

Área de Conocimiento de Agricultura

ESTUDIO TÉCNICO - ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN DE YESO PARÍS A ESCALA PYME EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DEL PEÑÓN, DEPARTAMENTO DE LEÓN

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Br. JAVIER ALEXANDER VALVERDE GAGO
2018-1026U

Tutor:

Dr. LÉSTER JAVIER ESPINOZA PÉREZ

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme sabiduría, comprensión y por alcanzar una meta más en mi vida, enseñándome que siempre hay luz al final del túnel.

A mi querida familia, especialmente a las mujeres que han sido mi fundamento: mi madre cuyo amor incondicional y sacrificios han sido mi mayor inspiración; mi hermana, mi compañera incansable de sueños, que con un camino lleno de obstáculos a salido adelante, siendo mi modelo de adulto a seguir; mi abuela, cuyo cariño y enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi vida; por último, a mi novia Betzaida, que siempre estuvo apoyándome en los momentos más difíciles y estuvo presente física, moral y emocionalmente.

A los docentes José Canales y Zoraya Pérez, por compartirme parte de su experiencia, sabiduría y conocimiento. Los llevo en el corazón y en mis recuerdos.

A mi tutor, Dr. Léster Espinoza. Su orientación, apoyo y paciencia han sido fundamentales a lo largo de este proceso. Su conocimiento y dedicación me han inspirado a alcanzar mis metas y a superar los desafíos.

Este logro no es solo mío, sino también de todos aquellos que me acompañaron durante mi etapa universitaria. Mi corazón alberga una profunda gratitud. Gracias por todo, en especial a Linette y Yerihsel, a quienes considero como hermanas y mis primeras amigas de la universidad.

DEDICATORIA

A Dios, por siempre guiarme en cada paso de mi camino.

A mi madre, Damarís Gago, por su amor inquebrantable y apoyo constante. Mujer fuerte, luchadora y, sobre todo, una excelente madre, que me hizo llegar hasta donde estoy ahora mismo. Te amo, mamá; espero que estés orgullosa de mí.

A mi hermana, Gabriela Valverde, por ser mi compañera y mi confidente. Que estas páginas sean un símbolo de nuestra indestructible unión.

A mi abuelita y a mi tío, que en paz descansen, a quienes expreso mi más profunda gratitud y respeto. Su inquebrantable confianza y su apoyo me permitieron avanzar con determinación e inspirarme a esforzarme al máximo para lograr mis metas.

A mi sobrino, Alexander Valverde, cuya inocencia ha sido mi luz. Al ser un ejemplo a seguir para él, este logro sea un orgullo e inspiración para que logre sus propios sueños.

RESUMEN

El estudio determinó la viabilidad técnica de producir yeso tipo París a partir de variantes de mineral de yeso, como selenita y espato satinado. Se realizó la comparación de un proceso artesanal y estandarizado, para una optimización partiendo de los puntos críticos que generan disminución en la calidad del producto, por lo cual se restructuro el orden de cada una de las etapas de proceso y se agregaron nuevas etapas. El nuevo proceso de producción reduce los tiempos de secado, menor costo de energía eléctrica, mejor transferencia de calor para la etapa de secado. La planta estará ubicada en Santa Rosa del Peñón, León, operando por ciclos entre noviembre a abril con una capacidad anual de 616 toneladas.

Desde el punto de vista económico, la inversión total estimada es de US \$469,576.95, con un capital de trabajo de US \$81,286.63 y costos operativos anuales de US \$556,687.58. Se proyecta una producción de 25,133 sacos anuales con ingresos por US \$659,457.70. Se evaluaron tres escenarios de financiamiento (25%, 50% y 70%) con una TMAR del 35%. El escenario con 70% de financiamiento fue el más favorable, con una TIR del 73%, relación B/C de 2.76 y recuperación en 2 años y 8 meses. El análisis de sensibilidad mostró que el proyecto sigue siendo viable para financiamiento del 70% en condiciones de aumentos de costo totales de producción y reducción de ingreso por ventas hasta un 15% en paralelo para financia, en caso contrario tener ambas condiciones a la vez no resulta ser factible para los tres financiamiento.

En cuanto a sostenibilidad, se estimó que cada tonelada de yeso París emite 159.34 kg de CO₂, una cantidad significativamente menor que la emisión por tonelada de cemento (507 kg de CO₂), lo que posiciona al proyecto como una alternativa ambientalmente más favorable.

Las conclusiones del estudio resaltaron la viabilidad del proyecto con una rentabilidad favorable al financiamiento del 70%; que implica un periodo de recuperación de dos años y ocho meses. Sin embargo, las recomendaciones incluyen la mejorar en los aspectos como inversión de la planta de tratamiento de agua residuales, establecer convenios con el principal distribuidor para asegura el suministro de materia prima y considerar la situación de ciertos equipos industriales.

Palabras clave: TIR, VPN, TMAR, selenita, espato satinado, proceso artesanal, estandarización, rentabilidad, financiamiento, emisiones CO₂, viabilidad.

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
I INTRODUCCIÓN	10
II ANTECEDENTES.....	11
III JUSTIFICACIÓN	13
IV OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo General	14
4.2 Objetivos Específico.....	14
V MARCO TEÓRICO	15
5.1 Definición del mineral	15
5.1.1 Descripción del mineral	15
5.1.2 Tipos de mineral de yeso.....	15
5.1.3 Composición	15
5.1.4 Yeso París	16
5.1.5 Aplicaciones del Sulfato de calcio hemihidrato alfa y beta	17
5.2 Micro localización de la planta	17
5.3 Proceso productivo.....	18
5.3.1 Extracción de la materia prima	19
5.3.2 Deshidratación.....	19
5.3.3 Molienda	20
5.3.4 Tamizado	20
5.4 Requerimientos tecnológicos	20
5.5 Factores que determinan la adquisición del equipo y maquinaria.....	20
5.5.1 Capacidad	20
5.5.2 Costo de operación.....	20
5.5.3 Infraestructura necesaria	21
5.5.4 Distribución en planta	21
5.6 Inversión.....	21
5.7 Amortización y depreciación	21
5.8 Ingresos	21

5.9	Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento	21
VI	METODOLOGÍA	22
6.1	Estudio Técnico.....	22
6.2	Estudio Económico.....	22
6.3	Cuantificación de emisiones de CO ₂	23
VII	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADO	24
7.1	Estudio Técnico.....	24
7.1.1	Tamaño de la Planta.....	24
7.1.2	Micro localización de la planta.....	25
7.1.3	Proceso Productivo.....	30
7.1.4	Programa de Producción	31
7.1.5	Requerimientos tecnológicos.....	37
7.1.6	Infraestructura y distribución de la Pyme	41
7.2	Estudio económico.....	50
7.2.1	Inversión	50
7.2.2	Costo de operación.....	56
7.2.3	Ingresos.....	69
7.2.4	Evaluación financiera.....	70
7.2.5	Análisis de sensibilidad.....	76
7.3	Cuantificaciones de emisiones de CO ₂	81
7.3.1	Sector energía	81
7.3.2	Método de estimación.....	83
7.4	Discusión de los resultados.....	90
7.4.1	Estudio Técnico	90
7.4.2	Estudio Económico	90
7.4.3	Cuantificación de emisiones de CO ₂	92
VIII	CONCLUSIONES	93
IX	RECOMENDACIONES	94
X	BIBLIOGRAFÍA	95
	ANEXOS	i

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades del hemihidrato según su forma de cristalización	17
Tabla 2: Proyección de la cantidad de producción a escala Pyme	24
Tabla 3: Capacidad normal, diseño, sistema y real	25
Tabla 4: Especificaciones del terreno (Opción1)	26
Tabla 5: Especificaciones del terreno (Opción 2)	26
Tabla 6: Factores y peso asignada para la determinación del terreno	27
Tabla 7: Calificación no ponderada	27
Tabla 8: Calificaciones de los factores relevantes para cada alternativa.....	28
Tabla 9: Calificación asignada a cada una de las alternativas.....	30
Tabla 10: Tiempos de operación para la elaboración de yeso cerámico	31
Tabla 11: Funcionamiento y requerimiento de los equipos.....	37
Tabla 12: Requerimiento de equipos para servicios auxiliares	39
Tabla 13: Requerimiento de equipos para el área del comedor	39
Tabla 14: Requerimiento de equipos de transporte	39
Tabla 15: Insumos de oficina e informático.....	39
Tabla 16: Datos de consumo de energía por equipos	40
Tabla 17: Energía requerida por año	40
Tabla 18: Requerimiento de agua.....	41
Tabla 19: Datos de requerimiento de combustible	41
Tabla 20: Orden de datos para la distribución de áreas.	41
Tabla 21: Leyenda de Matriz SLP.....	42
Tabla 22: Distribución de las áreas de la planta	46
Tabla 23: Requerimientos de recursos humanos	47
Tabla 24: Programa de actividades	49
Tabla 25: Tablas de equipos industriales y accesorios.....	50
Tabla 26: Costo de adquisición para vehículos de transporte.....	51
Tabla 27: Costo de equipos de oficina 2025.....	51
Tabla 28: Costo de equipos auxiliares.....	52
Tabla 29: Costo para el área de comedor.....	52
Tabla 30: Costo de obras civiles.....	52
Tabla 31: inversión Fija.....	53

Tabla 32: Proporciones para el cálculo de la inversión diferida.....	54
Tabla 33: Activo y pasivo circulante del capital de trabajo.....	55
Tabla 34: Depreciación y amortización proyectado para 5 años	56
Tabla 35: Costo de materia prima.....	57
Tabla 36: Costo de agua.....	57
Tabla 37: Costo de agua anual	57
Tabla 38: Costo energético global de equipos electrónicos.....	58
Tabla 39: Costo anuales de energía eléctrica.....	59
Tabla 40: Consumo de combustible por equipo.....	60
Tabla 41: Proyección de costo de combustible (2024-2025 a 2028-2029)	60
Tabla 42: Costo total de empaques	61
Tabla 43: Costo anuales de empaques	61
Tabla 44: Costo de Mano de obra Directa	62
Tabla 45: Costo anuales de Mano de Obra Directa.....	62
Tabla 46: Costo de mantenimiento	63
Tabla 47: Costo anuales de mantenimiento.....	63
Tabla 48: Costo totales de producción	63
Tabla 49: Costos administrativos – Año 2024.....	64
Tabla 50: Costo administrativos anuales	65
Tabla 51: Costo de artículos administrativos	66
Tabla 52: Costos de ventas – Año 2024.....	66
Tabla 53: Costos anuales de ventas.....	67
Tabla 54: Financiamiento del 70%.....	68
Tabla 55: Financiamiento del 50%.....	69
Tabla 56: Financiamiento del 25%.....	69
Tabla 57: Ingresos anuales.....	69
Tabla 58: Estado de resultados con financiamiento del 70%	70
Tabla 59: Estado de resultado con financiamiento del 50%	71
Tabla 60: Estados de resultados con financiamiento de 25%	72
Tabla 61: Valor Presente Neto (VPN).....	73
Tabla 62: Tasa Interna de Retorno (TIR).....	74
Tabla 63: Relación beneficio-costos.....	74

Tabla 64: Punto de equilibrio para financiamiento del 70%	75
Tabla 65: Punto de equilibrio para financiamiento del 50%	76
Tabla 66: Punto de equilibrio para financiamiento del 25%	76
Tabla 67: Incremento del 5% de costo totales de producción.....	76
Tabla 68: Incremento del 10% de costo totales de producción.....	77
Tabla 69: Incremento del 15% de costo totales de producción.....	77
Tabla 70: Reducción del 5% del total de ingreso en ventas	78
Tabla 71: Reducción del 10% total de ingreso en ventas	78
Tabla 72: Reducción del 15% total de ingreso en ventas	78
Tabla 73: Incremento de 15% en los costos totales de producción y reducción del 15% total de ingresos en ventas	79
Tabla 74: Contabilización de las plantas eléctricas en Nicaragua 2022	84
Tabla 75: Total de emisiones causadas por centros de transformación	84
Tabla 76: Factor promedio de fuentes de centrales térmicas de biomasa.....	85
Tabla 77: Factor promedio de fuentes de centrales térmicas	85
Tabla 78: Factor de emisión en generación de energía.....	85
Tabla 79: Factor unitario promedio	86
Tabla 80: Emisiones de CO ₂ del proceso de producción.....	86
Tabla 81: Cofactores de emisión en la extracción del mineral de yeso	87
Tabla 82: Emisiones totales en la extracción de yeso mineral.....	88
Tabla 83: Consumo de combustible	88
Tabla 84: Distancia recorrida por semana	88
Tabla 85: Consumo y factor de emisión de combustible diésel	89
Tabla 86: Emisiones de CO ₂ por transporte de materia prima.....	89
Tabla 87: Cuantificaciones estimada de emisiones de CO ₂	89

INDICE DE FIGURA

Figura A: Localización del yacimiento de mineral de yeso	18
Figura B: Diagrama de flujo de proceso de producción yeso parís por vía seca. 19	
Figura C: Diagrama SLP	42
Figura D: Diagrama de hilo.....	43
Figura E: Organigrama.....	48
Figura F: Diagrama de la ruta critica	49
Figura G: Consumo de energía del sector industrial	82

I INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los avances tecnológicos han facilitado la mejora en la calidad de los materiales, con enfoques más eficientes y sostenibles para enfrentar los desafíos ambientales. En el ámbito artesanal, materiales como el yeso de París se destacan por su versatilidad y uso de artesanías, moldes y otras piezas decorativas. La producción de artesanías a base de yeso en Nicaragua enfrenta limitaciones en cuanto a calidad y eficiencia. El proceso artesanal está constituido por ciertas etapas como la molienda manual por medio de un metate y la calcinación que se realiza en un fogón de leña, lo que afecta tanto la consistencia del material como al resultado final de las piezas elaboradas.

Estas prácticas, comunes en talleres artesanales, no solo influyen en la calidad del producto, sino que también presentan retos económicos y energéticos. Por ello, es esencial optimizar los procesos productivos, haciendo uso de mejores técnicas que permitan obtener un yeso de mayor calidad, al tiempo que se optimiza el uso de recursos.

Este estudio se centra en analizar la viabilidad técnica y económica de la producción de yeso de París en condiciones controladas, buscando una solución que combine la tradición artesanal con prácticas más eficientes y sostenibles.

La característica principal de este tipo de estudio comprende cuantificar el monto de los recursos económicos necesarios que implica la realización del proyecto futuro, así como la determinación del costo total requerido en su periodo de operación.

En cuanto a la realización del escalamiento del proceso de obtención de yeso París a escala Pyme, se divide en varios acápites que desarrollan una solución a la necesidad planteada. Las visitas in situ serán el punto de partida para un estudio preliminar que permitirá determinar la distribución óptima de la planta y capacidad de producción necesaria.

El estudio técnico-económico inicia con un análisis detallado de los tiempos y movimientos del proceso actual. Posteriormente se exploró alternativas tecnológicas con las que se pudo escalar el proceso artesanal y finalmente, se realizó una comparación entre el método actual y el propuesto. A partir del estudio económico, se demuestra que la instalación de la planta es de beneficio económico para los inversionistas.

II ANTECEDENTES

El análisis e implementación de tecnología para el desarrollo de la producción depende de los requerimientos técnicos y, posteriormente, de un análisis económico para evaluar su viabilidad. Recientemente, los emprendedores de una localidad del municipio de Santa Rosa del Peñón del departamento de León, realizan artesanías a base de yeso, particularmente el proceso para generar dicha materia prima parte de la recolección de la selenita de los yacimientos de la misma localidad. Conocido como sulfato de calcio di hidrato.

En la visita de acompañamiento técnico se tomaron muestra en cada etapa del proceso teniendo diferentes tipos de yeso los cuales eran; yeso mineral, yeso quemado, molido y tamizado, se sometieron a análisis de determinación del porcentaje de humedad, tamaño de partícula en un tamiz, los resultados dieron un margen de error significativo en base a los valores teóricos con los experimentales.

El programa académico de ingeniería química (PAIQ), bajo el área de conocimiento de agricultura (DACA), ha realizado colaboraciones con el MEFCCA en el desarrollo de soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en las Pyme que atiende esta institución, lo que ayuda a formar a los estudiantes en la creatividad, el ingenio y la co-creación a través del trabajo colaborativo y la investigación, generando que el estudiante tome parte del desarrollo de la solución para la elaboración de su trabajo monográfico como método de culminación de estudios.

De todas las investigaciones a nivel interno con temática de análisis técnico-económico, existe la de Mendoza. (2020) *"Estudio de la viabilidad técnica y económica para la producción de harina de sorgo en Nicaragua"*, la cual propone la instalación de una planta productora en Tipitapa con una capacidad de 450,000 quintales anuales, lo que permitiría sustituir el 25% de la demanda actual de harina de trigo y generaría un ahorro de US \$7.61 por quintal. Desde un enfoque financiero, se establece una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 138.93% que supera significativamente la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 25%, lo que ayuda como marco metodológico para el estudio técnico-económico del escalamiento del proceso de producción de yeso parís.

