, posteriormente, se presentan las opciones de modificar ratios constructivos y recursos para el costeo de actividades, con el fin de permitir al usuario modificar los parámetros de costeo directamente de la sección de resultados de costos del proyecto, además, en este formulario, se presentará la opción de ver el resumen de resultados del proyecto y el informe de margen del proyecto.

Ilustración 121: Formulario de resumen de resultados

Resumen de resultados

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Resumen de resultados del proyecto

Seleccionar proyecto:

Resumen por tipo de costo

Reporte general del proyecto

Volver Salir

Fuente: Elaboración propia

5.7.1 Reporte de tipo de costos de actividades

El primer reporte del prototipo entregará en un listado, la clasificación de costos de cada actividad de construcción, entre MPD, MOI, MOD y otros CIF, junto con su costo total, como se muestra en el formulario presente en la Ilustración 122, además, este formulario dará la opción de imprimir el reporte en PDF, para una mejor visualización, este reporte se encuentra en los anexos.

Ilustración 122: Resumen de costos de la obra

Resumen de asignaciones

TRITEC SERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Resumen de costos de obra

Imprimir reporte en PDF

Tipo de Obra	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Obras Cíviles					
Fundaciones					
Topografía de fundaciones	-	-	709.091	44.311	753.402
Excavación y relleno	-	817.784	2.739.578	4.016.850	7.574.212
Instalación de MPT	-	702.000	1.914.545	841.800	3.458.345
Enfierradura y moldajes	1.750.200	1.477.273	8.863.636	2.117.978	14.209.087
Emplantillado y hormigonado	4.980.000	265.909	452.045	2.478.000	8.175.955
Total	6.730.200	3.262.966	14.678.896	9.498.939	34.171.001
Caminos	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Caminos Primarios	-	-	-	-	-
Caminos Secundarios	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	-	-
Montaje Mecánico					
Montaje Mecánico	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Logística interna	-	-	1.639.773	5.244.602	6.884.375
Topografía MM	-	-	276.545	17.281	293.827
Perforado	-	975.000	2.792.045	13.872.956	17.640.001
Hincado	-	520.000	1.489.091	6.354.061	8.363.152
Montaje de Trackers	-	507.000	3.134.182	3.495.340	7.136.522
Montaje de Módulos	-	780.000	4.821.818	470.339	6.072.158
Etiquetado de Rotulos	508.500	73.450	454.055	5.981	1.041.985
Total	508.500	2.855.450	12.967.736	24.215.958	47.432.020
Instalación eléctrica Baja Tensión					
Instalación Eléctrica BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Conexión de módulos	-	845.000	2.304.545	168.251	3.317.797
Montaje de combiner box	952.000	422.500	1.478.750	42.760	2.896.010
Conexión combiner box - cable solar	-	979.810	3.429.335	663.745	5.072.890
Total	952.000	2.247.310	7.212.630	874.756	11.286.696
Instalación eléctrica zanjas BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Marcado topográfico BT	-	240.303	480.606	30.033	750.942

Volver

Fuente: Elaboración propia

5.7.2 Resumen de resultados y margen del proyecto

Como resumen de resultados del proyecto, se entrega el reporte de margen del proyecto, el cual puede ser visualizado directamente desde el prototipo o puede ser impreso en formato PDF. Este reporte, especifica el costo unitario de cada actividad, junto con la cantidad, unidad de medida y el costo total, posteriormente, mostrará los gastos de administración y ventas asociados al proyecto, y finalmente, el resumen de margen del proyecto.

Ilustración 123: Reporte de margen de proyectos

Reporte de Margen del proyecto

TRITECSERVICES
A TRITEC-INTERVENTO COMPANY

Reporte del proyecto

Imprimir reporte en PDF

Resumen de propuesta Guaraná (CLP)

Construcción	Costo Operacional	Gastos Generales	Utilidad (15%)	Costo Total
OBRAS CIVILES	34.171.001	10.748.238	5.125.650	50.044.890
MONTAJE MECÁNICO	52.679.442	26.636.049	7.901.916	87.217.407
INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT	70.684.415	44.167.225	10.602.662	125.454.303
INSTALACIÓN ELECTRICA MT	10.153.619	4.709.428	1.523.043	16.386.090
Total	167.688.478	86.260.941	25.153.272	279.102.690
			Margen proyectado	9,0%

Detalle de costo unitario

Construcción	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Fundaciones	251.134	3	c/u	753.402
Topografía de fundaciones	2.524.737	3	c/u	7.574.212
Excavación y relleno	1.152.782	3	c/u	3.458.345
Instalacion de MPT	4.736.362	3	c/u	14.209.087
Enfierradura y moldajes	2.725.318	3	c/u	8.175.955
Emplantillado y hormigonado			Total	34.171.001

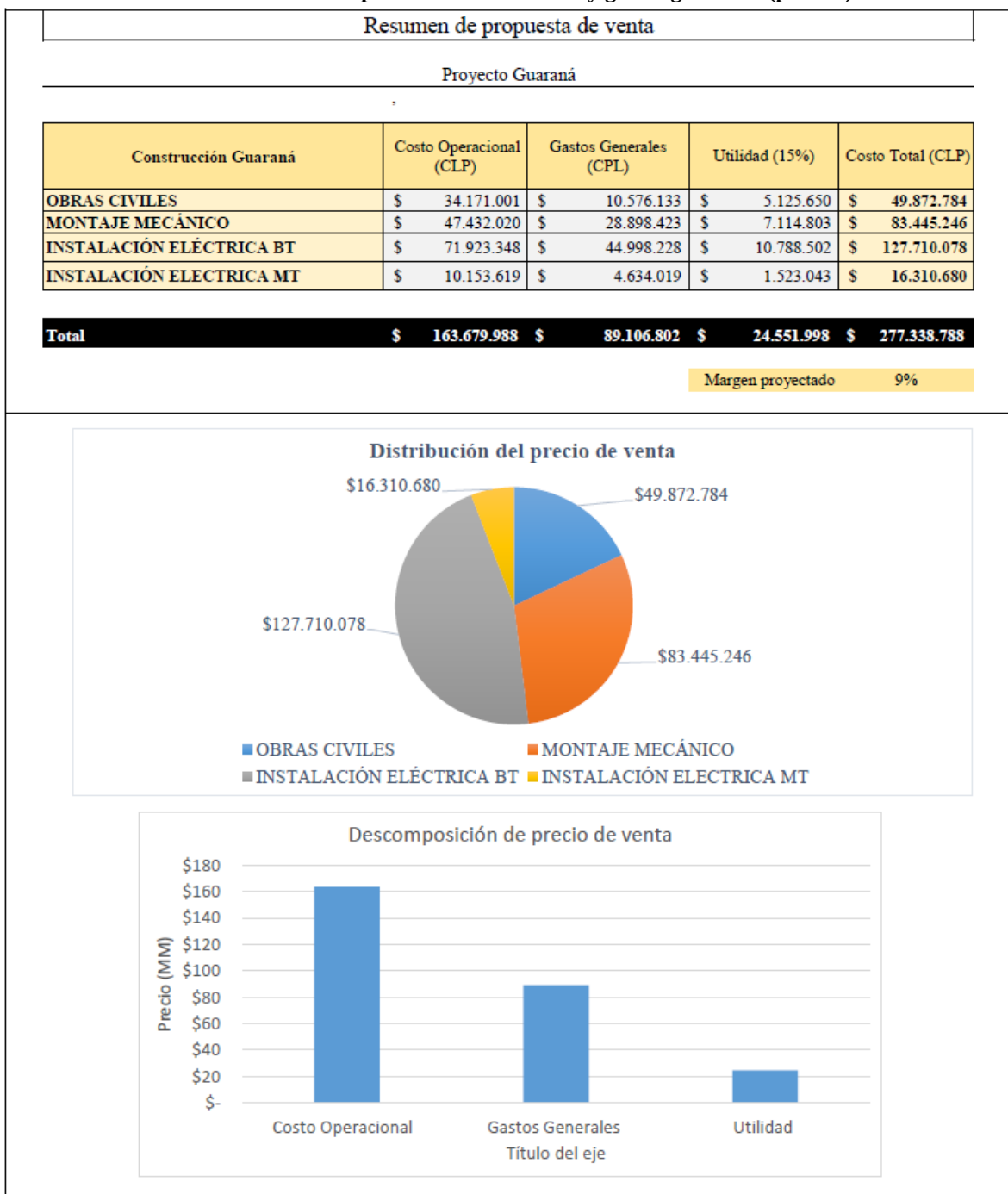
Camino	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Camino Primarios	-	-	m	-
Camino Secundarios	-	-	m	-
			Total	-