Según Guillén (2005) en su tesis doctoral *"Nuevas aplicaciones de recursos yesíferos"*, el proceso industrial para obtener yeso hemihidrato incluye la extracción y trituración de la materia prima hasta 2-3 cm, seguida de molienda a 100-200 micrómetros. La calcinación se realiza a 150-180°C en hornos rotatorios o autoclaves, con presión controlada para asegurar una deshidratación uniforme. Luego, el yeso se enfría rápidamente y se almacena en condiciones controladas de humedad. Estos valores pueden ajustarse a una escala de laboratorio, lo que permitiría obtener resultados más precisos y mejorar la calidad del yeso de París, asegurando una mejor consistencia de la pieza.

La investigación realizada por L. Espinoza-Pérez, O. Burciaga-Díaz y J. Escalante-García (2024), mediante el título *"Mechanochemical activation of waste glass in alkaline composite cements with blastfurnace slag: A sustainable approach to*

recycling"; dicho estudio se enfoca en el desarrollo de un método sostenible para reciclar vidrio de desecho urbano, incorporándolo en cementos activados alcalinamente junto con escoria de alto horno, con el objetivo de crear materiales de construcción más ecológicos. El documento es fundamental, ya que proporciona información clave sobre la cuantificación de las emisiones de CO₂ en cada etapa del ciclo productivo, desde la extracción del mineral hasta las operaciones de calcinación, molienda y tamizado. Cada etapa tiene un factor de emisión de CO₂ que se calcula multiplicando este factor por la energía eléctrica consumida en kWh. Al final, se suman las emisiones de todas las etapas para obtener una cuantificación precisa de las emisiones totales en kg CO₂-eq.

En este trabajo se analizó la viabilidad del escalamiento en función de la inversión, aplicando indicadores económicos y financieros como el costo de producción, punto de equilibrio, valor agregado, VAN, TIR, VPN, TMAR, PRI, IR y análisis de sensibilidad, generando así, tablas basadas en proyecciones que permitieron determinar el tiempo de recuperación de la inversión y evaluar la rentabilidad del proyecto.

III JUSTIFICACIÓN

El estudio permitió optimizar el proceso de producción del yeso de París, sustituyendo los métodos artesanales actuales por un enfoque técnico más eficiente y controlado. Este cambio no solo mejorará la calidad del producto final, sino que también reducirá los costos de producción y aumentará la competitividad de la Pyme en el mercado.

Los principales beneficiarios de esta investigación serán los socios, quienes podrán implementar un proceso más eficiente y controlado, reduciendo la variabilidad en la calidad del producto y aumentando su capacidad de producción. El proceso actual, al ser de naturaleza artesanal, presenta diversas ineficiencias que este estudio busca corregir.

Con la implementación de los resultados, se espera no solo mejorar estas deficiencias, sino también transformar el entorno de trabajo en un espacio más organizado y productivo, con estándares de calidad más elevados. Además, el estudio impulsará una mayor eficiencia y optimización en los procesos.

IV OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Elaborar un estudio técnico-económico para la optimización del proceso de producción de yeso parís a escala Pyme a partir de la selenita, proveniente del municipio de Santa Rosa del Peñón, Departamento de León.

4.2 Objetivos Específico

- Determinar los puntos críticos del proceso que generan disminución en la calidad del yeso parís mediante la comparación del proceso artesanal y estandarizado.
- Determinar la viabilidad económica mediante los indicadores económicos como la VPN, TIR, PR, IR, beneficio-costo que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo.
- Cuantificar la cantidad teórica de emisiones de dióxido de carbono en las etapas de extracción y producción del yeso París como indicador de su impacto ambiental.

V MARCO TEÓRICO

5.1 Definición del mineral

5.1.1 Descripción del mineral

Según Ortega (2001), al termino yeso se le conocen dos materiales con propiedades fisicoquímicas diferentes, El yeso como ligante, se refiere a un producto obtenido de los yacimientos a partir de la piedra de yeso “aljez”, que corresponde a la formula $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y la forma de $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ se le denomina “yeso cocido” o en otras literaturas como yeso de parís, se trata del sulfato de calcio hemihidratado de color incoloro en estado puro.

En el caso de estar con impureza, gris; diversas tonalidades de amarillo, rojo castaño, de transparente a translucido, posee una dureza entre 1.5 a 2 en la escala de Mohs y una densidad de 2.3 g/cm^3 .

5.1.2 Tipos de mineral de yeso

En la naturaleza se encuentran presentes cinco tipos o variedades de yeso. (Padrón, 2001).

- Roca natural
- Gipsita
- Alabastro
- Espato satinado
- Selenita

Los tipos de yeso reconocibles a escala visual son los yesos seleníticos y los alabastros. Los yesos seleníticos usualmente se ordenan en cristales maclados que pueden alcanzar la longitud de varios metros, dando lugar a depósitos de alta pureza y bien estratificados. Por otra parte, los nódulos de yeso o alabastro son cuerpos aglomerados compactos, cuyas medidas pueden variar de unos centímetros a varios metros (Singh & Middendorf, 2007).

5.1.3 Composición

El yeso mineral $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ posee una composición en peso de 32,6% CaO; 46,5% SO_3 ; 20,9% H_2O), como resultado de la deshidratación se puede formar diversas fases: γCaSO_4 cuando se pierde todo el contenido de agua, y una fase metaestable $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.

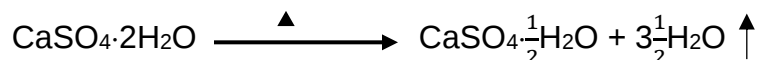
Durante el proceso de deshidratación las primeras $1\frac{1}{2}$ moléculas de H_2O presentes en el yeso se evaporan de un modo continuo entre 0° y unos 65°C , con ligeros cambios en la estructura, aproximadamente a 95°C se pierde y la estructura del yeso se

transforma en la de un poliforme de la anhidrita γ CaSO₄. Con lo que respecta a la composición del sulfato de calcio hemihidratado (Klein, 2018).

5.1.4 Yeso París

5.1.4.1 Proceso de obtención

El yeso como ligante se obtiene a partir de la reacción:



La temperatura de calcinación es variable y su rango puede ser amplio, desde 60°C hasta los 1200°C.

Existen rangos de temperatura para la obtención de distintos tipos de yeso; cuando se somete a gradientes de temperatura de 130°C – 1000°C en atmósfera seca (1 bar de presión) se evapora parte o su totalidad de agua lo que se obtiene diferentes fases.

Con respecto a su temperatura de calcinación o cocción, el sulfato que se formará tendrá características y propiedades distintas.

- Entre 100 – 120°C vía húmeda en presencia de aditivos, de soluciones salinas como de MgCl₂ y presiones mayores a 1 bar, se forma el hemihidrato α (CaSO₄· $\frac{1}{2}$ H₂O).
- Entre 120 – 180°C en vía seca y presión de 1 bar, el hemihidrato β (CaSO₄· $\frac{1}{2}$ H₂O).
- Entre 380 y 1200°C se obtiene la anhidrita II o insoluble (sobrecosida).
- Entre 1200 y 1350°C se obtiene la anhidrita I, fase no estable que se transforma en anhidrita II al bajar la temperatura a 1200°C.
- A temperatura superior a 1350°C se produce el fenómeno conocido como "disociación térmica" dando lugar a la formación de Ca y SO₃

En la etapa de deshidratación influyen los siguientes factores:

- Tipo de horno
- Tamaño de partícula
- Tiempo de calentamiento

5.1.4.2 Sulfato de calcio hemihidratado alfa y beta

La diferencia entre el hemihidrato α y el β radica en el tamaño del cristal, la superficie y el grado de perfeccionamiento. La forma β posee un mayor contenido de energía y es más soluble que la forma α , pero esta última es más estable o menos reactiva que la β .

En cuanto a la cristalografía, el hemihidrato β es un agregado fibroso de cristales irregulares y planares mientras que el hemihidrato α consiste en finos cristales aciculares o en forma de prismas bien definidos. (Stanley, 1975)

Como el hemihidrato β posee una mayor superficie específica que el hemihidrato α , requiere más agua para obtener una mezcla de consistencia normal. En cuanto a la actividad hidráulica de las dos formas del hemihidrato, se ha demostrado que el período de inducción para la hidratación de la fase α es más corto que el requerido para la fase β . Sin embargo, el hemihidrato β se hidrata más rápidamente en etapas posteriores debido a su alta superficie específica, lo cual proporciona más sitios de nucleación para la cristalización del dihidrato (Singh & Middendorf, 2007)

Tabla 1: Propiedades del hemihidrato según su forma de cristalización

Propiedades	Hemihidrato α	Hemihidrato β
Peso molecular (gr/mol)	145,15	145,15
Calor de hidratación (Kcal/Kg)	23,81	26,72
Tiempo de Fraguado (min)	15-20	25-35
Expansión (%)	0,2	0,38
Agua de cristalización (%peso)	6,21	6,21
Solubilidad en agua a 20°C (gramos de yeso/100g solución)	0,67	0,88
Densidad (g/cm ³)	2,757	2,619-2,637
Índices de refracción: n_{α} , n_{β} , n_{γ}	1,559;1,5595;1,584	,559;1,5595;1,584

Recopilado de la página 16, Tabla I. Obtenide: Arias, T. V., & Ricaurte, M. V. (2010). Obtención de yeso α en autoclave en presencia de sales a partir de materia prima nacional.

5.1.5 Aplicaciones del Sulfato de calcio hemihidrato alfa y beta

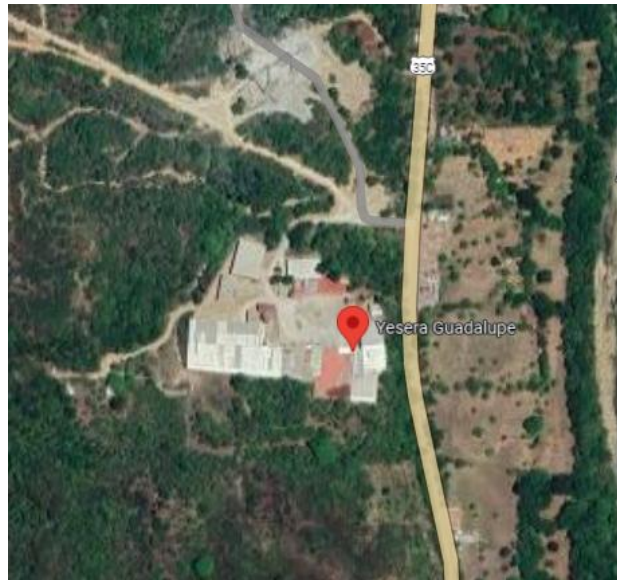
Este grupo está constituido por el Yeso Beta (conocido como París) y Yeso Alfa (conocido como piedra o piedra mejorada dependiendo de la forma del proceso). Se utilizan para tomar impresiones en bocas desdentadas, para confeccionar modelos que duplican la anatomía oral o revestimiento de coladas de oro, también para artesanías por la facilidad con que pueden moldearse las propiedades de estos materiales, permiten a los mismo esta diversidad de usos.

Otra aplicación importante, y en volumen es la construcción; Sea en el uso de obras o el de prefabricación; entre otros están la escayola; el yeso proyectado y elementos prefabricados aditivos con fibras de diferente naturaleza. (DE, 1997)

5.2 Micro localización de la planta

La ubicación de la planta está definida según donde se encuentre el yacimiento, el cual está ubicado en el municipio de Santa Rosa del peñón del departamento de León.

Figura A: Localización del yacimiento de mineral de yeso



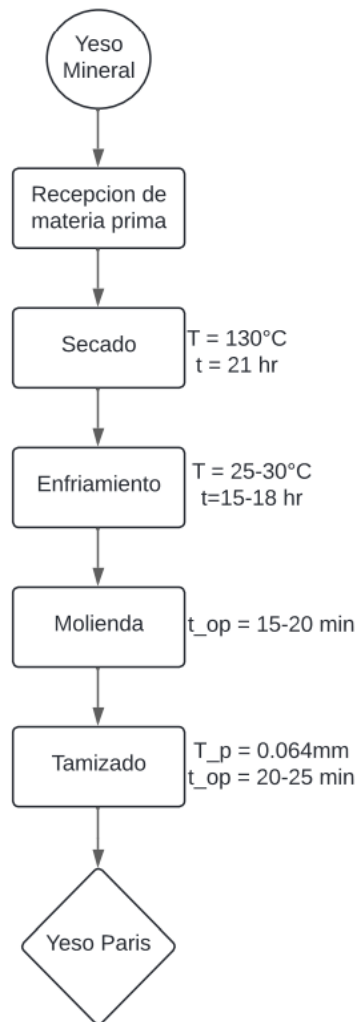
5.3 Proceso productivo

Se sabe que todo proceso productivo está compuesto por una serie de operaciones individuales, que son necesarias para la elaboración del producto, que está relacionado con el uso de equipos, maquinarias y tecnología que permita obtener un control de calidad óptimo. (Baca Urbina, 2015)

Para llevar a cabo la producción comercial de yeso se deben cumplir cuatro etapas básicas, las cuales requieren de una serie de acciones mecánicas y térmicas asociadas; estas incluyen aplicación de grandes cantidades de calor para lograr la deshidratación del mineral. Las etapas básicas son: preparación previa del mineral, calcinación, reducción de tamaño, análisis granulométrico.

El proceso de yeso por vía seca, se describe a continuación:

Figura B: Diagrama de flujo de proceso de producción yeso parís por vía seca



5.3.1 Extracción de la materia prima

En esta etapa, se extrae la piedra de yeso (sulfato de calcio dihidratado) de canteras o minas. La extracción puede realizarse manualmente o mediante el uso de maquinaria pesada. El objetivo es obtener grandes bloques de piedra de yeso que posteriormente serán procesados para eliminar impurezas y preparar el material para las siguientes fases.

5.3.2 Deshidratación

Consiste en la calcinación de la piedra de yeso. En esta etapa se calienta el mineral a temperaturas controladas (alrededor de 210°C) para eliminar parte del agua de cristalización, transformándolo en sulfato de calcio hemihidratado que es el producto de la deshidratación parcial del yeso dihidratado.

5.3.3 Molienda

Después de la calcinación, el yeso deshidratado se muele para convertirlo en un polvo fino y uniforme. Esta molienda facilita su posterior manipulación y mezcla, asegurando que el yeso tenga una consistencia homogénea. El tamaño de las partículas se controla cuidadosamente para obtener el producto adecuado.

5.3.4 Tamizado

Luego de la etapa de molienda se pasa por tamices para asegurar que las partículas sean uniformes en tamaño. Este proceso elimina grumos o partículas demasiado grandes que no se han molido adecuadamente, para yesos cerámicos o de París, se estiman valores de tamaño de partícula menores de $64\mu\text{m}$

5.4 Requerimientos tecnológicos

Los procesos productivos tienen una relación directamente proporcional con requerimientos tecnológicos, dado que corresponde con los conocimientos técnicos, que se encargan del seleccionamiento de equipos, herramientas, maquinaria que se emplea en las etapas del proceso. El requerimiento de la nueva tecnología deberá hacer que los procedimientos sean más flexibles, en pocas palabras un proceso optimizado en comparación al existente.

5.5 Factores que determinan la adquisición del equipo y maquinaria

Para disponer en cuanto a las compras de equipos y maquinarias, se deben de tomar ciertos factores que interviene directamente en la selección. Para ello toda información que es necesario recabar será útil para la comparación de varios equipos y también es la base para realizar una serie de cálculos y determinaciones posteriores.

A continuación, se menciona toda la información que se debe recabar y la utilidad de esta tendrá etapas posteriores.

5.5.1 Capacidad

Este acápite es importante ya que de él depende el número que se adquiera. Cuando se conocen las capacidades disponibles hay que hacer un balance de línea para no comprar capacidad ociosa, es decir que los equipos estén sobredimensionados y no operan en su capacidad máxima lo que, resulta en ineficiencia, esto aumentaría los costos por unidad de producción, ya que los costos fijos están asociados con la inversión en los equipos.

5.5.2 Costo de operación

Los costos de operación están conformados por: costos de producción, costos administrativos, costos de venta y costos financieros. Comenzando por los costos de producción, estos no son más que un reflejo de las determinaciones realizadas en el estudio técnico que en caso de tener un error de cálculo, puede acarrear repercusiones en la determinación del costo de producción. (Baca Urbina, 2015)

5.5.3 Infraestructura necesaria

Se refiere a que algunos equipos requieren alguna infraestructura especial (por ejemplo, alta tensión eléctrica), y es necesario conocer esto, tanto para preverlo, como porque incrementa la inversión inicial.

5.5.4 Distribución en planta

El ingeniero tiene la misión de encontrar la zona donde cada equipo opere óptimamente, para conseguir la máxima economía en el trabajo y seguridad.

5.6 Inversión

La inversión inicial conlleva la compra de todos los activos fijos o tangibles y de los diferidos o intangibles, imprescindibles para iniciar operaciones en esta planta. Se entiende por activos fijos o tangibles, a los bienes propiedad de la empresa, tales como son terrenos, edificios, vehículos de transporte y otros. Por otra parte, los activos diferidos o intangibles comprenden bienes desde desarrollo investigativo, capacitación, estudios de evaluación, capacitación, contratos de servicios, entre otros. (Baca Urbina, 2010)

5.7 Amortización y depreciación

El término de la depreciación solo se aplica al activo fijo, ya que el uso de estos viene valen menos; con lo que respecta a la amortización solo se aplica a los activos diferidos o intangibles, dado que es el cargo anual que se hace para recuperar la inversión. (Baca Urbina, 2015)

5.8 Ingresos

Los ingresos se calculan mediante la determinación de unidades de producto, y luego multiplicadas por el precio de venta, siempre tomando en cuenta la variación o incremento anual de unidades y precio. (Baca Urbina, 2015)

5.9 Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento

La tasa mínima aceptable de rendimiento o mejor conocida como TMAR, no es más que la tasa mínima de ganancia sobre una inversión propuesta. Esta varía de acuerdo al tipo de inversión que se haría para una empresa, siendo estos tipos: personas físicas (inversionistas), personas morales (otras empresas), instituciones de crédito (bancos) y sin importar el tipo que se haya hecho, estas inversiones cargan un costo de capital propio asociado a la aportación de la inversión. (Baca Urbina, 2015)

VI METODOLOGÍA

6.1 Estudio Técnico

El estudio consistió en la determinación la capacidad productiva en función del volumen anual proporcionado por la pyme, lo que permitió especificar los requerimientos tecnológicos para el escalamiento, tales como equipos, accesorios, herramientas y servicios básicos, incluyendo agua y energía eléctrica.

Se presenta en detalle la infraestructura y distribución, utilizando la Matriz SLP y diagramas de hilos, lo cual determino la disposición más conveniente del área de los equipos de producción. Finalmente, se elaboró el plano general maestro y unitario de la pyme.

6.2 Estudio Económico

En este estudio se determinó el capital necesario para ampliar el proceso de producción de la Pyme. La inversión fija abarca los costos relacionados con la adquisición de equipos mayores y menores, vehículos de transporte y obras civiles necesarias para la expansión. También se considera la ampliación del área de almacenamiento, dado el aumento en la capacidad de producción. Estos elementos se consolidarán para obtener el total de la inversión fija.

Por otro lado, la inversión diferida incluye los gastos asociados a la planificación técnica-económica, el montaje y puesta en marcha de los equipos, así como la capacitación del personal, que se considera dentro de los costos operativos.

El capital de trabajo se calculó tomando en cuenta los activos y pasivos circulantes, la depreciación y amortización, y los costos operacionales adicionales, tales como los costos de ventas y financieros, derivados del incremento en la capacidad de producción.

Al final, se proyectarán los ingresos, calculando el número de unidades producidas multiplicado por el precio de venta, considerando el aumento de la producción anual. Los costos estarán sujetos a los resultados obtenidos en el estudio técnico.

Como puntos culminantes, se determinó el valor presente neto (VPN), el cual es un criterio para establecer si el proyecto es o no rentable. Cabe señalar, que el valor del VPN representa la ganancia o pérdida en términos del valor del dinero en el tiempo presente, luego de haber recuperado la inversión inicial a una tasa TMAR.

Igualmente, los datos concluyentes de la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio/costo, el período de recuperación y punto de equilibrio, como los otros puntos mencionados anteriormente, serán preámbulo al análisis de sensibilidad para interpretar los resultados y poder brindar una conclusión objetiva.

6.3 Cuantificación de emisiones de CO₂

El enfoque del presente estudio es de una cuantificación estimada y se centra en las emisiones de CO₂ derivadas del consumo de energía eléctrica y consumo diésel. Esto para tres etapas importantes, etapa de transporte, etapa de transformación (proceso de producción) y la etapa de extracción de las variantes del mineral. Cabe destacar que este análisis no es exhaustivo, sino que se pretende ofrecer una comparación enfocada en las emisiones de CO₂.

Una vez concluido el estudio técnico, se procedió al seleccionamiento de los equipos. A partir de sus fichas técnicas, se evaluó su consumo de energía eléctrica y potencia, al igual que los equipos y medios de transporte empleados en la extracción del mineral.

Para la cuantificación de las emisiones, se aplicó un factor de emisión de CO₂ asociado al suministro eléctrico, también conocido como mix eléctrico (Kg CO₂-eq/kWh). La cantidad de energía eléctrica consumida en cada etapa se multiplica por su factor correspondiente, generando valores en unidades de Kg CO₂-eq. Posteriormente, se sumaron las emisiones de todas las tres etapas, tanto del proceso de producción, extracción y transporte de materia prima. Obteniendo así la cantidad total de emisiones de CO₂.

VII PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADO

7.1 Estudio Técnico

7.1.1 Tamaño de la Planta

Para la determinación del tamaño de la planta se consideró la escala de producción de una Pyme (Mediana Empresa), la cual puede operar en el rango de una planta piloto, mediante información obtenida del Banco Central de Nicaragua de ingresos anuales, cantidad de trabajadores para Pyme en el país. Se propone una producción de 4000 Kg/día. La tabla muestra la proyección para los próximos 5 años.

Tabla 2: *Proyección de la cantidad de producción a escala Pyme*

Ciclo de Producción	Producción [Kg/año]	Producción Normal [Tn/año]
2024-2025	616000.00	616.0
2025-2026	616000.00	616.0
2026-2027	616000.00	616.0
2027-2028	620000.00	620.0
2028-2029	616000.00	616.0

Generalmente se toma el valor de la capacidad normal para el último año de producción, dado que la Pyme trabaja por ciclos. Por lo que la capacidad normal de la Pyme será el ciclo 2027 – 2028, dado que es la cual se cuenta con mayor producción de 620Ton. La capacidad de diseño se determinó mediante la Ecuación 1. Por su parte, la capacidad del sistema se calculó con la Ecuación 2, incluyendo un 95% de sobrecapacidad. Finalmente, la capacidad real se estimó a través de la Ecuación 3, considerando un 80% de la capacidad normal.

- Capacidad de diseño

$$CD = 1.2 * [Capacidad Normal] \quad (1)$$

$$CD = (1.20) * \left(620 \frac{Ton}{Año} \right) = 744 \frac{Ton}{Año}$$

- Capacidad del sistema.

$$CS = 0.95 * [Capacidad Normal] \quad (2)$$

$$CS = (0.95) * \left(620 \frac{Ton}{Año} \right) = 589 \frac{Ton}{Año}$$

- Capacidad Real.

$$CR = 0.95 * [Capacidad Normal] \quad (3)$$

$$CR = (0.80) * \left(620 \frac{Ton}{Año} \right) = 496 \frac{Ton}{Año}$$

Tabla 3: Capacidad normal, diseño, sistema y real

Capacidad Normal	Capacidad de Diseño [Ton/Año]	Capacidad de Sistema [Ton/Año]	Capacidad Real [Ton/Año]
620.00	744.00	589.00	496.00

7.1.2 Micro localización de la planta

La ubicación de la pyme procesadora de yeso parís a partir de variantes del yeso mineral se encuentra en el municipio de santa rosa del peñón, departamento de León, considerando que los costó de transporte serán menores, se encuentra con la cercanía de la yesera Guadalupe, la distribuidora de materia prima, además de necesidades básicas como agua potable, energía eléctrica, parámetros como canales de distribución tamaño y costo del terreno

Se utilizó el método cualitativo por puntos el cual determina diferentes factores cuantitativos para la determinación de la localización de la Pyme. En el cual determinaron los parámetros más importantes que afectan al proyecto mediante la comparación de dos alternativas de terreno ubicado en el departamento de León y municipio de Santa Rosa del Peñón. A continuación, en la **Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6**, se presentan las alternativas seleccionadas para la localización:

El método cualitativo por punto consiste en combinar factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que le asignan valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se le atribuye. El peso relativo, sobre la base de una suma igual a 1, depende fuertemente del criterio y la experiencia del evaluador. Al comparar dos o más localizaciones opcionales, se procede a asignar una calificación a cada factor en una localización de acuerdo con una escala predeterminada. La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la localización que acumule el mayor puntaje.

Tabla 4: Especificaciones del terreno (Opción1)

<i>León</i>	
<i>Alternativa I</i>	
Ubicación	126 metros al este del Parque H. Pallais.
Costo	\$16,500
Tamaño	302.43 m ²
Disponibilidad de servicios	Agua y Electricidad
Accesibilidad de materia prima	Punto medio a 82.7 km de la mina
Acceso	Por carretera
Descripción del sitio	Terreno semi plano, con tres muros perimetrales, portón con acceso a parqueo, bodega de 6.5m*2.5

Tabla 5: Especificaciones del terreno (Opción 2)

<i>Santa Rosa del Peñón</i>	
<i>Alternativa II</i>	
Ubicación	Esquina noroeste de la Iglesia Santa Rosa de Lima 2C al norte, 25 vrs al oeste, Zona #1.
Costo	\$65,000
Tamaño	Área total de 545.05 m ²
Disponibilidad de servicios	Agua y Electricidad
Accesibilidad de Mp	Punto central a 1.4 Km de la mina
Acceso	Por carretera
Descripción del sitio	Terreno plano, sin muro perimetral, punto central del municipio

La cotización de la alternativa 1, se realizó con agente de bienes raíces, por medio de la plataforma en línea: [Encuentra24](#) en la sección de compra y venta de terreno. Para cada opción se realizó un análisis sobre el cuestionamiento de la selección de los factores de localización y así llegar a la asignación de una ponderación en la escala de 0-10 de acuerdo con las necesidades de la Pyme.

La alternativa dos se realizó por medio de la agencia de bienes raíces Avanz, la cual no posee imágenes del terreno, solo se posee información de la descripción del terreno. Cabe aclarar que realmente son dos terrenos en venta el de grupo Avanz de 545 m² y otro de 542 m², esto se realizó una vez, generado un dimensionamiento de las áreas de cada departamento siendo la más grande producción.

La **Tabla 6** muestra los factores, peso asignado y calificación que se tomaron en cuenta para la micro localización de la Pyme. Como se determinaron dos alternativas, cada factor posee diferente calificación, los únicos valores que se mantienen constante son con respecto del peso asignado.

Tabla 6: Factores y peso asignada para la determinación del terreno

Factor Relevante	Peso Asignado
A. Accesibilidad de MP	0.18
B. Tamaño	0.16
C. Costo	0.16
D. Ubicación	0.2
E. Disponibilidad de servicio	0.15
F. Transporte	0.1
G. Acceso	0.05

La accesibilidad de la materia prima (A) fue asignada con un peso de 0.18, dado que es crucial para la operación de la Pyme que esta se ubique cerca del distribuidor. Esta proximidad permite reducir los costos asociados al transporte de la materia prima, optimizando la logística de abastecimiento.

Por otro lado, los factores de tamaño del terreno (B) y costo del terreno (C) se asignaron con un peso de 0.16 cada uno, ya que están directamente relacionados. A medida que aumenta el tamaño del terreno, es probable que el costo también lo haga. Este vínculo directo entre ambos factores los convierte en elementos clave para determinar la viabilidad económica del sitio.

El factor de ubicación (D) obtuvo la ponderación más alta, con un peso de 0.20, debido a su relevancia estratégica. Este factor influye directamente en otras variables, como la disponibilidad de servicios básicos (E), el transporte (F) y el acceso (G). Una ubicación óptima facilita el acceso a servicios esenciales como agua potable, energía eléctrica y redes de comunicación, los cuales fueron valorados con un peso de 0.15, ya que su presencia asegura el funcionamiento continuo de la Pyme

En el caso del transporte (F), se asignó un peso de 0.10 considerando su importancia en el movimiento de la materia prima hacia la Pyme. Una infraestructura de transporte adecuada puede reducir tiempos y costos logísticos, contribuyendo al éxito operativo.

Por último, el factor de acceso (G) obtuvo un peso de 0.05, ya que, aunque relevante, su impacto es menor en comparación con los otros factores. Este valor considera aspectos como las condiciones físicas del terreno (semi plano, plano o irregular), que afectan principalmente la facilidad de entrada y salida al lugar.

En la **Tabla 7** se presenta el rango de aceptación para la calificación de las alternativas aun no ponderadas.

Tabla 7: Calificación no ponderada

Calificación	Asignación cualitativa
10	Excelente
7	Regular
5	Pésimo

Luego de determinar el peso asignado y la calificación de cada factor, se procedió a decretar cuál de las dos alternativas es la más adecuada para la microlocalización de la Pyme. En la **Tabla 8** se realizan las siguientes comparaciones.

La calificación de cada factor en el rango de 0-10 se determinó en función de la característica que posee los sitios seleccionados, por ello se definieron ciertos factores relevantes que harán más sencilla la selección del sitio.

Tabla 8: *Calificaciones de los factores relevantes para cada alternativa*

Factor Relevante	Alternativa I Calificación	Alternativa II Calificación
A. Accesibilidad de MP	4	10
B. Tamaño	7	10
C. Costo	10	6
D. Ubicación	6	10
E. Disponibilidad de servicio	10	10
F. Transporte	5	10
G. Acceso	9	10

Alternativa I

Se localiza en las afueras de la ciudad de León

- **Factor A:** Se otorgo una calificación media de 4 puntos dado que existe una distancia considerable que afecta el transporte, logística del movimiento de la materia prima.
- **Factor B:** El tamaño del terreno es adaptable y acorde para la puesta en marcha de una Pyme con dimensiones de 302 m², por otra parte, no posee alternativa para ampliar los espacios de operación de ser necesario, por lo cual se determinó una calificación regular de 7.
- **Factor C:** Este factor destaca por su costo más accesible, por lo que posee una calificación de 10, es una opción atractiva en el cual invertir para la propuesta 1, Además, la demanda en esta área puede permitir un aumento más rápido en el valor de su propiedad, lo que constituye una inversión a futuro prometedora.
- **Factor D:** Uno de los puntos de vital importancia para la localización de la Pyme, es la ubicación que tan cerca estará del mercado o del distribuidor de la materia prima conforme a esto se obtuvo que la distancia de la alternativa 1 con respecto al distribuidor es de 83.1 km, por lo que la calificación de este factor es de 6.
- **Factor E:** Garantiza la fácil accesibilidad al agua potable y luz eléctrica con ponderación máxima 10.
- **Factor F:** El transporte de la materia prima desde el distribuidor hasta la Pyme requiere recorrer una distancia total de 166.2 km (ida y vuelta). Esto genera un impacto relevante en los costos operativos debido al consumo de combustible,

desgaste de los vehículos y el tiempo empleado en el traslado. Por ello, se otorga una calificación de 5, considerando que esta distancia podría representar una desventaja frente a otras opciones mejor ubicadas.

- **Factor G:** Se ubica en una zona bien conectada y céntrica, lo que facilita el acceso del personal al lugar de trabajo. Lo cual, no solo reduce el tiempo de desplazamiento del personal, sino que también el rápido y fácil acceso a los proveedores de la materia prima, equipos, materiales, entre otros por lo que se calificó con un valor de 9.

Alternativa II

Se localiza en el municipio de Santa Rosa del peñón departamento de León.

- **Factor A:** El terreno se encuentra a solo 1.4 km de la mina, lo que garantiza una excelente accesibilidad a la materia prima. Esto elimina casi por completo los costos de transporte y logística asociados al suministro de materia prima, por lo que la calificación es de 10.
- **Factor B:** El terreno ofrece un área total de 1085. m², con una construcción existente que puede expandirse hasta 300 m². Esto proporciona flexibilidad para las operaciones actuales y futuras, lo cual es una ventaja significativa, determinando así un valor de 10.
- **Factor C:** Con un costo de US \$65,000, esta opción presenta una inversión inicial moderada que podría considerarse accesible dependiendo del presupuesto total del proyecto. Sin embargo, al compararse con otras alternativas, puede ser menos competitiva por lo que se le pondera un valor de 6.
- **Factor D:** Al estar en una zona céntrica del municipio, con acceso directo por carretera y próxima a servicios básicos, esta ubicación es estratégica tanto para el transporte como para la distribución de productos terminados, generando una ponderación máxima de 10.
- **Factor E:** El terreno tiene acceso garantizado a agua potable y electricidad, lo que es esencial para las operaciones de la Pyme.
- **Factor F:** La distancia reducida al distribuidor y el acceso por carretera minimizan el desgaste y costos operativos relacionados con el transporte. Este es un punto muy favorable generando un valor de calificación de 10

- **Factor G:** Ubicado en una carretera transitable, con caminos en buen estado y en una zona céntrica del municipio, el terreno ofrece un acceso excelente tanto para personal como para proveedores y clientes, generando una calificación de 10.

En la siguiente **Tabla 9** se presenta los valores ponderados para cada factor obteniendo la alternativa más conveniente para la localización de la Pyme.

Tabla 9: *Calificación asignada a cada una de las alternativas*

Factor Relevante	Peso Asignado	Alternativa I		Alternativa II	
		Calificación	Calificación Ponderada	Calificación	Calificación Ponderada
Accesibilidad de MP	0.18	4	0.72	10	1.8
Tamaño	0.16	7	1.12	10	1.6
Costo	0.16	10	1.6	6	0.96
Ubicación	0.2	6	1.2	10	2
Disponibilidad de servicio	0.15	10	1.5	10	1.5
Transporte	0.1	5	0.5	10	1
Acceso	0.05	9	0.45	10	0.5
Total			7.1		9.4

De manera que, la alternativa concluyente es el terreno que se encuentra en Santa Rosa del Peñón departamento de León, la cual posee un área de 1087 m².