Montaje Mecánico	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Logística interna	432.292	30	días	12.968.750
Topografía MM	837	351	c/u	293.827
Perforado	21.702	351	c/u	7.617.293

Volver Salir

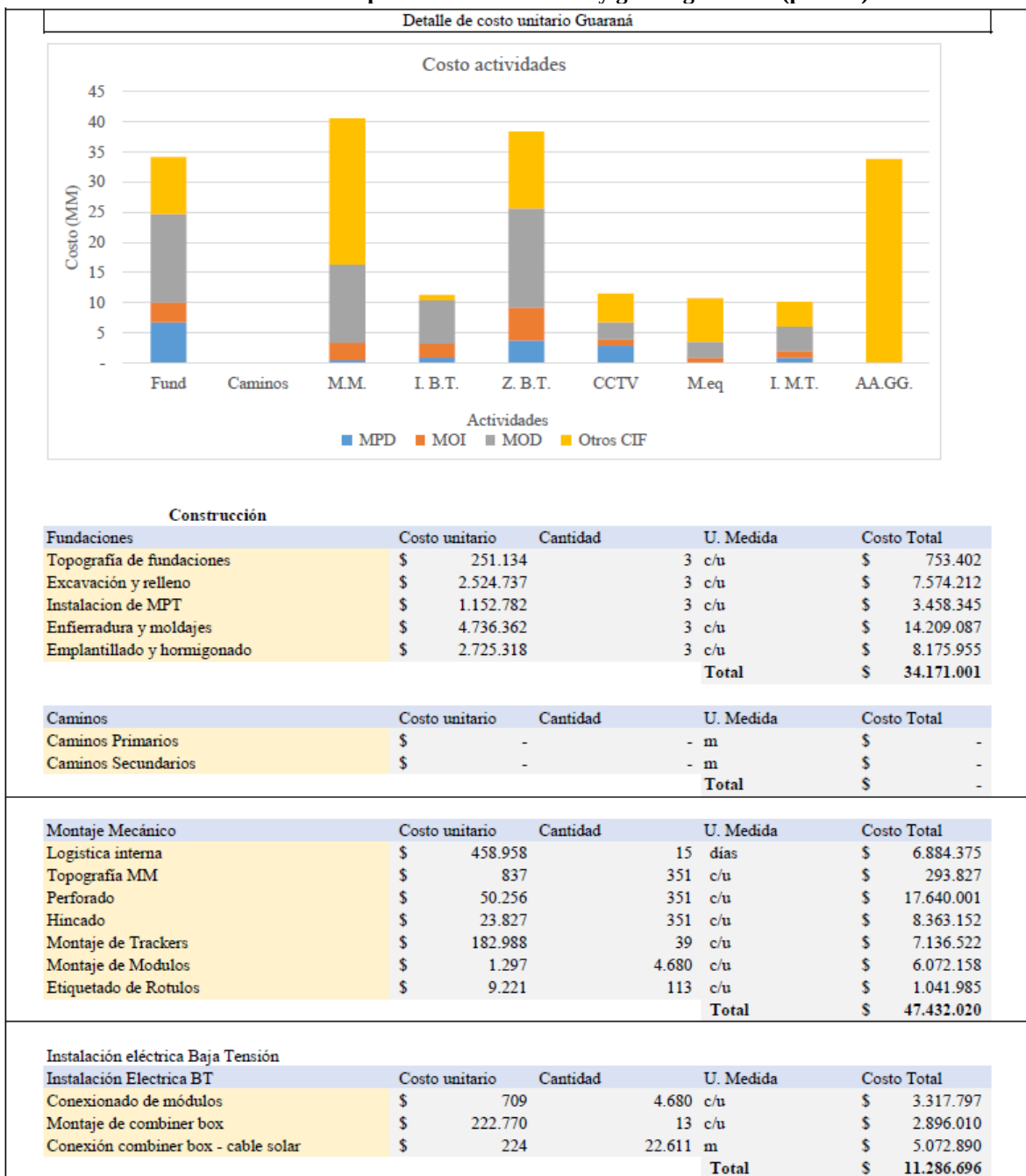
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 124: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 1)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 125: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 2)



Fuente: Elaboración propia

Ecuación 143: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 3)

Instalación Eléctrica BT				
	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Marcado topográfico BT	\$ 1.231	610	m	\$ 750.942
Excavar y relleno de zanjas BT	\$ 30.079	610	m	\$ 18.348.152
Tendido de MPT BT	\$ 3.910	610	m	\$ 2.384.983
Tendido de cable conductor BT	\$ 1.409	5.000	m	\$ 7.043.671
Colocación de ducto HDPE	\$ 993	5.000	m	\$ 4.965.709
Tendido de cable inf. BT	\$ 921	650	m	\$ 598.342
Instalación de arquetas	\$ 101.665	42	c/u	\$ 4.269.912
Topografía CCTV	\$ 1.231	610	m	\$ 750.942
Excavación y relleno de CCTV	\$ 15.872	610	m	\$ 9.681.804
Tendido de Cable CCTV	\$ 1.505	720	m	\$ 1.083.787
Montaje de MVPS	\$ 1.384.469	2	c/u	\$ 2.768.938
Montaje de sala de control	\$ 1.386.893	1	c/u	\$ 1.386.893
Montaje de bodega	\$ 1.386.893	1	c/u	\$ 1.386.893
Logística interna	\$ 440.408	8	días	\$ 3.523.261
Soporte técnico y conexonado de planta	\$ 169.242	10	días	\$ 1.692.424
Total				\$ 60.636.652
Instalación eléctrica Media Tensión				
	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Marcado topográfico MT	\$ 1.231	43	m	\$ 52.935
Excavar y relleno de zanjas MT	\$ 95.932	43	m	\$ 4.125.080
Tendido de MPT MT	\$ 5.529	43	m	\$ 237.735
Tendido de cable conductor MT	\$ 979	200	m	\$ 195.750
Colocación de ducto HDPE MT	\$ 1.182	2.100	m	\$ 2.481.158
Tendido de cable inf. MT	\$ 1.162	72	m	\$ 83.683
Instalación de arquetas	\$ 372.160	8	c/u	\$ 2.977.278
Total				\$ 10.153.619
Actividades Generales				
	Costo unitario	Cantidad	U. Medida	Costo Total
Movilización	\$ 6.169.500	1	c/u	\$ 6.169.500
Instalación de Faena	\$ 5.730.472	1	c/u	\$ 5.730.472
Alimentación y alojamiento	\$ 21.943.300	1	c/u	\$ 21.943.300
Total				\$ 33.843.272

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 126: Reporte de costo unitario y gastos generales (parte 4)

Gastos de Administración y Ventas Proyecto Guaraná				
Duración estimada del proyecto:			3 Meses	
Remuneraciones Oficina Central	Sueldo	Asignación Guaraná	Asignación de H.H.	Total
Gerente General	\$ 6.500.000	50%	297	\$ 9.750.000
Jefe de Administración	\$ 3.900.000	50%	297	\$ 5.850.000
Project Manager	\$ 3.380.000	50%	297	\$ 5.070.000
Contabilidad y finanzas	\$ 1.820.000	50%	297	\$ 2.730.000
Coordinación y Logística	\$ 1.105.000	50%	297	\$ 1.657.500
Adquisiciones	\$ 1.105.000	50%	297	\$ 1.657.500
Remuneraciones Oficina Central 3 meses				\$ 26.715.000
GAV (Oficina Central)	Valor	Asignación Guaraná		Total
Arriendo Oficina central	\$ 888.512	50%		\$ 444.256
Arriendo Bodega	\$ 370.000	50%		\$ 185.000
Servicios basicos	\$ 75.000	50%		\$ 37.500
Telefonia e Internet	\$ 70.000	50%		\$ 35.000
Gastos comunes	\$ 125.000	50%		\$ 62.500
Caja chica administración	\$ 500.000	50%		\$ 250.000
Compras insumos de aseo/café	\$ 100.000	50%		\$ 50.000
Dep. Equipos computacionales	\$ 208.281	50%		\$ 104.141
Dep. Muebles y útiles	\$ 309.813	50%		\$ 154.907
Dep. Licencias y software computacionales	\$ 68.449	50%		\$ 34.224
Dep. Habilitación de oficina	\$ 143.299	50%		\$ 71.649
Asesoría contabilidad	\$ 1.300.000	50%		\$ 650.000
Serv. Gestión T. Intervento	\$ 1.300.000	50%		\$ 650.000
Camioneta para Administración	\$ 324.000	50%		\$ 162.000
Combustibles	\$ 250.000	50%		\$ 125.000
GAV Oficina Central Mensual				\$ 3.016.177
Remuneraciones O.C. Total 3 Meses				\$ 9.048.530
Remuneraciones de administración de obras Proyecto Guaraná				
Remuneraciones Administracion de obras	Sueldo	Proyecto Guaraná	Asignación de H.H.	Total
Site Manager	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Encargado de Calidad	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Asesor Prevención Riesgos	\$ 1.560.000	100%	594	\$ 1.560.000
Administrativo	\$ 975.000	100%	594	\$ 975.000
Bodeguero	\$ 845.000	100%	594	\$ 845.000
Remuneraciones Adm. obra Total 3 Meses				\$ 19.500.000
GAV Total de Proyecto Guaraná				\$ 55.263.530

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 6:

EVALUACIÓN DE

IMPACTO

“En este capítulo, se describirán los beneficios que podría tener la aplicación del proyecto en la empresa”

6.1 Impacto económico

Dentro del impacto económico del proyecto, se evaluarán los costos de implementación de manera cuantitativa y los beneficios cualitativos que tendría

6.1.1 Costo de implementación del proyecto

Dentro del costo de implementación del proyecto, en primer lugar, se encuentra el costo del diseño del prototipo del sistema de costeo, donde se debe considerar la remuneración mensual del alumno, la cual fue de \$200.000, por un periodo aproximado de 5,5 meses, lo que equivale a un costo total de \$1.099.890, el cual es considerado al 50%, ya que, al alumno se le asignaron tareas adicionales a este proyecto.

Además, para la implementación de este sistema de costeo, es necesaria una revisión profunda e integral por parte de los profesionales encargados de obra, quienes tienen la experiencia necesaria para identificar costos que están asociados a la obra, específicamente, profesionales como: *Project Manager*, *Site Manager* y supervisores eléctricos, mecánicos y de obras civiles. Para esto, se considerará unas cinco horas de trabajo por cada uno de los profesionales.

Dado que el proyecto es un prototipo, es necesario someterlo a un proceso de prueba y error, para esto, se consideran cinco horas de trabajo del jefe de administración, posteriormente, se debe validar si requiere de cambios antes de la implementación. Finalmente, se considera el costo de la capacitación que se deberá hacer al futuro encargado de utilizar el sistema de costeo.

Tabla 9: Costos de implementación del sistema de costeo

Personal	Costo por hora	Cantidad de horas	Costo total
Diseñador de Prototipo (40%)	\$1.010	349	\$352.692
Gerente General	\$32.828	5	\$164.141
Jefe de administración	\$19.696	10	\$196.960
Project Manager	\$17.071	5	\$85.355
Site Manager	\$7.879	5	\$39.395
Supervisor eléctrico	\$8.535	5	\$42.675
Costo Capacitación	\$1.010	18	\$18.180
Total			\$899.398

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Licitaciones

El principal impacto que presenta este proyecto dentro de la empresa es el cálculo preciso del costo de cada actividad de los proyectos PMGD, a partir de los ratios de construcción, los recursos usados y los costos ingresados al sistema, con el fin de asegurar que el precio de venta de los proyecto, considere el porcentaje de utilidad establecido por la empresa, además, gracias al prototipo, se puede estimar cuanto se puede bajar el precio de venta sin sacrificar la utilidad y sin que el proyecto presente perdidas.

6.1.3 Adicionales

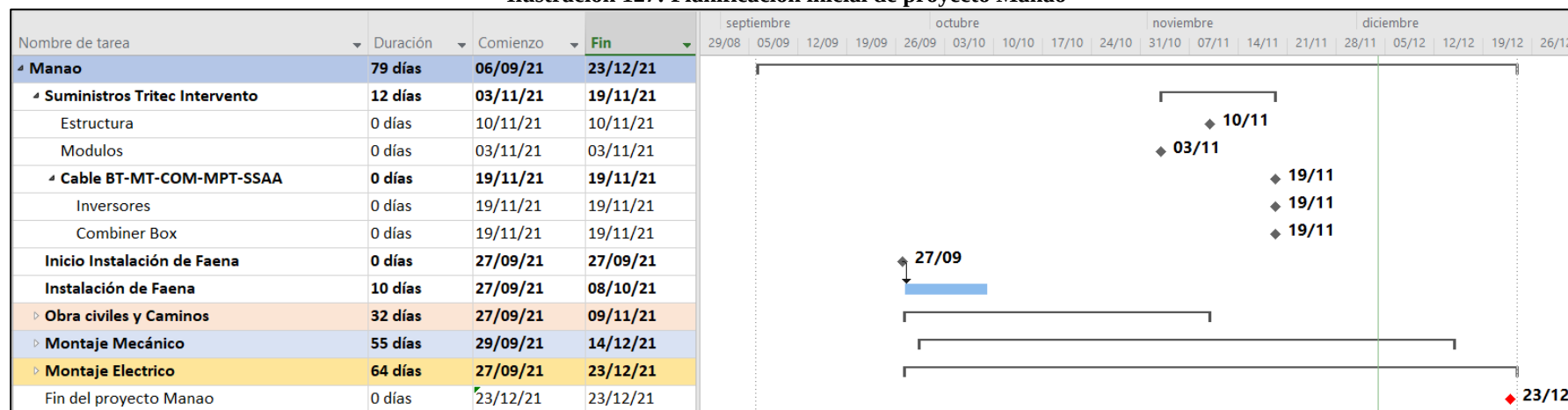
En caso de existir trabajos adicionales a los acordados en la licitación, como un mayor número de perforaciones a realizar o el uso de martillos hidráulicos para las excavaciones, el costo unitario de cada actividad es calculado de manera precisa anteriormente en la licitación y el adicional puede ser recalculado mediante el prototipo, incluyendo los nuevos recursos a utilizar, de modo que en el costo adicional a cobrar, se consideren todos los recursos para que no exista un sobre costo debido a un adicional mal cobrado.