7.1.3 Proceso Productivo

En este acápite se hace referencia a las 7 etapas del proceso productivo en cual se hace la transformación de las materias primas, siendo estas variantes del yeso mineral, que son selenita y espato satinado. Sin embargo, cada etapa del proceso está sujeta a un organigrama semanal en cual se cumplen ciertos requisitos para suplir la demanda diaria, semanal, mensual y anual.

7.1.3.1 Caracterización de la materia prima

La obtención de la materia prima son dos variantes del yeso mineral con formulación química $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, conocido químicamente como sulfato de calcio dihidrato, ambas variantes poseen igual formulación química que el mineral de yeso (piedra aljez), esta materia prima se le aplica energía en forma de calor deshidratándola generando el sulfato de calcio hemihidrato el cual su formulación química es $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.

el yacimiento se encuentra en el municipio de Santa Rosa del Peñón departamento de León. Se trata de un yacimiento a cielo abierto, a su vez para facilitar la extracción de la piedra aljez. Se emplea el uso de pólvora como agente explosivo, se emplea en el

proceso de voladura, lo que permite romper la roca y facilitar el acceso a los recursos naturales.

7.1.4 Programa de Producción

Para cubrir la demanda proyectada, la pyme se mantendrá activa 154 días por ciclos o temporadas, laborando 26 días al mes, operando 8 horas diarias de lunes a viernes bajo un horario de 8am a 5 pm, con una hora intermedia para el almuerzo de los trabajadores. Mientras que, los días sábados, se cubre 4 horas hábiles, durante un periodo de 8 am a 12 pm.

El modo de operación por ciclos de la Pyme se fundamenta a partir de la obtención de la materia prima, al ser un mineral no metálico, el yacimiento opera de forma discontinua por temporada, por lo que la Pyme se estableció con un ciclo de producción en el cual pueda suplir con la producción real de 492 Tn/año.

Cabe mencionar que el planteamiento anterior, se definió a partir de la estimación de labor anual, tomando el conteo regular de días feriados para el sector industrial y semiindustrial para el departamento de León y sus municipios como el caso de Santa Rosa del Peñón, así mismo se deduce del ciclo los días de descanso del fin de semana, teniendo en cuenta que las cargas laborales es dinámica y ajustada en cuanto a las necesidades circunstanciales del programa de producción de la Pyme.

Generando que los equipos cumplan por cada ciclo alrededor de 1140 horas aproximadamente por ciclos de producción, tomando en cuenta el dimensionamiento de la productividad de la Pyme, durante los próximos 5 años.

En la **Tabla 10**, se presenta los tiempos de operación acorde a las actividades a realizar dentro de la Pyme y su tiempo de ejecución estimado.

Tabla 10: *Tiempos de operación para la elaboración de yeso cerámico*

Actividades	Tiempo máximo
Recepción de materia prima	Se realiza todos los lunes, dos horas antes de la jornada laboral
Selección/inspección de la materia prima	1 hora, dando inicio una vez comenzado la recepción de yeso
Desembalaje	30 minutos
Lavado	1 hora
Ecurrido	30 minutos
Trituración	2 horas
Tamizado (I)	2 horas, en paralelo con la etapa anterior
Molienda Fina	3 horas
Tamizado (II)	2 horas, en paralelo con la etapa anterior
Secado	5 horas
Empacado	0.40 segundo/saco
Embalaje	30 min

7.1.4.1 Descripción del proceso

La producción de cerámicos a partir de minerales o variantes, se puede definir como un proceso discontinuo o continuo dependiendo de la disponibilidad de la materia prima, condiciones de operación, método de obtención y tipos de equipos seleccionados al tratarse de una mediana empresa se trabaja de forma discontinua, cabe aclarar que aunque no se produzca a gran escala, el proceso lleva un tiempo que sobre pasa a la jornada laboral, el proceso utilizado parte de un estudio en el cual se realizó una estandarización de un proceso artesanal de una pequeña empresa, la cual poseía puntos críticos que generaban una baja calidad en la característica del yeso paris, por lo que se hizo comparación del proceso artesanal con una estandarización por lo que al realizar un seleccionamiento de equipo, herramientas y accesorio con las variables de cada una de las etapas se modificó el orden de las etapas del proceso generando así un menor costo de energía eléctrica y disminuyendo el tiempo de cierta etapa. Por lo que los puntos críticos o variables perturbadoras del proceso son el tamaño de partícula, porcentaje de humedad y una proporción en función de la cantidad de agua con respecto a la cantidad de yeso paris en el cual se genere una pasta que cumpla con las necesidades del cliente.

Como se tiene que los puntos críticos son tamaño de partícula y porcentaje de humedad, las etapas fundamentales en el proceso de producción de yeso paris son la reducción del tamaño y la remoción de humedad por medio de convección forzada.

Sin embargo, para realizar un nivel más avanzado de este proceso, se parte del proceso estandarizado acompañado de un planteamiento tecnológico que detalle las características propias de cada una de las etapas ordenadas con el fin de garantizar un orden concreto desde la obtención de la materia prima, su transformación y venta del producto terminado.

El corazón del proceso de obtención de cerámicos se basa en las operaciones mecánicas, como la reducción del tamaño de partícula con una posterior operación unitaria de secado, con el cual existe una mayor transferencia de calor, reduciendo los tiempos de secados y ahorrando tiempos de operación.

7.1.4.2 Recepción de materia prima

Tanto las variantes del yeso mineral como el espato satinado y selenita, se transportan a la Pyme en camión, provenientes del proveedor: Empresa Minera Yesera Guadalupe, Ubicada a 81.2 km del departamento de León, y 1.5 km del municipio de Santa Rosa del Peñón.

La recepción del mineral se realizará todos los días lunes, ingresando dos horas antes de la jornada laboral, mediante el personal a cargo del jefe de almacén y responsable de inventario. Estos llegarán en sacos de 50 kg, equivalentes a 614 sacos en total del sumario de materia prima. De manera que, el total a recibir será de 30658.977 kg/semanal, que es equivalente a 30.6589 ton/semanal.

Los sacos serán descargados por un operario quien manipulara el monta carga, dicho operario forma parte de los tres de la etapa de lavado. Sin embargo, semana de por medio los cinco se turnarán para la etapa de recepción.

Se cuenta con dos basculas industriales de 3 Tn de capacidad (véase ANEXOS), donde ambas serán utilizadas para el pesaje de los sacos del área de recepción, con el fin de optimizar el procesamiento de la materia prima y dar inicio a las demás actividades.

➤ **Almacenamiento de materia prima**

El área estará a cargo por un jefe de almacén, quien contara con el apoyo de un encargado de inventario, que llevara un control de los productos y cantidades de materia prima que se recibirán y saldrá de la bodega de almacenamiento hacia el área de producción.

La bodega se debe de encontrar libre de humedad y con temperatura ambiente, por lo cual se contará con sensor de humedad y temperatura para llevar registro de las condiciones del área. La materia prima se contendrá en sacos, evitando así que la bodega se esparza materia orgánica(tierra) y facilitando el transporte.

➤ **Desembalaje**

Para la realización de esta parte de post producción, se ocuparán carros de plataforma con capacidad de 500 kg, (véase ANEXOS), serán maniobrados por tres operarios para transportar el mineral; Estos tres operarios forman parte de los tres de la etapa de secado.

• **Preparación de materia prima**

➤ **Lavado**

La operación de lavado se realiza de forma automática con una lavadora de espiral para rocas, el objetivo fundamental es la eliminación de materia orgánica como tierra, lo que afecta el color del cerámico al final del proceso, lo que disminuye la calidad del producto, La cantidad de agua utilizada durante la operación de lavado será de 3.5 m³. El equipo cuenta con potencia de 5.5 kW y 380 V.

El agua se suministra de dos tanques de almacenamiento los cuales poseen capacidades de 2.5 m³, con diámetro de 1.57 m, altura de 1.65m y el segundo tanque con 1.1m³, altura 1.41m y diámetro de 1.07 m, este equipo necesita una bomba centrífuga con potencia de 3.5 kW y una válvula de retención, el tiempo de operación de la etapa de lavado se estima de 2 horas, agregando la descarga y carga de la materia prima.

La materia prima lavada se depositará en contenedores con salida de agua, con el objetivo de realizar el escurrido mientras se transporta hacia el cuarto de reducción de tamaño.

➤ Trituración

El transporte de materia prima a las etapas de reducción de tamaño se realizará por operarios de la etapa de secado, una vez realizado el transporte, los operarios encargados de la alimentación de la trituradora deberán asesorarse, que se encuentre seca, sin rastro de agua y tierra, el equipo utilizado es una trituradora de mandíbula modelo YX-JC125X150 con capacidades de 650-3000 kg/hr, se cuenta con tres operarios uno encargado de operar el equipo, dos para carga y descarga. El tamaño de partícula a la salida ronda los rangos de 1-3 mm.

el material que no pase ese rango de finura por el tamiz será recirculado, cabe mencionar que la operación de recirculado se realizara una vez que haya realizado los lotes correspondientes a la producción diaria.

➤ Tamizado (I)

Esta operación de análisis granulométrico se cuenta por medio de un tamiza vibratorio rotatorio circular, cuya capacidad es de 2000 kg/h, el tamaño de las mallas presentes es de 0-200 mesh unidades de medidas para tamaños de partícula del tamiz, el equipo será operado por un operario y apoyado por el encargado de descarga de la etapa de trituración, cabe destacar que la operación trituración y tamizado (I), se realizara en paralelo, por lo que el cernido con tamaño de partícula de 1 milímetro, con numero de malla en mesh de 18 GlassBlast Coarse, se descargan en contenedores de capacidad de 1000 kg, estos mismo serán maniobrado por tres operarios de la etapa de lavado hacia la etapa de molienda, el material retenido en el tamiz será recirculado, cabe mencionar la recirculación se realizara una vez se haya realizado los lotes correspondiente a la producción diaria, con el fin de poder llegar al tamaño de 1mm.

➤ Molienda

Esta etapa se utilizará un molino de bolas con capacidad de 650-2000 kg/h, se cuenta con 3 operarios, uno encargado de la operación del molino y supervisando la alimentación del equipo, dos encargados de la carga y descarga, por lo que el tamaño de partícula obtenido para este proceso ronda entre 75-89 μm , para estimar una buena granulometría se hace uso de un tamiz en paralelo a esta etapa, igual al proceso de trituración, el equipo opera a 18.5 kW y posee un peso de 3,6 toneladas.

Por lo que el molino procesara por hora alrededor de 1637 kilogramos, por lo que se opera por tres horas. Trabajando en paralelo para optimizar y no exista tiempos muertos en las etapas.

➤ Tamizado (II)

Se cuenta con un tamiz similar al proceso del tamiz (I), con diferencia que el tamaño de la malla es de 200 mesh, que son 0.075 mm o 75 μm , se operara por un operario y con el apoyo del encargado de descarga de molienda, ambos equipos poseen una potencia de 2,2 kW y 380 V. Dado que la capacidad es de 2000 kg/h, y el molino de la misma capacidad, se procesaran 3 lotes de 1703.2765 kg/h, por lo cual esta etapa cuenta con un periodo de 3 horas de tamizado.

➤ **Secado**

Luego de las etapas de operaciones mecánicas, se inicia una operación unitaria la cual consiste en la remoción de humedad por convección forzada por lo cual se hace uso de un horno, el objetivo de realizar el secado luego de las operaciones mecánicas consiste en mejorar la transferencia de calor, esta operación está contemplada por 3 operarios, uno encargado de operar, visualizar el comportamiento y tiempos de secados, los dos encargados de la carga y descarga por lo que esta operación estará definida generalmente por 8 horas, aunque al reducir el tamaño existe que se limite los tiempos de secado a 5 horas, por lo que la obtención de sulfato de calcio hemihidrato β , ronda los 150-190°C, por lo que se establece una temperatura de 185°C, el horno cuenta con capacidad de 6800 kg, por lo que esta operación se dejara dos hora finalizando la jornada laboral, según las especificaciones del fabricante se cuenta con un sistema que el operador puede controlar a distancia, en la pantalla de la temperatura se encuentra un temporizador que marca el tiempo de secado una vez concluido, el horno entra en modo reposo. El depósito de materia prima del secador son bandejas o charolas, el material será esparcido uniformemente sin que afecte el secado.

➤ **Empacado/Ensacado**

Esta operación se programará el día siguiente, durante las operaciones de lavado y escurrido, los operarios correspondientes a esta operación serán trabajadores del área de bodega, que serán los encargados de realizar el ensacado, luego del secado, el material se deposita en contenedores de 1000 kg de capacidad y se dirigen al área de donde se depositarán el yeso cerámico en sacos cuyas presentaciones serán de 10,30 y 50 Kg.

➤ **Almacenamiento**

Se contará con una bodega independiente a la de materia prima, en la cual tenga acceso a la carga de material para los compradores, esta bodega contara con sensores de humedad y temperatura, a su vez, los sacos estarán en contenedores de plásticos que no estén en contacto con el piso que afecte que el material adopte característica de atraer humedad del medio circundante en temporada de invierno, al contener media molécula de agua es propensa a que posea dicho comportamiento.

➤ **Control de calidad**

Para definir y caracterizar un yeso cerámico como producto terminado o producto final que se puede comercializar es fundamental analizar algunas de las características mecánicas, tanto de la pasta como del yeso fraguado.

Para mantener un control de la calidad del producto final se realizará distintas pruebas. A continuación, se presenta una breve descripción de lo que con lleva cada una:

- Relación Soluta/solvente

El método de ensayo que se utiliza para determinar la relación agua/yeso es el de amasado a saturación, el ensayo se realizará llenando un recipiente de vidrio con 100 gramos de agua, este será marcado a los 16 mm y 32 mm. El tiempo empleado para este ensayo va desde los 120 ± 5 segundos. El yeso se espolvoreará uniformemente sobre la superficie del agua, al cabo de 30s la pasta haya alcanzado la primera marca y la segunda a 60s. Se continuará espolvoreando hasta que al cabo de 90s la pasta haya alcanzado 2 mm por debajo de la superficie de agua. Durante los últimos 30s, se espolvoreará el cerámico para que la superficie de agua de los bordes desaparezca. Finalmente, antes de pesar, se eliminará el exceso de yeso en los bordes del recipiente de vidrio.

- Tiempo de fraguados

El método de ensayo es fluidez por expansión, el cual se mezclará y prepara una pasta de yeso con la cantidad de agua obtenida en el ensayo anterior. La pasta se verterá en placas de vidrio agitándose constantemente generando una forma de “galleta” entre 100-120 mm de diámetro y 5 mm de espesor. Anotando el tiempo en el que se mezcla el soluto con el solvente. El tiempo de inicio de fraguado se realiza haciendo corte en la galleta, para cada corte realizado se debe de limpiar y mantener seco el cuchillo, el inicio de fraguado se alcanza cuando los labios de la hendidura dejaron de acercarse.

7.1.4.3 Diagrama de bloques del proceso productivo de yeso parís o cerámico

Este aparatado presenta información respecto al diagrama de bloques del proceso de producción de yeso cerámico a partir de variantes de yeso mineral. Con el objetivo de ofrecer una representación visual detallada del proceso específico que se lleva a cabo para transformar las materias primas en producto final de alta calidad. De manera que, se realizó un diagrama de bloques correspondientes a cada una de las líneas de producción que se llevaran a cabo en la planta. Estas líneas están enfocadas en el procesamiento de las materias primas esenciales: Selenita y Espato Satinado, utilizadas en la producción de yeso cerámico. Dichos diagramas permiten una comprensión exhaustiva de las etapas y operaciones involucradas en la producción del cerámico a partir de la materia prima claves: Selenita y Espato satinado. Utilizada en la elaboración de cerámicos.

7.1.4.4 Diagrama de flujo del proceso

Con el fin de proporcionar una visión general del flujo de trabajo y las etapas claves involucradas en el proceso de producción, se realizó un diagrama de flujo del proceso de producción de yeso cerámico. Este diagrama ofrece una representación clara y concisa de cómo se interrelacionan las diferentes actividades y operaciones en el proceso de fabricación. Para una comprensión más detallada y precisa, se recomienda consultar el ANEXO, acápite estudio técnico, en el aparatado de ANEXOS, estudio técnico. Donde se muestra una visualización completa y precisa de todo el proceso de producción.

7.1.5 Requerimientos tecnológicos

7.1.5.1 Requerimiento de equipos

En la industria de cerámicos o materiales de construcción, la selección adecuada de los equipos es esencial para asegurar la eficiencia y calidad, cada etapa del proceso los equipos pueden clasificarse en mayores y menores, cada uno desempeña un papel en el proceso de producción.

Los equipos mayores son fundamentales para las operaciones principales, proporcionando la capacidad y robustez necesaria para llevar a cabo la producción del cerámico. Por su parte, los equipos menores, aunque no participan directamente en el proceso principal, son indefensables para el soporte, mantenimiento y aseguramiento de la calidad del producto final, esto se puede observar en el acápite de ANEXOS, sub acápite “Estudio Técnico”.

Tabla 11: *Funcionamiento y requerimiento de los equipos*

Equipo	Función	Cantidad	Capacidad	Dimensión
Bascula materia prima	Pesa la materia prima antes de iniciar el proceso.	2	3000 kg	150x150 cm
Bascula producto	Pesa el yeso cerámico procesado para verificar el cumplimiento de las especificaciones finales.	3	500 kg	650x650x600 [mm]
Carro de plataforma	Facilita el transporte de materiales (mineral de yeso y producto terminado) entre las etapas del proceso.	6	500 kg	120X80X50 [cm]
Contenedores	Almacena temporalmente la materia prima o el yeso procesado entre etapas, manteniéndolo protegido.	3	1000 kg	1.535x1.450x9.50 [m]
Monta carga	Transporta grandes volúmenes de material pesado	1	4000 kg	Alto =2.3 m; Ancho = 1.97m; Elevación=3.3 m
Tanque de agua	Almacena agua necesaria para el lavado del yeso, garantizando el suministro continuo en el proceso.	2	2500 L	1.6 x 1.6 m
			1100 L	1.12X1.365 m
Bomba	Transfiere agua desde el tanque de almacenamiento hacia la etapa de lavado, asegurando un flujo constante.	1	90 L / min	24x18x28.51 [cm]
Trituradora de mandíbula	Reduce el tamaño del mineral de yeso lavado, obteniendo partículas de 1 a 3 mm para su posterior clasificación.	1	500-3000 kg	1200*670*1200 [mm]

Equipo	Función	Cantidad	Capacidad	Dimensión [m]
Molino de bolas	Reduce tamaños de partículas clasificadas ≤ 1 mm	1	650-2000 kg	6.54x2.34x1.23
Tamiz	Clasifica las partículas trituradas y separa aquellas mayores a 1 mm para recirculación. /	2	3499 kg	0.65x0.65x0.6
	Separa las partículas finales para garantizar tamaños menores a 0.075 mm.		3500 kg	0.65x0.65x0.6
Horno de secado	Elimina la humedad del material después del tamizado final, completando su transformación química en yeso hemihidrato.	1	6800 kg	1.5X1.8X1.1
Lavadora	La lavadora se utiliza para limpiar el mineral de yeso eliminando impurezas adheridas, como tierra o polvo. Este proceso permite obtener una materia prima más pura para las etapas subsecuentes.	1	3 – 10 Tn	2x2x2
Válvulas de retención de agua	Las válvulas de retención de agua se utilizan para controlar el flujo unidireccional	2	200 psia	0.055x0.09
Pallet Jack	Son utilizado en conjunto con los contendores para desplazar la materia prima de lavado hacía el área de reducción de tamaño	3	3 Tn	1.6X 1.57

- *Área de servicios auxiliares*

Tabla 12: *Requerimiento de equipos para servicios auxiliares*

Equipos	Cantidad
Servicios sanitarios	8
Lavamanos	
Cesto de basura	8

- *Área de comedor*

Tabla 13: *Requerimiento de equipos para el área del comedor*

Equipos	Cantidad
Mesas Rectangulares de 4 personas	14
Sillas	56
Microondas	1
Mantenedora	1

7.1.5.2 Vehículo de transporte

Tabla 14: *Requerimiento de equipos de transporte*

Equipos	Cantidad
Camión de carga HINO-300	2
Montacargas Industrial	1

7.1.5.3 Materiales de oficina e informático

Las oficinas administrativas deben ser amuebladas, además de contar con cada uno de los equipos y materiales a utilizar, bajo el fin de brindar una atención de calidad a los proveedores y distribuidores de los productos que estará ofertando la planta en el mercado. De modo que, los equipos, mobiliario y materiales de oficina se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 15: *Insumos de oficina e informático*

Equipos	Cantidad
Sillas de oficina	17
Papeleras	17
Escritorios	17
Computadoras	17
Impresora	5
Aire acondicionado	6
Archivadores	2
Teléfono	6
Lámparas	11
Organizador de escritorio	16

Equipos	Cantidad
Cafetera	2

7.1.5.4 Requerimiento de energía eléctrica

En la **Tabla 16**, se expresan los valores aproximados del consumo de costo energético en la planta de cada equipo que lo requiera.

Tabla 16: *Datos de consumo de energía por equipos*

Equipos	Potencia [kW]	Uso (h/día)	Consumo [kW*h/día]	Consumo [kW*h/año]
Bomba	0.375	2.5	0.9375	144.375
Trituradora de mandíbula	6.77	2	13.54	2085.16
Molino de bolas	23.77	3.5	83.195	12812.03
Tamiz	2.2	4.5	19.8	3049.2
Horno de secado	18	5	90	13860
Lavadora	5.5	2.5	13.75	2117.5
Computadoras	16.8	7	1999.2	307876.8
Impresora	0.01	7	0.35	53.9
Climatizador	3.52	7	147.84	22767.36
Teléfonos	0.01	7	0.42	64.68
Lámparas	0.01	7	0.77	118.58
Cafetera	0.12	1	0.24	36.96
Mantenedora	0.05	24	1.2	184.8
Microonda	0.12	1	0.12	18.48
Total				365189.825

La **Tabla 17**, presenta el consumo anual de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta.

Tabla 17: *Energía requerida por año*

Consumo	2024-2025 (kW/año)	2025-2026 (kW/año)	2026-2027 (kW/año)	2027-2028 (kW/año)	2028-2029 (kW/año)
Energía	365189.83	387279.44	422944.23	475657.84	550882.65

7.1.5.5 Requerimiento de agua

Para el requerimiento de agua en la planta se obtiene mediante la base de cálculo realizada en el apartado de Anexo: Estudio Técnico.

Tabla 18: *Requerimiento de agua*

Consumo de agua	2024-2025 [m³/ciclo]	2025-2026 [m³/ciclo]	2026-2027 [m³/ciclo]	2027-2028 [m³/ciclo]	2028-2029 [m³/ciclo]
Lavadora	554.4	587.934	642.077	722.103	836.302
Otros	1293.6	1371.847	1498.181	1684.907	1951.373
Total	1848	1959.781	2140.259	2407.010	2787.676

7.1.5.6 Requerimiento de combustible

La **Tabla 19** contiene el requerimiento de combustible anual de los vehículos de transporte tanto de materia prima e insumos, como de producto terminado.

Tabla 19: *Datos de requerimiento de combustible*

Descripción	2024-2025 [L]	2025-2026 [L]	2026-2027 [L]	2027-2028 [L]	2028-2029 [L]
Diesel	3318.9	3519.654	4322.850	4861.628	5630.489

7.1.6 Infraestructura y distribución de la Pyme

7.1.6.1 Distribución de áreas (Matriz SLP y diagrama de hilos)

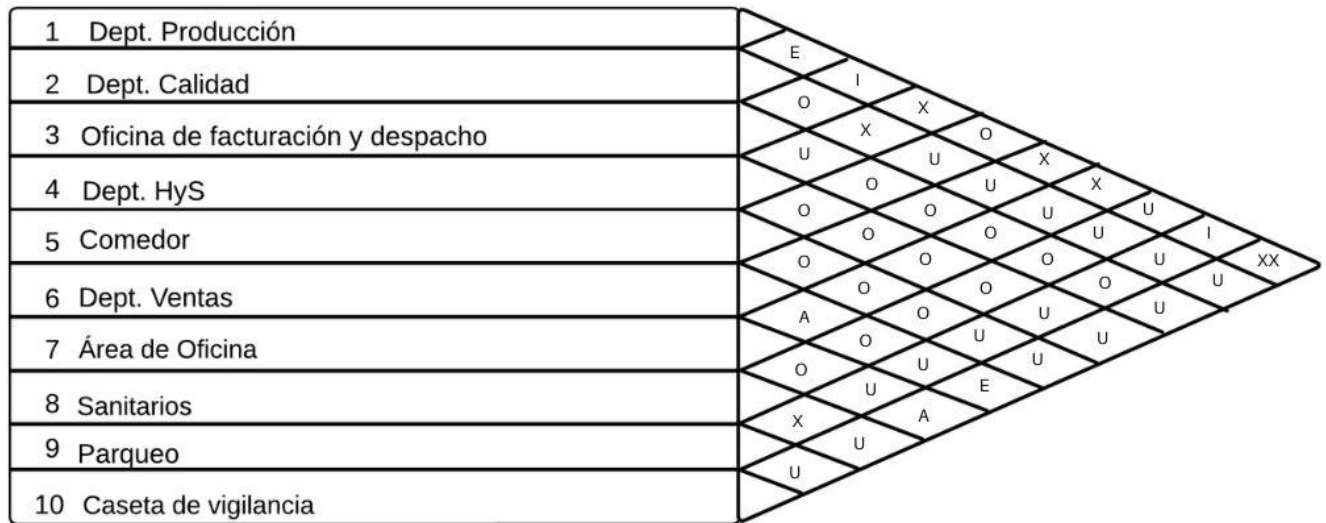
En la **Tabla 20**, se presentan el orden de datos utilizados para la distribución de áreas, tanto para la Matriz SLP como también el diagrama de hilos.

Tabla 20: *Orden de datos para la distribución de áreas.*

Letra	Orden de proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Ordinario o normal
U	Sin importancia
X	Indeseable

7.1.6.2 Diagrama de SLP

Figura C: *Diagrama SLP*



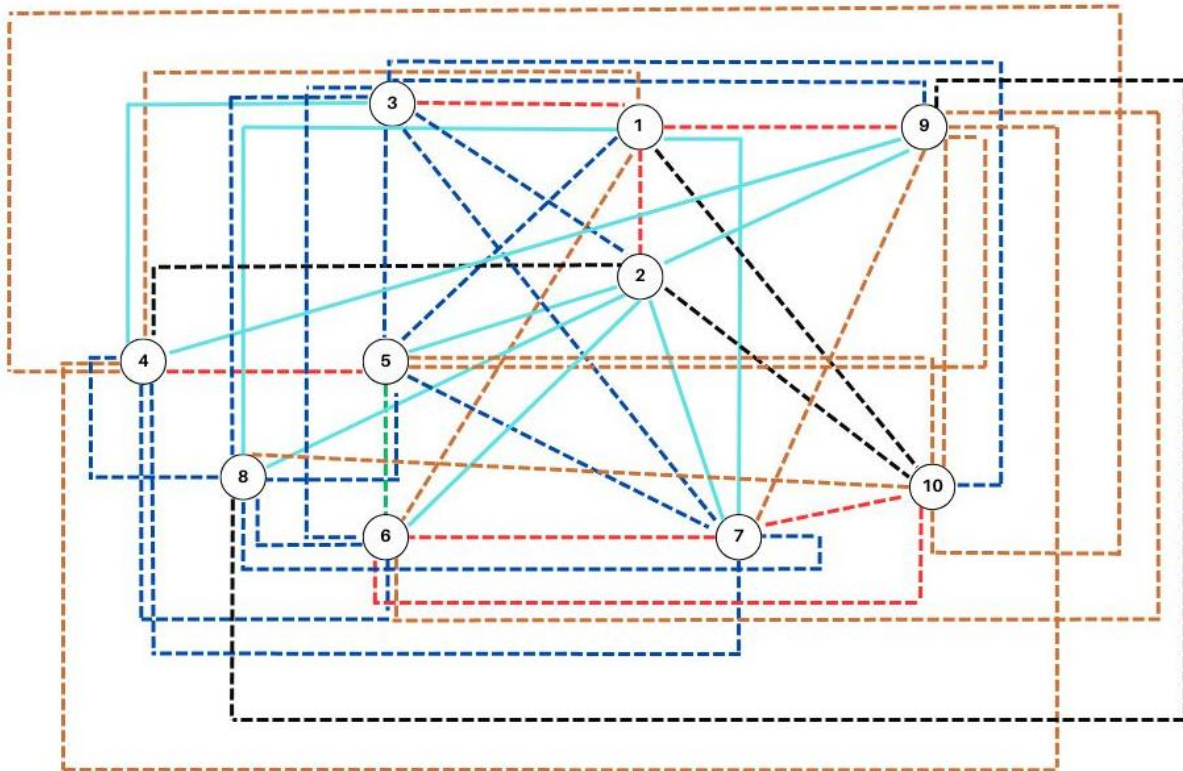
En la siguiente **Tabla 21**, se muestra la proximidad e importancia de las conexiones entre área de la planta.

Tabla 21: *Leyenda de Matriz SLP*

Letra	Orden de proximidad	Valor de líneas
A	Absolutamente importante	-----
E	Especialmente importante	-----
I	Importante	-----
O	Ordinaria o Normal	-----
U	Sin importancia	-----
X	Indeseable	-----

7.1.6.3 Diagrama de hilo

Figura D: *Diagrama de hilo*



7.1.6.4 Plano general maestro

El plano general maestro del proceso de producción de yeso parís puede ser encontrado en detalle en el apartado de ANEXOS: este apartado proporciona una visualización panorámica y detallada de cada una de las etapas del proceso, flujo de trabajo, línea de producción y disposición de equipos dentro de la Pyme.

7.1.6.5 Plano general unitario

El plano general unitario del proceso de producción de yeso cerámico a partir del mineral de yeso ofrece una vista detallada de una sección específica, exponiendo la disposición y relación entre los equipos y área de trabajo dentro de esa sección en particular se puede consultar su visualización en el apartado de ANEXOS. Plano General Unitario

7.1.6.6 Obras civiles

- **Departamento de producción**

- **Recepción**

Es el lugar destinado donde se realizará la descarga de materia prima, la cual se inspeccionará con el fin de determinar la existencia de impurezas que contenga las unidades de transporte, como se abordó en el apartado de descripción de proceso.

- **Almacenamiento de materia prima**

Este apartado será específicamente para el almacenamiento del mineral de yeso, por lo que se deberá tomar en cuenta un área separada dentro del área de producción, que sea de fácil acceso para la descarga y carga del material, bajo un diseño conveniente al producto a almacenar, contando con una temperatura, humedad e iluminación adecuada. La disposición del área mínima permisible para almacenar la cantidad de materia prima por semana será de 35 m², en caso de imprevisto que exista un llenado de almacene se cuenta con un área máxima permisible de 42.10 m², la cual será el área establecida en el plano maestro.

- **Almacenamiento de producto terminado**

Se provee una bodega de producto terminado para su posterior comercialización por lo que se dispone un área total de 40.97 m².

- **Espacio de accesorios**

Se establece un área de 12 m², determinada para los accesorios como bascula, contenedores, carro de plataforma, dicho área no posee divisiones dado al ser un área destinada para el uso de estos accesorios para el transporte de materia prima y producto, esta área esta contiguo a la bodega de materia prima.

- **Departamento de control de calidad**

Al ser un producto cerámico se cuenta con tres pruebas básicas, relación soluto-solvente, tiempos de fraguado y un análisis granulométrico, estas pruebas se realizarán en el departamento de calidad que cuenta con un área de 28.70 m².

- **Oficina de facturación**

Para una optimización del flujo de movimiento se estableció una cercanía con el almacén de producto y oficina de facturación para un mayor control de entrada y salida, por lo que se considera un área de 28.70 m².

- **Departamento de higiene y seguridad**

En este departamento los operarios de la planta se pondrán cambiarse de vestimenta, para las labores correspondiente se cuenta con un área de 12.4 m².

- **Departamento de ventas**

Es el área responsable de comercializar los productos y servicios, con el objetivo de atraer y mantener clientes. Este departamento se encarga de establecer metas, desarrollar estrategias efectivas, mejorar la atención al cliente y promocionar la empresa. Además, suele seguir un proceso de ventas estructurado para guiar a los equipos comerciales en sus acciones, por lo que se estableció un área de 11.66 m².

- **Áreas de oficina**

Esta área se realizan actividades administrativas y reuniones con todo el personal de las diferentes área y departamentos, estimando un área de 51.92 m².

- **Distribución de oficinas**

Al ser un área administrativa de acceso a personal autorizado, esta área estará compuesta por personal de RRHH, contabilidad, departamento de cómputo y administración. La oficina de gerente general se encontrará, en la primera planta contigo a recepción.

- **Caseta de vigilancia**

Se cuenta en la entrada principal para regular las entradas y salidas del personal de trabajo, como visitante, a su vez está en cercanía con el área de oficinas y departamento de ventas generando un área de 1m².

- **Estación de vehículos pesados y livianos**

Con respecto al diseño de la pyme se pensó en reducir espacio de parqueo, por lo que entre el muro de la pyme y el muro perimetral existe una distancia de 4.5-5 m, con el fin de que tanto para la descarga de materia prima y carga de producto, se haga un recorrido alrededor de la empresa reduciendo espacio, el muro perimetral cuenta con una altura de 2.5

- **Torres de tanques**

El proceso de producción de yeso parís, requiere dos tanques para agua potable, se dispondrá un área de 7.4 m², la localización de la torre estará por encima del departamento de calidad y facturación. El transporte se realiza por medio de tubería de PVC.

En resumen, se pretende que las obras civiles de esta Pyme comprendan las 1085.71 m², que es el área total de los dos terrenos seleccionados en el apartado de Micro localización.

En la **Tabla 22** se presenta la distribución de cada área y departamento en metros cuabras para la Pyme.