6.1.4 Demora en la llegada de suministros

Es común que los suministros no lleguen exactamente en la fecha estimada por el cliente, ya que, estos suministros, como los módulos fotovoltaicos, estructura de tracker, inversores o combiner boxes son importados de China. En ocasiones, el retraso de llegada de importaciones puede ser significativo, en la Ilustración 127, se muestra la fecha estimada de llegada de suministros importados bajo el nombre de “Suministros Tritec Intervento”, esta fecha de llegada no fue cumplida y tuvo un retraso de aproximadamente 2 meses, lo que postergará el fin de la obra del 23 de diciembre del 2021, al uno de marzo de 2022, como se puede ver en la Ilustración 128.

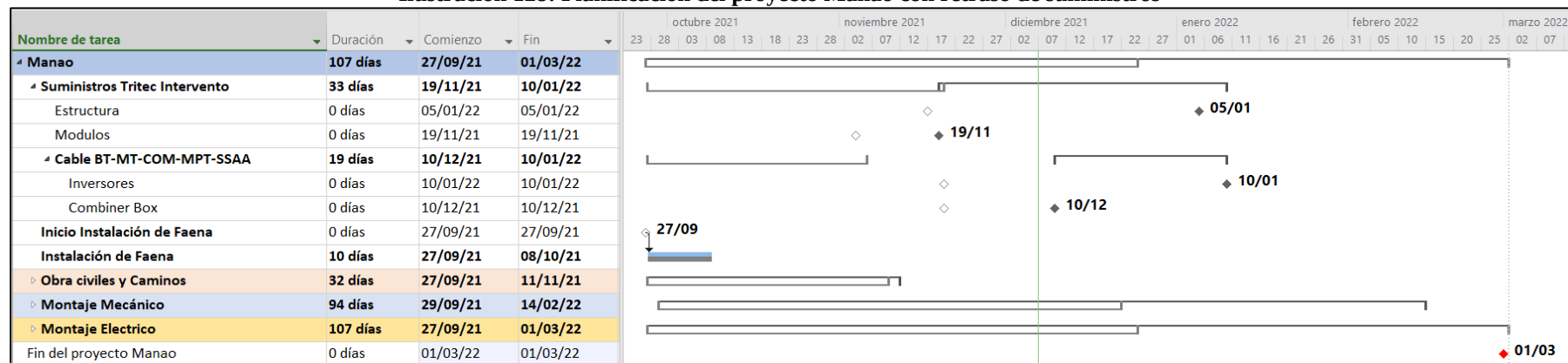
Debido a este retraso en la entrega de las importaciones por parte de la empresa mandante, se ve obligada a pagar los gastos generales y costos que estén vinculados a este retraso, por otro lado, si Tritec Services no puede trabajar en ninguna actividad debido al retraso de suministros, el mandante se ve obligado a pagar el costo de los días que Tritec Services no pudo trabajar por el concepto de “*Stand by*”.

Ilustración 127: Planificación inicial de proyecto Manao



Fuente: Elaboración propia (en base a Tritec Services)

Ilustración 128: Planificación del proyecto Manao con retraso de suministros



Fuente: Elaboración propia (en base a Tritec Services)

6.1.5 Rendimientos comprometidos

Debido a que, en el prototipo, los costos son calculados a partir de los ratios constructivos, es posible establecer los rendimientos diarios esperados en cada actividad, para compararlos con el rendimiento real entregado por el control de avance diario, en la Ilustración 129, se muestra un extracto del archivo de control de avance de obra, donde se destaca en amarillo la fila de hincado, la cual tiene como rendimiento esperado 60 hincas diarias, como se puede ver en la columna “Prog.”, pero el avance diario en la columna “Real” es mucho menor al programado, por lo tanto, esto significa un sobre costo en el hincado. El prototipo permite saber el costo diario de cada actividad, por lo tanto, es posible calcular el costo de este atraso, el cual deberá ser asumido completamente por *Tritec Services*, ya que este atraso depende directamente de su gestión. Es importante destacar que este concepto es aplicable para todas las actividades de los proyectos.

6.1.6 Proyección del margen de los proyectos

El cálculo de estos sobre costos, adicionales, retraso de suministros y *stand by* resulta muy útil para la proyección del margen al término del proyecto, debido a que el costo de construcción aumentará a medida que surjan este tipo de eventos, provocando que el margen disminuya respecto al presupuesto inicial, por esto, es necesario asignar un presupuesto a estos adicionales, una vez calculados y negociados con el cliente, para no reflejar una disminución del margen o pérdida.

Ilustración 129: Control de avance del proyecto Guaraná

Avance General:		43,7%		Avance Planificado		57%														
Fecha de Avance:		26-11-21																		
Guaraná																				
								04/11/2021			05/11/2021			08/11/2021			09/11/2021			
Actividades		Ponde ración	Cantidad	Medida	Atraso/ Adelanto	Avance acumulado	% Avance.	Rendimiento Planificado	Prog.	Real	Diferenci a	Prog.	Real	Diferenci a	Prog.	Real	Diferenci a	Prog.	Real	Diferenci a
Montaje Mecánico		40%			-	-	43%		-		-	-		-	-		-	-		-
Topografía		10%	351	c/u	-	351,0	100%	117	-		-	-		-	-		-	-		-
Predrilling a 1,85 m en 5" diámetro		15%	293	c/u	-	293,0	100%	73	-		-	-		-	-		-	-		-
Hincado		20%	468	c/u	28,9	414,0	88%	60	60	4	-56	60	19	-41	60	21	-39	-	22	22
Instalación de Trackers		20%	39	c/u	-30,4	0,9	2%	4	-		-	-		-	-		-	-		-
Viga Secundaria		15%	3.042	c/u	-	-	0%	608	-		-	-		-	-		-	-		-
Instalación de Módulos		20%	4.680	c/u	-	-	0%	669	-		-	-		-	-		-	-		-

Fuente: Elaboración propia (en base a Tritec Services)

Ilustración 130: Control de presupuesto de proyecto Guaraná

Asistencia 1997 Control de Presupuesto de Proyecto GUARANÁ									
</									

Fuente: Elaboración propia (en base a Tritec Services)

6.2 Impacto social

Este proyecto no generará un impacto social externo, ya que, se enfoca en generar cambios en el manejo de información y cálculo de presupuesto dentro de la empresa, por lo tanto, si tendrá un impacto social interno, en el modo en el que se organiza la información de costos, para el cálculo de presupuestos, también, entregará la información de costos de la empresa en un mismo sistema, mejorando la coordinación, toma de decisiones, eficiencia y precisión de estos presupuestos y costos adicionales en la construcción de los proyectos PMGD.

6.3 Impacto ambiental

La implementación del sistema de costeo en la empresa tendrá como consecuencia un mejor manejo de los costos, lo cual podría disminuir la deuda que posee la empresa al largo plazo y permitiría tener un crecimiento de producción, para trabajar en una mayor cantidad de proyectos en paralelo o participar en la construcción de parques fotovoltaicos de gran tamaño, aportando cada vez más a la generación de energía renovable y al objetivo nacional de alcanzar la carbono-neutralidad en el año 2050.