Tabla 22: *Distribución de las áreas de la planta*

Departamentos	Área [m ²]
Departamento de Producción	269.1875
Departamento de Calidad	28.70
Oficina de facturación y despacho	28.70
Departamento de HyS	12.64
Comedor	50.07
Departamento de ventas	11.66
Áreas de oficinas	51.92
Caseta de vigilancia	1
Torres de tanques	7.4 (Se localiza dentro de la planta)
Total de obras civiles	453.8775 m²

El valor total refleja las áreas de construcción de cada departamento, es decir el largo(L) por ancho(A), no se toma en cuenta el espesor de las paredes, la distancia con la que se deben de ubicar los equipos con la pared, la distancia de los pasillos donde se transporta la materia prima y producto, por medio de contenedores y montacarga, tomando en cuenta esas variantes el área es 1085.1 m² (L = 38.55, A= 28.15m ; aproximadamente).

- **Otros detalles de la infraestructura**

- **La planta y sus alrededores**

En acápite anteriores se determinó las especificaciones del muro perimetral, siendo estas de 2.5 m de alto y 25 cm de grosor. Con el fin de evitar la entrada de visitantes no deseados, para regular un control de trabajadores y visitante se posee una caseta de vigilancia.

- **Vías de circulación**

El área de producción posee pasillos de 4 m de ancho, con el fin de movimiento de accesorios como carros de plataforma, contenedores, basculas, por lo que para movimientos de operarios quedan 0.95 m de ancho. Lo que posee un flujo de movimiento óptimo.

- **Edificios**

Al tratarse de una Pyme, el área de producción posee paredes con un espesor de 25cm. El suelo deberá ser liso, con cintas anti deslizando con el fin de no generar accidente por caídas, la pyme contará con la iluminación artificial y natural en dependencia de las áreas y departamentos. Las áreas administrativas estarán construidas por gypsum con el fin de reducir costo de materiales como cemento, bloques, tierra, pilares.

➤ Sistema de drenaje de la Pyme

Se cuenta con dos sistemas de drenaje uno para aguas residuales de servicios higiénicos y otro para aguas residuales del proceso de lavado. Los servicios higiénicos se descargan directamente al alcantarillado público, mientras que las aguas del proceso de lavado se transportan a un sistema de tratamiento.

Por lo que el área de lavado posee rejillas de drenaje de 10 cm de diámetro, distribuidas cada 40 m² de agua, con una inclinación del piso del 1.5% para facilitar el flujo del agua hacia las rejillas. Las aguas residuales del proceso de lavado se almacenan en una pileta para su tratamiento correspondiente según los parámetros determinado.

7.1.6.7 Organización del Personal y Cronograma de Inversiones

De acuerdo con Baca Urbina, el diseño de una estructura administrativa no debe ser estático, puesto que esta funciona como la base de un sistema en constante evolución, como lo es una organización empresarial. Por ello, es fundamental considerar al capital humano como un elemento adaptable, capaz de ajustarse para cumplir con los requerimientos de la gestión organizacional. Con base en estos principios, extraídos de la teoría de Evaluación de Proyectos, se definieron las áreas y los puestos correspondientes para la pyme productora de yeso parís.

7.1.6.8 Requerimiento de recursos humanos

Tabla 23: *Requerimientos de recursos humanos*

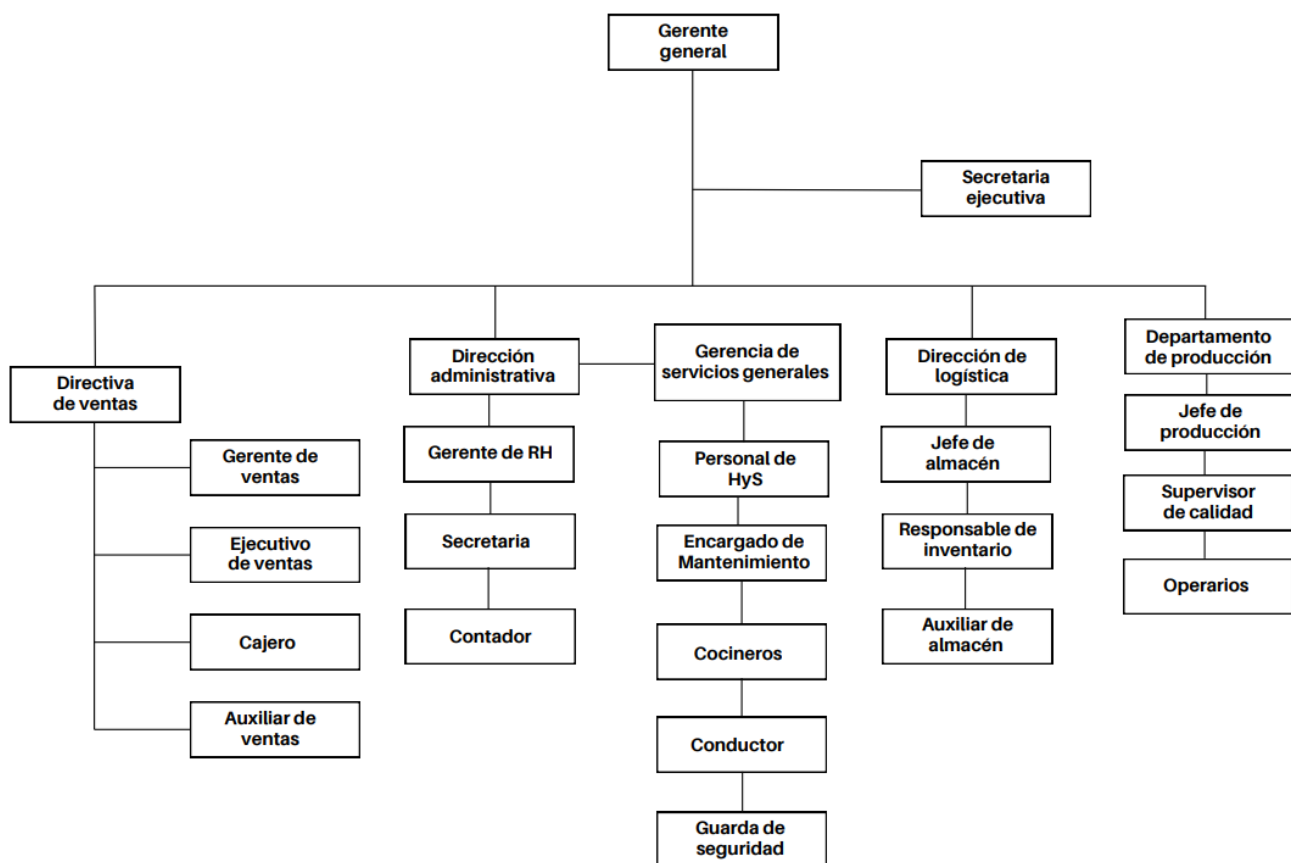
Área	Cargo	Requerimientos
Gerencia	Gerente general	1
Auxiliar de gerencia	Secretaria	1
	Gerente de ventas	1
Departamento de ventas	Marketing y publicidad	1
	Ejecutivo de ventas	1
	Cajero	1
	Auxiliar de ventas	1
	Contador	1
Departamento de Calidad	Supervisor de control de calidad	1
	Supervisor de HyS	1
Departamento de HyS	Jefe de Limpieza	1
	Personal de Limpieza	3
Comedor	Jefe de cocina	1
	Cocinero	2
Área de producción	Jefe de producción	1
	Supervisor de producción	1
	Operarios	20
	Técnico de mantenimiento	3
	Jefe de almacén	1
Almacén	Responsable de inventario	1
	Auxiliar de Bodega	5
Transporte	Guarda de seguridad	3
	Conductor	2

Área	Cargo	Requerimientos
Departamento de recursos humanos	Gerente de RH	1
	Secretaria	1
Total		56

7.1.6.9 Organigrama

Se realizó la estructuración jerárquica de las funciones de cada uno de los departamentos de la microempresa.

Figura E: Organigrama



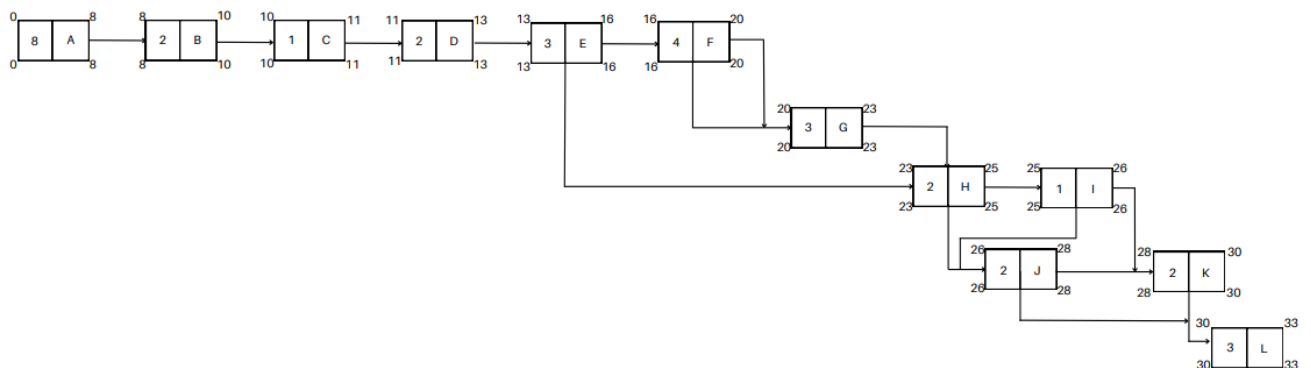
7.1.6.10 Cronograma de Inversiones

Tabla 24: Programa de actividades

Actividad	Código	Duración (Semanas)	Precedencia
Fase 1: Planificación y estudio			
Elaboración del estudio técnico-económico	A	8	-
Búsqueda y obtención del mineral	B	2	A
Conformación de la empresa	C	1	B
Obtención del financiamiento	D	2	C
Fase 2: Implementación del proceso			
Adquisición y selección del proceso	E	3	D
Diseño del proceso productivo optimizado	F	4	E
Instalación de equipos	G	3	E,F
Pruebas iniciales del proceso	H	2	E,G
Capacitación del personal	I	1	H
Fase 3: Puesta en marcha y validación			
Pruebas piloto y ajustes finales	J	2	H,I
Supervisión y control de calidad	K	2	I,J
Puesta en marcha	L	3	J,K

7.1.6.11 Diagrama de la ruta critica

Figura F: Diagrama de la ruta critica



7.2 Estudio económico

En este apartado del estudio se focalizó en evaluar la viabilidad económica del proyecto mediante el uso de indicadores financieros como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Periodo de Recuperación (PR), la Relación Beneficio-Costo (B/C), la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) y el análisis del punto de equilibrio, todos ellos considerando el valor del dinero en el tiempo. Asimismo, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para validar la consistencia de los resultados ante posibles cambios en las condiciones económicas y operativas, garantizando una evaluación sólida y confiable.

7.2.1 Inversión

La inversión inicial incluye la adquisición de todos los activos fijos (tangibles) y diferidos (intangibles) necesarios para iniciar las operaciones de la Pyme. A continuación, se detallan los principales componentes de esta inversión, entre los que se encuentran maquinaria, equipos, servicios auxiliares, instalaciones y otros elementos esenciales para garantizar el funcionamiento adecuado del proyecto. Estos costos están directamente relacionados con los requerimientos técnicos previamente establecidos y son fundamentales para asegurar la capacidad productiva y operativa de la Pyme.

7.2.1.1 Inversión fija

En las **Tablas 25 y 26**, se presentan los costos correspondientes a inversiones fijas.

- **Equipos mayores y menores**

Tabla 25: *Tablas de equipos industriales y accesorios*

Equipos y accesorios	Precio Unitario	Cantidad	Precio Subtotal	Fletes 5% (US\$)	IVA 15% (US\$)	Costo total
Bascula Mp	\$459.00	2	\$918.00	\$45.900	\$137.700	\$1,101.6
Basculas producto	\$63.02	3	\$189.06	\$9.453	\$28.359	\$226.87
plataforma	\$13.61	6	\$81.65	\$4.082	\$12.247	\$97.978
Trituradora	\$2,933.30	1	\$2,933.30	\$146.665	\$439.995	\$3,519.9
Sensor T y H	\$24.00	3	\$72.00	\$3.60	\$10.80	\$86.40
Bomba centrifuga	\$108.78	1	\$108.78	\$5.44	\$16.32	\$130.54
Bomba Centrifuga	\$108.783	1	\$108.78	\$5.439	\$16.317	\$130.54
Gato Pallet	\$2.554	3	\$7.66	\$0.383	\$1.149	\$9.195
Contendor	\$199.746	3	\$599.24	\$29.962	\$89.886	\$719.086
Monta carga	\$1,263.676	1	\$1,263.68	\$63.184	\$189.551	\$1,516.411
Molino de bolas	\$2,657.549	1	\$2,657.55	\$132.877	\$398.632	\$3,189.059
Tanque de 1.1 m ³	\$202.500	1	\$202.50	\$10.125	\$30.375	\$243.00
Tablero CHP	\$238.37	1	\$238.37	\$11.92	\$35.76	\$286.05
Brochas	\$5.37	4	\$21.49	\$1.07	\$3.22	\$25.79
Tanque de 2.5 m ³	\$414.963	1	\$414.96	\$20.748	\$62.244	\$497.95

Equipos y accesorios	Precio Unitario	Cantidad	Precio Subtotal	Fletes 5% (US\$)	IVA 15% (US\$)	Costo total
lavadora de espiral	\$1,505.122	1	\$1,505.12	\$75.256	\$225.768	\$1,806.147
Tamiz 3.2	\$1,187.290	2	\$2,374.58	\$118.729	\$356.187	\$2,849.496
Horno de secado	\$1,662.202	1	\$1,662.20	\$83.110	\$249.330	\$1,994.643
Válvula de Bola ^{1/4}	\$12.56	2	\$25.11	\$1.26	\$3.77	\$30.13
Total						\$18,460.855

- **Vehículos de transporte**

Tabla 26: *Costo de adquisición para vehículos de transporte*

Equipo	Cantidad	Precio U	Subtotal	Fletes 5% (\$)	IVA 15% (\$)	Costo total
Camión HINO-300	2	\$37,311.67	\$74,623.34	\$3,731.17	\$11,193.50	\$89,548.01
Monta carga MY-40	1	\$1,263.676	\$1,263.676	\$63.184	\$189.551	\$1,516.411
Total						\$91,064.419

- **Terreno**

El terreno costo total del terreno es US \$35,000

- **Funcionamiento de oficinas y área administrativas**

Tabla 27: *Costo de equipos de oficina 2025*

Equipos	Cantidad	Precio. U	Total
Sillas de oficina	17	\$57.08	\$981.83
Papeleras	17	\$3.38	\$58.20
Escritorios	17	\$67.50	\$1,161.00
Computadoras	17	\$167.40	\$2,879.28
Impresora	5	\$161.84	\$841.56
Archivadores	2	\$288.93	\$635.64
Teléfonos	6	\$116.29	\$720.99
Archivadores	2	\$288.93	\$635.64
Teléfonos	6	\$116.29	\$720.99
Lámparas	11	\$3.59	\$40.26
Organizador de escritorio	16	\$3.54	\$57.36
Aire acondicionado	6	\$300.24	\$1,861.49

Equipos	Cantidad	Precio. U	Total
Papelería	---	\$551.29	\$831.612
Cafetera	2	\$39.66	\$87.26
Total			\$10,156.48

Tabla 28: Costo de equipos auxiliares

Equipos	Cantidad	Precio. U	Costo Total (\$)
Servicios sanitarios	8	\$74.72	\$894.06
Lavamanos	8	\$45.38	\$393.42
Cesto de basura	8	\$2.60	\$21.31
Total			\$1,218.03

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 110, Capítulo XIII. De la Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo (Ley No. 618), se requiere la instalación de 1 inodoro por cada 10 personas. Para un total de 56 trabajadores.

- **Área de comedor**

Tabla 29: Costo para el área de comedor

Equipos	Cantidad	Precio. U	Total
Mesas Rectangulares	14	\$36.69	\$521.04
Sillas	56	\$9.45	\$531.09
Microondas	1	\$72.63	\$87.16
Mantenedora	1	\$350.97	\$421.17
Total			\$1,560.45

- **Obras civiles**

Tabla 30: Costo de obras civiles

Áreas	Área m ²	Precio Unitario del m ² en 2025	Costo total (\$)
Departamento de Producción	269	523.35	\$140,880.53
Departamento de Calidad	28.7	523.35	\$15,020.28
Oficina de Facturación y despacho	28.7	523.35	\$15,020.28
Departamento de HyS	12.6	523.35	\$6,615.20
Comedor	50.07	523.35	\$26,204.37
Departamento de ventas	11.6	523.35	\$6,102.32
Áreas de oficinas	51.9	523.35	\$27,172.57

Áreas	Área m ²	Precio Unitario del m ² en 2025	Costo total (\$)
Caseta de vigilancia	1	523.35	\$523.35
Parqueo de vehículos livianos	----	523.35	-----
Torres de tanques	7.4	523.35	\$3,872.82
Total de obras civiles	461.2	-----	\$241,411.73
Terreno	1085.7		\$65,000.0

- **Consolidado de inversión fija**

La **Tabla 31** muestra un resumen de la inversión fija, donde se analiza de manera detallada la asignación de recursos hacia activos tangibles como maquinaria, equipos y obras de construcción, elementos esenciales para garantizar un desarrollo económico sostenible y la operatividad del proyecto.

Tabla 31: inversión Fija

Concepto	Costo total (\$)
Equipos mayores y menores	\$18,460.92
Vehículos	\$91,064.42
Materiales de oficina y informática	\$10,156.48
Equipos auxiliares	\$1,399.55
Instrumentos de laboratorio	\$621.26
Comedor	\$1,560.45
Obra civiles y terreno	\$306,411.73
Subtotal (Activos Tangibles)	\$429,674.81
Concepto	Costo total (\$)
Planeación e integración del proyecto	\$4,296.75
Ingeniería de proyectos	\$15,320.59
Supervisión de la construcción	\$15,320.59
Administración del proyecto	\$3,064.12
Subtotal (Activos Intangibles)	\$38,002.04
Imprevistos	\$1,900.10
Total de inversión fija	\$469,576.95

- **Inversión Diferida**

La inversión diferida representa aquellos gastos necesarios para la implementación y puesta en marcha del proyecto, los cuales no se traducen en activos físicos, pero son indispensables para su correcto funcionamiento.

Estos desembolsos incluyen estudios técnicos, como análisis de suelos, selección de procesos y evaluaciones geológicas, así como asesorías jurídicas y económicas relacionadas con la viabilidad legal y financiera del proyecto. También se consideran los costos de organización, que abarcan la creación de la estructura administrativa, trámites legales, registro de la empresa y gestión de créditos.

Por otro lado, se contemplan los gastos asociados al montaje, instalación y pruebas de los equipos, los cuales suelen ser contratados con los proveedores y representan un porcentaje del valor total de la maquinaria. Además, se incluyen los pagos por el uso de patentes, licencias y marcas, que generalmente se realizan como una suma inicial y se distribuyen como costos durante los primeros años del proyecto. Finalmente, se tienen en cuenta los gastos financieros durante la fase de instalación, como intereses y costos administrativos derivados del uso de capital externo en esta etapa. Aunque estos desembolsos no son recuperables, son fundamentales para asegurar el éxito operativo y financiero del proyecto.

La **Tabla 32**, hace correspondencia al porcentaje para el concepto de cada uno de los costos, que son productos de experiencia de otros proyectos.

Tabla 32: *Proporciones para el cálculo de la inversión diferida*

Concepto	Descripción
Planeación e integración del proyecto	1% del monto fijo en activos fijos
Ingeniería de proyectos	5\$ del costo de obras civiles
Supervisión de la construcción	5\$ del costo de obras civiles
Administración del proyecto	1% del costo de obra civiles
Imprevistos	5% del monto de la suma de los activos tangibles

7.2.1.1 Capital de trabajo

El capital de trabajo es un indicador financiero que representa los recursos necesarios para cubrir las operaciones diarias de una empresa. Se calcula como la diferencia entre los activos corrientes (como efectivo, cuentas por cobrar e inventarios) y los pasivos corrientes (como cuentas por pagar y obligaciones a corto plazo). Este concepto es fundamental para garantizar que la empresa cuente con la liquidez suficiente para cumplir con sus obligaciones y mantener sus operaciones de manera eficiente.

En la **Tabla 33** se presenta el desglose del capital de trabajo calculado para este proyecto. A continuación, se detalla cada componente:

Tabla 33: Activo y pasivo circulante del capital de trabajo

Activo Circulante		
Descripción	Observaciones	Monto \$
Bancos y Caja	26 días del costo de producción	\$79,343.54
Cuentas por cobrar	7 días del costo directo de producción	\$903.61
Inventarios	26 días del valor de ventas	\$56,881.65
Pasivo Circulante		
Descripción	Observaciones	Monto \$
Cuentas por cobrar	26 días de costo de materia prima e insumos + 7 días del costo de producción	\$57,103.70
Capital de trabajo		\$136,447.23

7.2.1.2 Depreciación y amortización

El método de depreciación en línea recta se aplicará a lo largo del proyecto para distribuir el valor de los activos fijos. Los edificios tendrán una tasa de depreciación del 10% anual, mientras que las maquinarias y equipos se depreciarán al 15% anual. Los equipos de oficina contarán con una tasa del 20% anual, y los vehículos, equipos de comedor y auxiliares se depreciarán al 15% anual. Por otro lado, los activos diferidos se amortizarán a una tasa del 20% anual, mientras que el terreno, al no sufrir depreciación por su naturaleza estable, mantendrá su valor sin cambios durante todo el proyecto.

Tabla 34: Depreciación y amortización proyectado para 5 años

Concepto	Precio de compra (\$)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Valor de recate
Terreno	\$65,000.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$65,000.00
Edificios	\$241,411.73	\$24,141.1	\$24,141.1	\$24,141.1	\$24,141.1	\$24,141.1	\$362,117.59
Maquinaria, equipos y accesorios	\$18,460.92	\$2,769.14	\$2,769.14	\$2,769.14	\$2,769.14	\$2,769.14	\$32,306.60
Equipos de oficina	\$10,156.48	\$10,156.4	\$10,156.4	\$10,156.4	\$10,156.4	\$10,156.4	\$60,938.89
Instrumentos de laboratorio	\$621.26	\$93.19	\$93.19	\$93.19	\$93.19	\$93.19	\$1,087.21
Vehículos	\$91,064.42	\$13,659.6	\$13,659.6	\$13,659.6	\$13,659.6	\$13,659.6	\$159,362.73
Equipos de Cocina	\$1,560.45	\$1,560.45	\$1,560.45	\$1,560.45	\$1,560.45	\$1,560.45	\$9,362.73
Servicios auxiliares	1399.54689	\$209.93	\$209.93	\$209.93	\$209.93	\$209.93	\$2,449.21
Activos diferidos	\$38,002.04	\$7,600.41	\$7,600.41	\$7,600.41	\$7,600.41	\$7,600.41	\$0.00
Costo de depreciación anual		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$692,624.96

7.2.2 Costo de operación

Están conformados por: costo de producción, costo administrativo, costos de ventas y costos financieros.

7.2.2.1 Costo de producción

Los costos de producción son aquellos que intervienen en el proceso tecnológico y que garantizan su buen funcionamiento, están constituidos por los siguientes elementos:

- **Materia prima e insumos**

Las materias primas e insumos para satisfacer la demanda proyectada se presentan a continuación; tanto como la información de precios como los cálculos de esta tabla se encuentran reflejados en el Anexo del Estudio Financiero.

Tabla 35: Costo de materia prima

Materia prima	Demanda diaria [Tn]	Demanda Mp [Tn]	2024-2025 (\$)	2025-2026 (\$)	2026-2027(\$)	2027-2028 (\$)	2028-2029 (\$)
Mineral de yeso	4.8997	754.546	\$336,914.37	\$357,293.66	\$378,905.66	\$401,824.92	\$426,130.52

- **Agua**

Es importante realizar una estimación de los gastos del consumo de agua potable, como se presenta en la **Tabla 36**, el cual presenta el consumo de agua potable por persona, el agua utilizada para etapa de lavado de materia prima, posteriormente el costo del alcantarillado. La disponibilidad y los costos asociados con el agua son factores críticos que influyen en la viabilidad y rentabilidad de la operación.

Una vez realizado las proporciones de los costo de m³, se obtiene el gasto anual para los próximo 5 años posteriores, los años, realmente son ciclos de producción, que tienen una duración de 6 meses. En la **Tabla 37** se presentan los costos por ciclos para los próximos 5 años de producción.

Tabla 36: Costo de agua

Consumo de agua	Consumo por m ³ /ciclo	costo del m ³	Costo de m ³ /ciclo	Costo de m ³ /ciclo	C. Alcantarillado [\$/mes]	C. Alcantarillado [\$/mes]
Lavadora	554.40	C\$34.77	C\$19,276.49	\$520.47	\$0.174	\$90.639
Otros	1293.6	C\$34.77	C\$44,978.47	\$1,214.42	\$0.174	\$211.491
Total	1848.00			\$1,734.88		\$302.130

Tabla 37: Costo de agua anual

Concepto	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Agua	\$2,037.01	\$2,097.72	\$2,224.60	\$2,429.47	\$2,732.27

- **Energía**

La evaluación precisa de los costos de energía es un elemento clave para calcular el costo total de producción de manera confiable. Un desglose detallado de estos costos no solo contribuye a mantener la rentabilidad, sino que también ayuda a detectar oportunidades para incrementar la eficiencia en las operaciones.

En la **Tabla 38** se detalla el consumo anual de energía por equipo, lo que permite analizar cómo se distribuyen estos gastos en cada fase del proceso productivo. Asimismo, la **Tabla 39** resume el costo energético para los próximos 5 años, ofreciendo una perspectiva consolidada que es esencial para la toma de decisiones informadas y la planificación financiera estratégica. Esta información es vital para implementar medidas que optimicen el consumo de energía y mejoren la competitividad del negocio.

Tabla 38: *Costo energético global de equipos electrónicos*

Equipos	Cantidad	Unidades	Potencia [kW]	Uso (h/día)	Consumo [kW*h/día]	Consumo [kW*h/año]
Bomba	1	kW	0.375	2.5	0.9375	144.375
Trituradora	1	kW	6.77	2	13.54	2085.16
Molino de bolas	1	kW	23.77	3.5	83.195	12812.03
Tamiz	2	kW	2.2	4.5	19.8	3049.2
Horno de secado	1	kW	18	5	90	13860
Lavadora	1	kW	5.5	2.5	13.75	2117.5
Computadoras	17	kW	16.8	7	1999.2	307876.8
Impresora	5	kW	0.01	7	0.35	53.9

Equipos	Cantidad	Unidades	Potencia [kW]	Uso (h/día)	Consumo [kW*h/día]	Consumo [kW*h/año]
Aire acondicionado	6	kW	3.52	7	147.84	22767.36
Teléfonos	6	kW	0.01	7	0.42	64.68
Lámparas	11	kW	0.01	7	0.77	118.58
Cafetera	2	kW	0.12	1	0.24	36.96
Mantenedora	1	kW	0.05	24	1.2	184.8
Microonda	1	kW	0.12	1	0.12	18.48
					Total	365189.825

Tabla 39: Costo anuales de energía eléctrica

Descripción	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Energía eléctrica	\$66,890.10	\$70,936.16	\$77,468.71	\$87,124.01	\$100,902.59

- **Combustible**

Se cuenta con un solo monta carga con capacidad de 2.5 toneladas. Siendo esencial en las tareas de descarga de materia prima, que es parte de las actividades de la etapa de recepción, en el caso de transporte de materia prima se usan dos camiones Hino 300, de 5.5 Tn, no se cuenta con la distribución hacia los puntos de ventas por lo que cada envío se cobrara el consumo de combustible más un extra del servicio del uso de vehículo.

La **Tabla 40**, presenta el consumo de combustible para el primer ciclo de producción es decir 2024-2025, el método de obtención de este valor fue por medio de la capacidad del motor, consumo promedio, consumo por distancia, eficiencia del motor. Una vez obtenido el consumo en unidades de L/ciclos, se multiplica con el costo unitario del litro recorrida, cuyo valor fue obtenido del INE del primer monitoreo del precio del combustible para el año 2025. La **Tabla 41**, presentan las proyecciones del costo de diésel para los próximos años.

Tabla 40: Consumo de combustible por equipo

Maquina	Consumo medio [L/Km]	Recorrido [Km]	Costo del diésel [\$/L]	Consumo semanal [L]	Consumo [L/Ciclo]	Costo total [\$]
Montacarga	4.5	2	\$1.17	9	234	\$273.00
Camión Hino A	5.65	12	\$1.17	67.8	1762.8	\$2,056.61
Camión Hino B	5.65	9	\$1.17	50.85	1322.1	\$1,542.45
Total					3318.9	\$3,872.06

Tabla 41: Proyección de costo de combustible (2024-2025 a 2028-2029)

Descripción	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Diesel	\$3,872.06	\$4,106.27	\$4,484.42	\$5,043.34	\$5,840.94

- **Empaque**
 - **Materia prima y producto**

Para esta etapa se utiliza dos tipos de saco, uno para materia prima, que es saco bordado en el cual se realizó una comparativa para la obtención de este insumo, según las especificaciones del fabricante se tiene una vida útil entre 5-15 veces de uso, en el cual, tomando un valor medio de 10 uso por saco, se realizó una proporción.

La empresa procesa diariamente 4899.6516 kg de yeso mineral, por lo que multiplicando por el ciclo de produciendo siendo de 154 días, lo que genera alrededor de una cantidad de 754546 kg correspondiente a la demanda normal anual, dividiendo dicho valor en sacos de capacidad de 50 kg, se obtiene la cantidad de sacos necesarios para esta etapa siendo 15090.92693, aproximadamente 15091 sacos, anteriormente se propuso un uso medio por saco de 10, por lo que dividiendo se tienen 1509.1 aproximándolo al siguiente valor de 1510 sacos, esto se le sumo un 20% por imprevistos siendo el valor de 302 sacos, por lo que la cantidad total de sacos seria de 1812 sacos. La Tabla 56 presenta el costo total de la cantidad de sacos necesarios, posteriormente generando el prime costo anual se realizan las proyecciones de los costó de los próximos años, generando la **Tabla 42** y **Tabla 43** con los costó total de empaques.

Tabla 42: Costo total de empaques

Descripción	Demanda diaria [Kg]	Precio Unitario [\$]	Demanda Anual [Kg]	Cantidad de saco	Subtotal [\$]	Fletes 5%	Iva	Costo total [\$]
saco bordado	4899.6516	\$0.0203	754546	1812	\$36.7365	\$1.8368	\$5.5105	\$44.0838
Bolsa	4000	0.0506	616000	25133	\$1,271.13	\$63.56	\$190.67	\$1,525.35

Tabla 43: Costo anuales de empaques

Descripción	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Sacos de mp	\$44.08	\$46.75	\$51.06	\$57.42	\$66.50
Bolsas de producto	\$1,525.35	\$1,617.62	\$1,766.58	\$1,986.76	\$2,300.97
Total	\$1,569.44	\$1,664.37	\$1,817.64	\$2,044.18	\$2,367.47

- **Mano de obra**

Los costos de mano de obra son los gatos generados por el salario del personal del área de producción, por lo que en la **Tabla 44**, se presentan los salarios de cada trabajador, cuyos cálculos están referenciados según el salario mínimo del Ministerio del Trabajo de Nicaragua. En el caso de la proyección se denomina como el costo anual de mano de obra directa siendo esta la **Tabla 45**.

Tabla 44: *Costo de Mano de obra Directa*

Cargo	N° de Trabajadores	Sueldo C\$/ mes	Costo total C\$/ mes	Aguinaldo C\$
Supervisor de control de calidad	1	C\$11,539.13	C\$11,539.13	C\$11,539.13
Supervisor de HyS	1	C\$11,539.13	C\$11,539.13	C\$11,539.13
Jefe de producción	1	C\$15,385.50	C\$15,385.50	C\$15,385.50
Responsable inventario	1	C\$7,692.75	C\$7,692.75	C\$7,692.75
Auxiliar	4	C\$7,692.75	C\$30,771.00	C\$30,771.00
Jefe de almacén	1	C\$15,385.50	C\$15,385.50	C\$15,385.50
Técnicos de mantenimiento	3	C\$7,692.75	C\$23,078.25	C\$23,078.25
Total	33	C\$96,159.38	C\$280,785.38	C\$280,785.38

Tabla 45: *Costo anuales de Mano de Obra Directa*

Concepto	2024-2025 [\$]	2025-2026 [\$]	2026-2027 [\$]	2027-2028 [\$]	2028-2029 [\$]
Mano de obra directa	\$53,672.79	\$56,919.35	\$60,362.29	\$64,013.49	\$67,885.54

- **Mantenimiento**

El mantenimiento preventivo desempeña un papel fundamental en la gestión óptima de una planta, ya que garantiza la continuidad operativa y la confiabilidad de los equipos. Bajo esta perspectiva, se ha establecido la realización de dos intervenciones de mantenimiento preventivo anuales, las cuales serán ejecutadas por el personal especializado, incluyendo al electricista y al mecánico de planta. Este enfoque proactivo permite detectar y resolver posibles inconvenientes antes de que se transformen en fallas críticas, evitando así interrupciones costosas y prolongadas. Los gastos relacionados con este tipo de mantenimiento se estiman en un 3% del valor de adquisición de los equipos de mayor envergadura, tal como se detalla en la **Tabla 46**.

Tabla 46: Costo de mantenimiento

Concepto	Costo de equipos	porcentaje	Costo de mantenimiento	Costo/año
Equipos mayores	\$18,460.92	3%	\$553.8	\$1,107.66
Vehículos	\$91,064.42	3%	\$2,731.9	\$5,463.87
Total (\$)				\$6,571.52

Con lo cual en la **Tabla 47**, se exponen las proyecciones anuales de los costó de mantenimiento.