Conclusión

Este proyecto fue realizado en Tritec Services Spa, empresa creada el año 2019, pertenece al grupo Tritec, está ubicada en Providencia, Región Metropolitana y se dedicada a la construcción de parques fotovoltaicos PMGD en Chile, generalmente, trabaja para empresas EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), encargadas de la ingeniería, adquisición de equipos y suministros y construcción de los parques, donde Tritec Services es subcontratada para esto último.

Dentro de la organización, la problemática abordada nace de la alta competencia en las licitaciones, donde se debe asignar un precio de venta a cada actividad que se desarrolle dentro de la obra. Debido a la alta competencia, se debe rebajar el precio de venta para poder adjudicar los proyectos, por lo tanto, la empresa debe trabajar con un presupuesto ajustado que puede no ser suficiente para cubrir todos los costos asociados a la construcción de los parques PMGD.

Con el fin de cumplir los objetivos propuestos en este proyecto de título, se investigó y estableció un marco teórico, lo que fue útil para definir el camino que se debería seguir en el diseño de este sistema de costeo, dentro de este marco teórico se describen las herramientas de análisis y diagnóstico utilizadas para la evaluación de situación inicial de la empresa, donde se obtuvo como resultado que Tritec Services posee un nivel de gestión inicial, a partir de la metodología SIGA, además, se concluyó que la empresa no posee un buen sistema de control de costos y no conocen sus costos reales de la ejecución de la obra, por lo que el presupuesto en algunas ocasiones es sobrepasado, además, esto es potenciado por el constante aumento de precios de materiales de construcción.

Posteriormente, gracias la selección y seguimiento de la metodología *Design Thinking*, se establecieron las etapas a seguir para el diseño de este proyecto, donde es importante recalcar la etapa inicial de empatizar, donde se debe recopilar información y comprender cuales son las necesidades del usuario, en este caso, la empresa.

Un punto importante dentro del diseño del sistema de costeo es la previa formalización de procesos que se realizó, donde se describieron todos los procesos de construcción de obras civiles, montaje mecánico e instalaciones eléctricas de baja y media tensión, para tener claridad en los

procedimientos y costos que están asociados en cada actividad. Luego, para el diseño físico del prototipo, se utilizó el *software* Excel, donde se costearon los proyectos de manera individual como una orden de trabajo, y posteriormente, cada proyecto es costeado en base a sus actividades, con el fin de elaborar presupuestos de acuerdo con las licitaciones. Además, gracias a la utilización de macros creadas a través del lenguaje de programación de *Visual Basic*, se crearon formularios para la parametrización de trabajos y costos de cada proyecto, junto con formularios de costeo para cada actividad en base a los ratios constructivos propuestos por los expertos y los recursos que se utilizan. Finalmente, se programaron funciones que son capaces de extraer los resultados de costo de cada actividad, separándolos en MPD, MOI, MOD y otros CIF, y el reporte final de la propuesta del proyecto, donde se muestra el costo total del proyecto, la utilidad, el precio de venta y el margen proyectado.

Para la empresa, es importante tomar en cuenta la alta competencia en las licitaciones, debido a que, existen competidores capaces de ofrecer precios más bajos, por lo tanto, es importante tener en cuenta cuanto se puede bajar el precio de venta sin afectar la utilidad y sin que el proyecto presente pérdidas, por esta razón, se deben tomar medidas que permitan a la empresa operar a un menor costo. Como medida para bajar los costos de operación, se puede adquirir maquinaria para la construcción, ya que, actualmente, la empresa trabaja con maquinaria arrendada para todos sus proyectos, lo que aumenta significativamente el costo de operación. Además, se podría recomendar la disminución del gasto de administración de la oficina central, debido a que estos gastos son muy altos en comparación con el costo de operación de los proyectos, como medida, se podría arrendar una oficina de menor valor, contratar servicios de menor valor o incluso evaluar la posibilidad de optar por teletrabajo, para ahorrar los gastos de arriendo de oficina central, gastos comunes, servicios básicos, internet, entre otros.

Para la implementación prototipo, se propone incluir actividades de construcción que aún están fuera del alcance de la empresa, en caso de que si en un futuro, se presenta una licitación donde están presentes estas actividades, se pueda hacer un presupuesto rápidamente, incluir estas actividades requerirá de investigación de procesos de construcción y cotizaciones al por mayor de materiales, equipos o maquinaria, ya que la empresa no posee la experiencia para realizarlas en este momento.

Bibliografía

- Betancourt, D. F. (2016). *Ingenioempresa*. Obtenido de https://www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/#Que_es_el_diagrama_causa-efecto
- bsginstitute. (2020). Obtenido de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/costeo-basado-en-actividades-abc-6>
- Cancino, C. (2012). *Matriz de análisis FODA cuantitativo*.
- Cardenas, V. (2009). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA DE COSTOS TRADICIONALES Y EL SISTEMA DE COSTOS BASADO EN ACTIVIDADES (ABC)*.
- Docenteunivia. (2014). *Contabilidad de costos univia*. Obtenido de Sistema de costeo por procesos: <https://contabilidaddecostosunivia.wordpress.com/2014/03/19/sistema-de-costeo-por-procesos/>
- economía, T. (2020). *Tu economía*. Obtenido de <https://tueconomia.net/contabilidad/que-es-el-costo-de-absorcion/>
- español, E. (2021). *¿Que es el analisis FODA o DAFO?* Obtenido de Entrepreneur : <https://www.entrepreneur.com/article/263492>
- Fernández, H. (2020). *Economatic*. Obtenido de <https://economiatic.com/metodo-lean-startup/>
- Gerencie. (2020). *Sistemas de costeo por ordenes de producción*. Obtenido de <https://www.gerencie.com/sistema-de-costos-por-ordenes.html>
- Herrera, E. p. (2021). *Blognubox*. Obtenido de <https://blog.nubox.com/contadores/costeo-de-absorcion>
- Horngren, C. (2012). *Contabilidad de costos*. Obtenido de <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Contabilidad-de-costos-Charles-T.-Horngren.pdf>
- Imadrid. (2020). *Imadrid*. Obtenido de <https://www.itmadrid.com/que-es-y-para-que-sirve-design-thinking/>

- Intervento, T. (2020). *Proyectos PMGD*. Obtenido de Parques fotovoltaicos (PMGD) - Proyectos "llave en mano": <https://tritec-intervento.cl/pmgd/>
- Polimeni, R. (1997). *Contabilidad de costos*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL.
- Russo, f. (2021). *tentulogo*. Obtenido de Diferencias entre metodologías ágiles: <https://tentulogo.com/diferencias-design-thinking-lean-startup-design-sprint-agile-scrum-kanban/>
- Tellez, D. (2004). *Gestionopolis*. Obtenido de Sistema de costeo por ordenes de trabajo: <https://www.gestiopolis.com/sistema-de-costeo-por-ordenes-de-trabajo/>
- Thomas, M. (2020). *Integrify*. Obtenido de <https://www.integrify.com/blog/posts/kanban-project-management/>
- Valencia, C. (2020). *Mastermarketing-valencia*. Obtenido de <https://www.mastermarketing-valencia.com/marketing-digital/blog/metodo-lean-startup/>

Anexos

Anexo 1: Cuestionario del método SIGA

Criterios	Puntaje
1. LIDERAZGO	
1.1. La Gerencia/Dirección ha definido la Misión, la Visión, los Valores y los Objetivos Estratégicos de la empresa.	
1.2. La gerencia/dirección gestiona los planes de negocio y prospecta nuevas iniciativas y tecnologías, enfocadas en la Misión y Visión de la empresa	
1.3. La gerencia/dirección se capacita en temas de gestión de empresas.	
1.4. La gerencia/dirección se asegura que todo el personal reconoce que el foco de su atención son los clientes de la empresa.	
1.5. La gerencia/dirección se asegura de conocer las leyes, normas y regulaciones, aplicables en todo el ámbito de su gestión, y que su personal las cumpla.	
1.6. La gerencia/dirección evalúa su desempeño competitivo global.	
1.7. La gerencia/dirección evalúa el desempeño y sanidad financiera del negocio, el grado de avance del cumplimiento de las metas y planes de acción.	
1.8. La gerencia/dirección utiliza información de las evaluaciones de desempeño (operacional, financiero y comercial), para desarrollar planes de mejoramiento y oportunidades de innovación que permitan mejorar la gestión global.	
2. CLIENTES Y MERCADO	
2.1. La empresa determina los clientes, o segmentos de clientes, en que concentrará su gestión y foco.	
2.2. La empresa determina los atributos de sus productos o servicios que valoran los clientes, y hacia ellos orienta sus acciones de marketing, planificación de productos, y otros desarrollos de negocios.	
2.3. La empresa determina estándares de calidad para las instancias o puntos de contacto con los clientes.	
2.4. La empresa gestiona proactivamente la relación con sus clientes para incrementar su lealtad y fidelidad.	
2.5. La empresa recoge sugerencias, quejas y/o reclamos de sus clientes y se asegura que se resuelvan adecuadamente y con la prontitud esperada para los clientes afectados.	
2.6. La empresa mide la satisfacción de sus clientes, les hace seguimiento respecto a los productos/servicios y usa esta información para mejorar su calidad.	
3. PERSONAS	
3.1. La empresa organiza y administra el trabajo, acorde con las necesidades del negocio, y asigna facultades y atribuciones al personal, para la toma de decisiones.	
3.2. La empresa identifica las competencias y habilidades requeridas para los cargos, las cuales utiliza para la contratación de nuevo personal.	
3.3. La empresa comunica al personal las principales estrategias, metas y planes, así como los resultados claves del negocio, y les asigna objetivos.	
3.4. La empresa cuenta con un sistema de compensaciones y reconocimiento que incentiva el alto desempeño de los trabajadores.	

3.5. La empresa facilita y mide la participación del personal para el mejoramiento de la calidad.	
3.6. La empresa establece planes de capacitación para el personal de manera de satisfacer tanto sus necesidades como las de la empresa, a corto y largo plazo.	
3.7. Se capacita al personal en lo necesario para ejecutar los nuevos planes de acción de la empresa.	
3.8. La empresa mide la satisfacción del personal.	
3.9. La empresa determina los factores claves que afectan la satisfacción del personal.	
3.10. La empresa realiza acciones para mejorar el clima laboral de sus trabajadores.	
3.11. La empresa evalúa y ajusta, de ser necesario, las condiciones de trabajo, de salud y de seguridad de los trabajadores.	
3.12. La empresa capacita al personal en materiales de prevención de riesgos.	
4. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	
4.1. La empresa desarrolla una estrategia de negocios, alineada y enfocada en su misión, que considera sus fortalezas y debilidades, así como las oportunidades y amenazas que existen en el mercado.	
4.2. La estrategia de negocios de la empresa define objetivos estratégicos, y los principales planes de acción para llevarlos a cabo.	
4.3. Se generan planes de acción incorporando a los responsables, costos y plazos, para lograr metas.	
4.4. La empresa establece indicadores, hitos y responsables de ejecución de los planes de acción.	
5. GESTIÓN DE PROCESOS	
5.1. La empresa designa responsables y define indicadores de desempeño para los procesos principales.	
5.2. La empresa incorpora los requerimientos de los clientes en el diseño de los sistemas de trabajo y en los nuevos productos servicios o modificaciones a los actuales.	
5.3. La empresa se asegura que el diseño de sus productos/servicios contempla los requerimientos, medioambientales, legales, de seguridad y de salud de los trabajadores.	
5.4. Se vigila el funcionamiento diario de los procesos de producción y entrega, para identificar y resolver problemas.	
5.5. Se vigila el funcionamiento de los procesos de apoyo, que soportan la producción, para identificar y resolver problemas.	
5.6. Se utilizan criterios definidos para seleccionar y evaluar a los proveedores y subcontratistas.	
5.7. Se informa a los proveedores y subcontratistas claves, el resultado de su evaluación.	
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	
6.1. La empresa mide el desempeño de sus operaciones, tales como producción, ventas, ingresos, gastos, satisfacción de clientes, satisfacción de personal y calidad de procesos.	
6.2. La empresa utiliza mediciones de sus operaciones como apoyo a la planificación.	
6.3. La empresa analiza su información y la usa para el mejoramiento de las operaciones.	
6.4. Se comunica al personal involucrado la información de los resultados de la empresa.	
7. RESPONSABILIDAD SOCIAL	
7.1. Se toman acciones para reducir los efectos negativos de los procesos de la empresa sobre el medio ambiente.	
7.2. El personal, incluyendo la gerencia/dirección, participa en actividades orientadas a proteger el medio ambiente, los recursos naturales y de apoyo a las comunidades claves.	
7.3. La empresa/organización promueve y asegura la conducta ética de su personal.	
8. RESULTADOS	
8.1. La empresa tiene indicadores de satisfacción de sus clientes.	

8.2. La empresa tiene indicadores para medir sus resultados financieros y de mercado del negocio.	
8.3. La empresa tiene indicadores de los procesos principales.	
8.4. La empresa tiene indicadores de protección del medio ambiente, protección de los recursos naturales y contribución social.	
8.5. La empresa tiene indicadores de satisfacción del personal.	
8.6. La empresa tiene indicadores de desempeño de los principales proveedores.	

Fuente: Elaboración propia en base a (Torres, 2012)

Anexo 2: Respuestas de método SIGA

1. LIDERAZGO	14
1.1. La Gerencia/Dirección ha definido la Misión, la Visión, los Valores y los Objetivos Estratégicos de la empresa.	0
1.2. La gerencia/dirección gestiona los planes de negocio y prospecta nuevas iniciativas y tecnologías, enfocadas en la Misión y Visión de la empresa	0
1.3. La gerencia/dirección se capacita en temas de gestión de empresas.	3
1.4. La gerencia/dirección se asegura que todo el personal reconoce que el foco de su atención son los clientes de la empresa.	2
1.5. La gerencia/dirección se asegura de conocer las leyes, normas y regulaciones, aplicables en todo el ámbito de su gestión, y que su personal las cumpla.	2
1.6. La gerencia/dirección evalúa su desempeño competitivo global.	2
1.7. La gerencia/dirección evalúa el desempeño y sanidad financiera del negocio, el grado de avance del cumplimiento de las metas y planes de acción.	3
1.8. La gerencia/dirección utiliza información de las evaluaciones de desempeño (operacional, financiero y comercial), para desarrollar planes de mejoramiento y oportunidades de innovación que permitan mejorar la gestión global	2
2. CLIENTES Y MERCADO	17
2.1. La empresa determina los clientes, o segmentos de clientes, en que concentrará su gestión y foco.	3
2.2. La empresa determina los atributos de sus productos o servicios que valoran los clientes, y hacia ellos orienta sus acciones de marketing, planificación de productos, y otros desarrollos de negocios.	2
2.3. La empresa determina estándares de calidad para las instancias o puntos de contacto con los clientes.	3
2.4. La empresa gestiona proactivamente la relación con sus clientes para incrementar su lealtad y fidelidad.	3
2.5. La empresa recoge sugerencias, quejas y/o reclamos de sus clientes y se asegura que se resuelvan adecuadamente y con la prontitud esperada para los clientes afectados.	3
2.6. La empresa mide la satisfacción de sus clientes, les hace seguimiento respecto a los productos/servicios y usa esta información para mejorar su calidad.	3
3. PERSONAS	23
3.1. La empresa organiza y administra el trabajo, acorde con las necesidades del negocio, y asigna facultades y atribuciones al personal, para la toma de decisiones.	2
3.2. La empresa identifica las competencias y habilidades requeridas para los cargos, las cuales utiliza para la contratación de nuevo personal.	1
3.3. La empresa comunica al personal las principales estrategias, metas y planes, así como los resultados claves del negocio, y les asigna objetivos.	2

3.4. La empresa cuenta con un sistema de compensaciones y reconocimiento que incentiva el alto desempeño de los trabajadores.	1
3.5. La empresa facilita y mide la participación del personal para el mejoramiento de la calidad.	1
3.6. La empresa establece planes de capacitación para el personal de manera de satisfacer tanto sus necesidades como las de la empresa, a corto y largo plazo.	2
3.7. Se capacita al personal en lo necesario para ejecutar los nuevos planes de acción de la empresa.	2
3.8. La empresa mide la satisfacción del personal.	1
3.9. La empresa determina los factores claves que afectan la satisfacción del personal.	2
3.10. La empresa realiza acciones para mejorar el clima laboral de sus trabajadores.	3
3.11. La empresa evalúa y ajusta, de ser necesario, las condiciones de trabajo, de salud y de seguridad de los trabajadores.	3
3.12. La empresa capacita al personal en materiales de prevención de riesgos.	3
4. PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	10
4.1. La empresa desarrolla una estrategia de negocios, alineada y enfocada en su misión, que considera sus fortalezas y debilidades, así como las oportunidades y amenazas que existen en el mercado.	1
4.2. La estrategia de negocios de la empresa define objetivos estratégicos, y los principales planes de acción para llevarlos a cabo.	3
4.3. Se generan planes de acción incorporando a los responsables, costos y plazos, para lograr metas.	3
4.4. La empresa establece indicadores, hitos y responsables de ejecución de los planes de acción.	3
5. GESTIÓN DE PROCESOS	16
5.1. La empresa designa responsables y define indicadores de desempeño para los procesos principales.	3
5.2. La empresa incorpora los requerimientos de los clientes en el diseño de los sistemas de trabajo y en los nuevos productos servicios o modificaciones a los actuales.	3
5.3. La empresa se asegura que el diseño de sus productos/servicios contempla los requerimientos, medioambientales, legales, de seguridad y de salud de los trabajadores.	3
5.4. Se vigila el funcionamiento diario de los procesos de producción y entrega, para identificar y resolver problemas.	1
5.5. Se vigila el funcionamiento de los procesos de apoyo, que soportan la producción, para identificar y resolver problemas.	1
5.6. Se utilizan criterios definidos para seleccionar y evaluar a los proveedores y subcontratistas.	3
5.7. Se informa a los proveedores y subcontratistas claves, el resultado de su evaluación.	2
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	5
6.1. La empresa mide el desempeño de sus operaciones, tales como producción, ventas, ingresos, gastos, satisfacción de clientes, satisfacción de personal y calidad de procesos.	2
6.2. La empresa utiliza mediciones de sus operaciones como apoyo a la planificación.	1
6.3. La empresa analiza su información y la usa para el mejoramiento de las operaciones.	1
6.4. Se comunica al personal involucrado la información de los resultados de la empresa.	1
7. RESPONSABILIDAD SOCIAL	6
7.1. Se toman acciones para reducir los efectos negativos de los procesos de la empresa sobre el medio ambiente.	1
7.2. El personal, incluyendo la gerencia/dirección, participa en actividades orientadas a proteger el medio ambiente, los recursos naturales y de apoyo a las comunidades claves.	3
7.3. La empresa/organización promueve y asegura la conducta ética de su personal.	2

8. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	6
8.1. La empresa tiene indicadores de satisfacción de sus clientes.	1
8.2. La empresa tiene indicadores para medir sus resultados financieros y de mercado del negocio.	2
8.3. La empresa tiene indicadores de los procesos principales.	2
8.4. La empresa tiene indicadores de protección del medio ambiente, protección de los recursos naturales y contribución social.	0
8.5. La empresa tiene indicadores de satisfacción del personal.	0
8.6. La empresa tiene indicadores de desempeño de los principales proveedores.	1

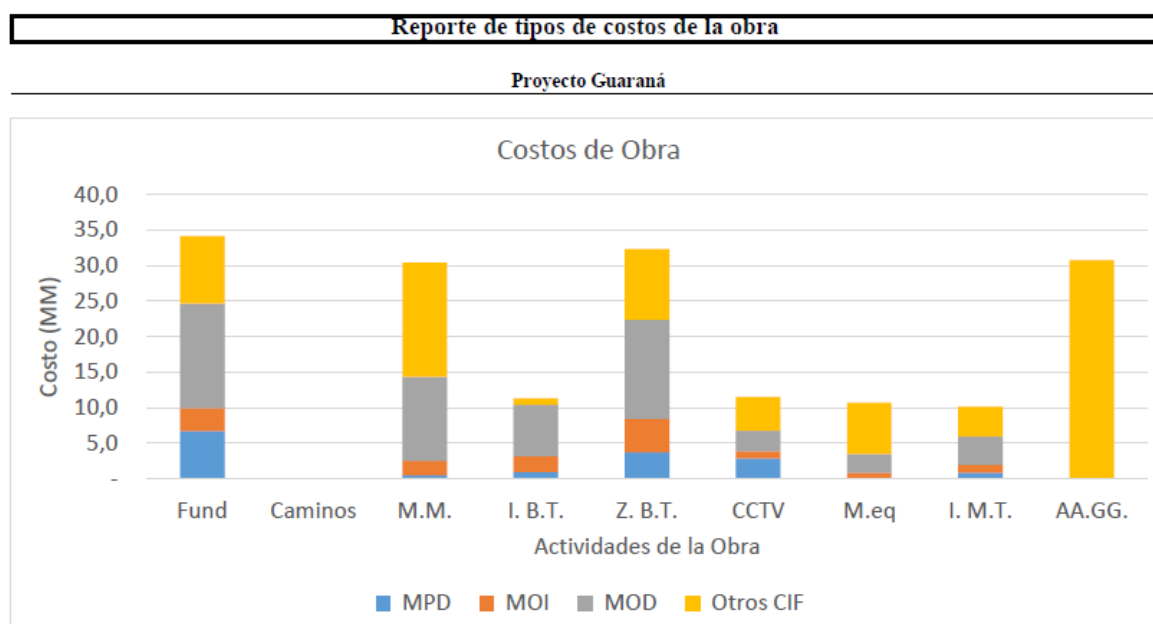
Fuente: Elaboración propia en base a (Torres, 2012)

Anexo 3: Resultados de metodología SIGA

N°	Criterio	Puntaje obtenido	Puntaje total
1	Liderazgo	14	24
2	Clientes y Mercado	17	18
3	Personas	23	36
4	Planificación Estratégica	10	12
5	Gestión de proyectos	16	21
6	Análisis de Información	5	12
7	Responsabilidad Social	6	9
8	Análisis de Resultados	6	18
	Total	97	150

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Reporte de tipo de costo de obra (parte 1)



Tipo de Obra					
Obras Civiles	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Fundaciones					
Topografía de fundaciones	-	-	709.091	44.311	753.402
Excavación y relleno	-	817.784	2.739.578	4.016.850	7.574.212
Instalación de MPT	-	702.000	1.914.545	841.800	3.458.345
Enfierradura y moldajes	1.750.200	1.477.273	8.863.636	2.117.978	14.209.087
Emplantillado y hormigonado	4.980.000	265.909	452.045	2.478.000	8.175.955
Total	6.730.200	3.262.966	14.678.896	9.498.939	34.171.001
Caminos	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Caminos Primarios	-	-	-	-	-
Caminos Secundarios	-	-	-	-	-
Total					-
Montaje Mecánico					
Montaje Mecánico	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Logística interna			1.967.727	6.133.523	8.101.250
Topografía MM	-	-	414.818	25.922	440.740
Perforado	-	520.000	1.489.091	7.901.940	9.911.031
Hincado	-	325.000	930.682	4.352.349	5.608.031
Montaje de Trackers	-	422.500	3.264.773	3.294.284	6.981.557
Montaje de Módulos	-	650.000	5.022.727	439.424	6.112.152
Etiquetado de Rotulos	508.500	91.813	709.460	7.476	1.317.249
Total	508.500	2.009.313	11.831.551	16.021.395	38.472.009
Instalación eléctrica Baja Tensión					
Instalación Eléctrica BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Conexión de módulos	-	845.000	2.304.545	168.251	3.317.797
Montaje de combiner box	952.000	422.500	1.478.750	42.760	2.896.010
Conexión combiner box - cable solar	-	979.810	3.429.335	663.745	5.072.890
Total	952.000	2.247.310	7.212.630	874.756	11.286.696

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Reporte de tipo de costo de obra (parte 2)

Instalación eléctrica zanjas BT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Marcado topográfico BT	-	240.303	480.606	30.033	750.942
Excavar y relleno de zanjas BT	3.660.000	744.939	2.495.547	5.370.679	12.271.165
Tendido de MPT BT	-	264.333	600.758	1.519.892	2.384.983
Tendido de cable conductor BT	-	1.612.103	4.396.645	1.034.923	7.043.671
Colocación de ducto HDPE	-	1.300.000	3.545.455	120.255	4.965.709
Tendido de cable inf. BT	-	140.833	384.091	73.418	598.342
Instalación de arquetas	87.091	401.818	2.032.727	1.748.275	4.269.912
Total	3.747.091	4.704.330	13.935.828	9.897.474	32.284.724

Instalación eléctrica zanjas CCTV	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Topografía CCTV	-	240.303	480.606	30.033	750.942
Excavación y relleno CCTV	2.920.000	519.055	1.738.833	4.503.917	9.681.804
Tendido de cable CCTV	-	232.143	633.117	218.527	1.083.787
Total	2.920.000	991.500	2.852.556	4.752.477	11.516.533

Montaje de equipos	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Montaje MVPS	-	130.000	354.545	2.284.393	2.768.938
Montaje sala de control	-	65.000	177.273	1.144.620	1.386.893
Montaje bodega	-	65.000	177.273	1.144.620	1.386.893
Logística Interna BT	-	-	874.545	2.616.608	3.491.154
Soporte técnico	-	650.000	1.004.545	37.878	1.692.424
Total	-	910.000	2.588.182	7.228.120	10.726.302

Instalación eléctrica Media Tensión

Instalación Eléctrica MT	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Marcado topográfico MT	-	16.939	33.879	2.117	52.935
Excavar y relleno de zanjas MT	860.000	94.522	316.648	2.853.910	4.125.080
Tendido de MPT MT	-	18.633	42.348	176.753	237.735
Tendido de cable conductor MT	-	21.609	58.934	115.207	195.750
Colocación de ducto HDPE MT	-	546.000	1.489.091	446.067	2.481.158
Tendido de cable inf. MT	-	15.600	42.545	25.538	83.683
Instalación de arquetas	16.589	401.818	2.032.727	526.144	2.977.278
Total	876.589	1.115.122	4.016.173	4.145.736	10.153.619

Actividades Generales

Actividades Generales	MPD	MOI	MOD	Otros CIF	Total
Movilización	-	-	-	6.169.500	6.169.500
Instalación de Faena	-	-	-	5.730.472	5.730.472
Alimentación y alojamiento	-	-	-	18.854.620	18.854.620
Total	-	-	-	30.754.592	30.754.592

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Betancourt, D. F. (2016). *Ingenioempresa*. Obtenido de https://www.ingenioempresa.com/diagrama-causa-efecto/#Que_es_el_diagrama_causa-efecto
- bsginstitute. (2020). Obtenido de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/costeo-basado-en-actividades-abc-6>
- Cancino, C. (2012). *Matriz de análisis FODA cuantitativo*.
- Cardenas, V. (2009). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA DE COSTOS TRADICIONALES Y EL SISTEMA DE COSTOS BASADO EN ACTIVIDADES (ABC)*.
- Docenteunivia. (2014). *Contabilidad de costos univia*. Obtenido de Sistema de costeo por procesos: <https://contabilidaddecostosunivia.wordpress.com/2014/03/19/sistema-de-costeo-por-procesos/>
- economía, T. (2020). *Tu economía*. Obtenido de <https://tueconomia.net/contabilidad/que-es-el-costo-de-absorcion/>
- español, E. (2021). *¿Que es el analisis FODA o DAFO?* Obtenido de Entrepreneur : <https://www.entrepreneur.com/article/263492>
- Fernández, H. (2020). *Economatic*. Obtenido de <https://economiatic.com/metodo-lean-startup/>
- Gerencie. (2020). *Sistemas de costeo por ordenes de producción*. Obtenido de <https://www.gerencie.com/sistema-de-costos-por-ordenes.html>
- Herrera, E. p. (2021). *Blognubox*. Obtenido de <https://blog.nubox.com/contadores/costeo-de-absorcion>
- Horngren, C. (2012). *Contabilidad de costos*. Obtenido de <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Contabilidad-de-costos-Charles-T.-Horngren.pdf>
- Imadrid. (2020). *Imadrid*. Obtenido de <https://www.itmadrid.com/que-es-y-para-que-sirve-design-thinking/>

- Intervento, T. (2020). *Proyectos PMGD*. Obtenido de Parques fotovoltaicos (PMGD) - Proyectos "llave en mano": <https://tritec-intervento.cl/pmgd/>
- Polimeni, R. (1997). *Contabilidad de costos*. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL.
- Russo, f. (2021). *tentulogo*. Obtenido de Diferencias entre metodologías ágiles: <https://tentulogo.com/diferencias-design-thinking-lean-startup-design-sprint-agile-scrum-kanban/>
- Tellez, D. (2004). *Gestionopolis*. Obtenido de Sistema de costeo por ordenes de trabajo: <https://www.gestiopolis.com/sistema-de-costeo-por-ordenes-de-trabajo/>
- Thomas, M. (2020). *Integrify*. Obtenido de <https://www.integrify.com/blog/posts/kanban-project-management/>
- Valencia, C. (2020). *Mastermarketing-valencia*. Obtenido de <https://www.mastermarketing-valencia.com/marketing-digital/blog/metodo-lean-startup/>