Tabla 47: Costo anuales de mantenimiento

Concepto	2024-2025 [\$]	2025-2026 [\$]	2026-2027 [\$]	2027-2028 [\$]	2028-2029 [\$]
Mantenimiento	\$6,571.52	\$6,767.35	\$7,176.70	\$7,837.60	\$8,814.44

Estos recursos no solo se traducen en una estrategia para maximizar la durabilidad y el rendimiento de los equipos, sino que también son fundamentales para asegurar un entorno operativo seguro y sin interrupciones. Para una mayor claridad, en la **Tabla 48**, se desglosan los costos globales relacionados con la producción, proporcionando un panorama integral de las inversiones requeridas.

Tabla 48: Costo totales de producción

Concepto	2024-2025 [\$]	2025-2026 [\$]	2026-2027 [\$]	2027-2028 [\$]	2028-2029 [\$]
Materia Prima, empaque	\$338,483.81	\$358,958.03	\$380,723.30	\$403,869.10	\$428,497.99
Agua	\$2,037.01	\$2,097.72	\$2,224.60	\$2,429.47	\$2,732.27
Energía	\$66,890.10	\$70,936.16	\$77,468.71	\$87,124.01	\$100,902.59
Mano de obra	\$53,672.79	\$56,919.35	\$60,362.29	\$64,013.49	\$67,885.54
Mantenimiento	\$6,571.52	\$6,767.35	\$7,176.70	\$7,837.60	\$8,814.44
Combustible	\$3,872.06	\$4,106.27	\$4,354.65	\$4,618.06	\$4,484.42
Total	\$471,527.30	\$499,784.88	\$532,310.25	\$569,891.73	\$613,317.24

1.1.1.1 Costo administrativo

Los gastos administrativos representan un elemento clave dentro de la estructura financiera de la empresa, ya que engloban las remuneraciones y prestaciones correspondientes al personal administrativo y de soporte. Los sueldos asignados a los colaboradores se establecen en función del rol que desempeñan dentro de la organización, tomando como referencia los promedios salariales vigentes en el país.

Adicionalmente, más allá de los ingresos mensuales, la compañía proporciona beneficios complementarios, como el pago de aguinaldo, equivalente a un salario extra al año. Este incentivo se detalla en la **Tabla 49**, donde se especifican los costos totales mensuales (en US\$) por cada miembro del equipo administrativo y de apoyo de la planta.

Para obtener el costo anual total, el monto mensual se multiplica por 13, considerando así el aguinaldo. Este enfoque demuestra el compromiso de la empresa con la equidad laboral, el bienestar de sus empleados y el cumplimiento de las normativas y prácticas laborales establecidas.

A través de la **Tabla 49**, se presenta un panorama completo de los gastos relacionados con el personal que desempeña funciones en distintas áreas administrativas de la empresa. Esta información resulta fundamental para la gestión económica y la formulación de estrategias, ya que permite comprender de manera precisa cómo se distribuyen tanto los recursos humanos como los financieros en este ámbito. Con respecto a la proyección anual de los próximos años se contabiliza en la **Tabla 50**.

Tabla 49: Costos administrativos – Año 2024

Cargo	Cantidad	Sueldo \$	Costo total mensual	Costo total por ciclo
Gerente general	1	\$1,048.89	\$1,048.89	\$13,635.59
Secretaria de gerencia	1	\$315.10	\$315.10	\$4,096.36
Gerente de ventas	1	\$420.14	\$420.14	\$5,461.81
Cajero	1	\$349.63	\$349.63	\$4,545.20
Contador	1	\$219.02	\$219.02	\$2,847.24
Gerente de RH	1	\$420.14	\$420.14	\$5,461.81
Secretaria	1	\$315.10	\$315.10	\$4,096.36
Recepcionista	1	\$210.07	\$210.07	\$2,730.91
Guarda de seguridad	3	\$164.60	\$493.81	\$6,419.47

Cargo	Cantidad	Sueldo \$	Costo total mensual	Costo total por ciclo
Conductor	2	\$164.60	\$329.20	\$4,279.65
Jefe de cocina	1	\$349.63	\$349.63	\$4,545.20
Cocinero	2	\$164.60	\$329.20	\$4,279.65
Jefe de Limpieza	1	\$329.20	\$329.20	\$4,279.65
Personal de limpieza	3	\$219.02	\$657.06	\$8,541.73
Total	20			\$75,220.62

Tabla 50: *Costo administrativos anuales*

Descripción	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Mano de obra administrativa	\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03

La **Tabla 51** presenta un listado detallado de los gastos relacionados con los artículos administrativos necesarios para la operación y gestión de la empresa. Estos costos, cotizados en establecimientos como Gomper, Librería Universal, Jardín e Hispamer, son fundamentales para una administración financiera eficiente, ya que permiten una distribución adecuada de los recursos y una evaluación precisa del rendimiento en términos de eficiencia y rentabilidad.

Esta información no solo contribuye a optimizar los procesos administrativos, sino que también asegura una base confiable para la toma de decisiones estratégicas dentro de la organización.

Tabla 51: Costo de artículos administrativos

Artículos	Cantidad	Costo Unitario 2024	Costo total (\$)
Borradores (paquete de 6 unidades)	10	\$1.755	\$18.073
Caja de minas	20	\$6.750	\$139.023
Calculadora	10	\$5.467	\$56.296
Calendarios	10	\$0.988	\$10.176
Engrapadora	10	\$3.073	\$31.647
Grapas (paquete de 500 unid.)	10	\$0.835	\$8.603
Caja de lapiceros (12 unid. /caja)	20	\$1.835	\$37.798
Libretas	15	\$2.236	\$34.540
Resma de papel (500 und)	20	\$8.757	\$180.368
Sacagrapas	10	\$0.526	\$5.416
Sellos	9	\$3.167	\$29.350
Total			\$551.290

7.2.2.2 Costo de ventas

A continuación, en la **Tabla 52**, se describen de manera específica los diversos componentes que inciden en los costos relacionados con la producción y comercialización de los productos ofrecidos por la empresa.

Tabla 52: Costos de ventas – Año 2024

Cargo	Cantidad	Sueldo \$	Costo total mensual	Costo total por ciclo
Marketing y publicidad	1	\$454.52	\$454.52	\$5,908.76
Ejecutivo de ventas	1	\$210.07	\$210.07	\$2,730.91
Auxiliar de ventas	1	\$100.00	\$100.00	\$1,300.00
Total				\$9,939.66

Es importante resaltar que estos costos desempeñan un papel fundamental en la definición del precio de venta, el cálculo de los márgenes de utilidad y la evaluación de la rentabilidad de las actividades comerciales.

Tabla 53: *Costos anuales de ventas*

Descripción	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Costo de ventas	\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81

El análisis de los gastos anuales relacionados con las ventas brinda una visión clara de los recursos financieros destinados a la promoción y distribución de productos o servicios durante los ciclos 2024-2025 a 2028-2029. Este desglose permite evaluar cómo se asignan los costos en las actividades de comercialización y logística, lo que resulta esencial para una planificación financiera adecuada y una gestión operativa eficiente.

7.2.2.3 Costos financieros

Según información consultada del Banco Central de Nicaragua para medianas empresa. El financiamiento propuesto es de 22.9, aproximadamente 23%, para el año 2010. Por lo que los gastos financieros representan los intereses que la empresa debe pagar como resultado del capital empleado en sus operaciones. Según las normativas fiscales aplicables, estos intereses pueden ser registrados como gastos deducibles, lo que permite reducir la base imponible y optimizar la carga tributaria de la organización.

Para el análisis financiero, se propusieron 3 escenarios, el primer escenario de financiamiento fue tomando un valor real para caso Pyme, en el documento titulado “Microfinanzas y Pequeñas y Medianas Empresas en Nicaragua”, se establece los criterios en los cuales se puede llegar a obtener un financiamiento para el sector industrial se llega aproximadamente de 22.9% de financiamiento para el año 2010, en caso posteriori 2025, se observa un incremento de normativas en las cuales fomenta el aumentos de las Pymes, el caso de la Ley 663, Ley de sociedades de garantías recíprocas para las micro, pequeñas y medias empresas. Por otro lado, se tiene seguimiento por la institución MEFCCA que asesora a estos tipos de empresas, por lo que se llegó a un valor supuesto de 25% de financiamiento. Posteriormente los financiamientos hipotéticos son del 50% y 70% de financiamiento. Con un interés de 0.12 y una anualidad del 0.28.

- **Financiamiento mayor**

La inversión total es de \$469,576.95 con un capital de trabajo de 81,286.63, la cantidad estimada para el financiamiento mayor del 70%, genero un valor de \$385,604.81. Se obtuvieron los valores correspondientes del costo financiero correspondiente a este financiamiento.

Tabla 54: *Financiamiento del 70%*

Año	Pago de interés	Pago de fin de año	Pago al principal	Saldo
0	0	0	0	\$385,604.51
2024-2025	\$46,272.54	\$106,970.44	\$60,697.90	\$324,906.60
2025-2026	\$38,988.79	\$106,970.44	\$67,981.65	\$256,924.95
2026-2027	\$30,830.99	\$106,970.44	\$76,139.45	\$180,785.51
2027-2028	\$21,694.26	\$106,970.44	\$85,276.18	\$95,509.32
2028-2029	\$11,461.12	\$106,970.44	\$95,509.32	\$0.00

- **Financiamiento medio**

El financiamiento medio corresponde al 50% de la suma del capital de trabajo y de la inversión total, por lo que la cantidad a financiar es de \$275,431.79, los pagos correspondientes se presentan en la siguiente **Tabla 55**.

Tabla 55: Financiamiento del 50%

Año	Pago de interés	Pago de fin de año	Pago al principal	Saldo
0	0	0	0	\$275,431.79
2024-2025	\$33,051.81	\$76,407.46	\$43,355.64	\$232,076.15
2025-2026	\$27,849.14	\$76,407.46	\$48,558.32	\$183,517.82
2026-2027	\$22,022.14	\$76,407.46	\$54,385.32	\$129,132.50
2027-2028	\$15,495.90	\$76,407.46	\$60,911.56	\$68,220.95
2028-2029	\$8,186.51	\$76,407.46	\$68,220.95	\$0.00

- **Financiamiento menor**

El ultimo financiamiento hace referencia al valor aproximado que se puede llegar a obtener como una mediana empresa, siendo la cantidad a financiar de \$385,604.51

Tabla 56: Financiamiento del 25%

Año	Pago de interés	Pago de fin de año	Pago al principal	Saldo
0	0	0	0	\$385,604.51
2024-2025	\$46,272.54	\$106,970.44	\$60,697.90	\$324,906.60
2025-2026	\$38,988.79	\$106,970.44	\$67,981.65	\$256,924.95
2026-2027	\$30,830.99	\$106,970.44	\$76,139.45	\$180,785.51
2027-2028	\$21,694.26	\$106,970.44	\$85,276.18	\$95,509.32
2028-2029	\$11,461.12	\$106,970.44	\$95,509.32	\$0.00

7.2.3 Ingresos

Los ingresos se obtuvieron mediante la cantidad de producto por el precio de venta, siempre tomando en cuenta los incrementos o variación anuales de sus respectivas unidades y precio.

Tabla 57: Ingresos anuales

Año	Costo de producto	Bolsas [25 Kg]	Costos Unitarios	Ganancias	Precio de ventas	Ingreso
2024-2025	\$471,527.30	25133	\$18.8	\$26.2	\$45.0	\$659,457.70
2025-2026	\$499,784.88	26653	\$18.8	\$29.0	\$47.7	\$772,160.30
2026-2027	\$532,310.25	29108	\$18.3	\$33.8	\$52.1	\$984,690.24
2027-2028	\$569,891.73	32736	\$17.4	\$41.2	\$58.6	\$1,348,815.98
2028-2029	\$613,317.24	37913	\$16.2	\$51.7	\$67.9	\$1,960,262.89

7.2.4 Evaluación financiera

7.2.4.1 Tasa mínima de rentabilidad aceptable (TMAR)

En el presente caso, se ha establecido una TMAR del 35% como criterio de decisión para el análisis financiero

7.2.4.2 Tablas de Estado de resultado

Se plantearon tres escenarios. El primero de un financiamiento del 70%; el segundo un financiamiento del 50% y el ultimo con financiamiento del 25%.

- **Primer escenario: Financiamiento de 70%**

Tabla 58: Estado de resultados con financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$659,457.70	\$772,160.30	\$984,690.24	\$1,348,815.98	\$1,960,262.89
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$137,247.42	\$218,566.22	\$393,551.31	\$712,693.40	\$1,962,786.62
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,272.54	\$38,988.79	\$30,830.99	\$21,694.26	\$11,461.12
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,594.58	\$7,721.60	\$9,846.90	\$13,488.16	\$26,528.88
Utilidad bruta		-\$60,970.42	\$21,353.93	\$194,054.68	\$506,399.72	\$1,736,143.34
Impuesto sobre la renta		-\$9,145.56	\$3,203.09	\$29,108.20	\$75,959.96	\$260,421.50
Utilidad neta		-\$5,265.68	\$63,092.40	\$220,448.27	\$515,954.59	\$1,034,654.42
Costos financieros en concepto de pago principal		\$60,697.90	\$67,981.65	\$76,139.45	\$85,276.18	\$95,509.32
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$385,604.51					
Flujos neto de efectivo	-\$165,259.07	-\$61,477.88	\$13,562.71	\$178,105.66	\$481,313.97	\$1,700,824.45

- Segundo escenario: Financiamiento de 50%

Tabla 59: Estado de resultado con financiamiento del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$659,457.70	\$772,160.30	\$984,690.24	\$1,348,815.98	\$1,960,262.89
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$153,605.85	\$235,873.81	\$412,409.99	\$733,855.81	\$1,987,243.31
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,051.81	\$27,849.14	\$22,022.14	\$15,495.90	\$8,186.51
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,594.58	\$7,721.60	\$9,846.90	\$13,488.16	\$26,528.88
Utilidad bruta		-\$31,391.26	\$49,801.17	\$221,722.21	\$533,760.49	\$1,763,874.64
Impuesto sobre la renta		-\$4,708.69	\$7,470.18	\$33,258.33	\$80,064.07	\$264,581.20
Utilidad neta		\$28,435.01	\$99,823.31	\$261,061.07	\$561,481.63	\$1,086,399.49
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,355.64	\$48,558.32	\$54,385.32	\$60,911.56	\$68,220.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$275,431.79					
Flujos neto de efectivo	-\$275,431.79	-\$14,556.47	\$61,433.28	\$227,527.33	\$533,039.37	\$1,755,844.13

- Tercer escenario: Financiamiento de 25%Valor

Tabla 60: Estados de resultados con financiamiento de 25%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta de colados		\$659,457.70	\$772,160.30	\$984,690.24	\$1,348,815.98	\$1,960,262.89
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$174,053.89	\$257,508.29	\$435,983.33	\$760,308.83	\$2,017,814.18
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,525.91	\$13,924.57	\$11,011.07	\$7,747.95	\$4,093.26
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,594.58	\$7,721.60	\$9,846.90	\$13,488.16	\$26,528.88
Utilidad bruta		\$5,582.68	\$85,360.22	\$256,306.62	\$567,961.46	\$1,798,538.76
Impuesto sobre la renta		\$837.40	\$12,804.03	\$38,445.99	\$85,194.22	\$269,780.81
Utilidad neta		\$70,560.86	\$145,736.95	\$311,827.08	\$618,390.42	\$1,151,080.84
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,677.82	\$24,279.16	\$27,192.66	\$30,455.78	\$34,110.47
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$137,715.90					
Flujos neto de efectivo	-\$413,147.69	\$44,095.29	\$121,271.49	\$289,304.40	\$597,696.12	\$1,824,618.73

7.2.4.3 Valor presente neto (VPN)

El VPN funciona como un parámetro financiero que determina la viabilidad económica de una iniciativa, mostrando el excedente o déficit en valor actual una vez recuperado el desembolso inicial bajo la TMAR establecida.

Un resultado positivo confirma que los beneficios superan la inversión, recomendando su ejecución, mientras que uno negativo indica insuficiencia de retornos, obligando a descartar el proyecto.

En la tabla adjunta se exhiben los cálculos generados mediante la herramienta VNA de Excel mediante la ecuación 4. Aplicando una TMAR del 35% a los tres casos de estudio planteados, evidenciando así su comportamiento financiero.

$$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1 + TMAR)^n} + \frac{VS}{(1 + TMAR)^n} \quad (4)$$

Tabla 61: *Valor Presente Neto (VPN)*

Alternativa	VPN	Conclusión
Financiamiento 70%	\$291,295.09	Rentable
Financiamiento 50%	\$290,391.66	Rentable
Financiamiento 25%	\$289,262.37	Rentable

En el escenario con mayor participación de financiamiento externo (70%), el Valor Presente Neto alcanza \$291,295.09, lo que demuestra que el proyecto mantiene su capacidad generadora de valor incluso con un alto componente de capital ajeno. Este resultado positivo indica que los flujos futuros compensan ampliamente tanto la inversión inicial como los costos asociados a este nivel de financiación.

Para la alternativa de financiamiento equilibrado (50%), el VPN registra \$290,391.66. Aunque se presenta una reducción mínima frente al caso anterior, el resultado favorable sigue respaldando la viabilidad económica de la iniciativa, ofreciendo una opción intermedia que combina recursos propios y externos.

En cuanto al escenario más conservador (25% de financiamiento), el análisis arroja un VPN de \$289,262.37. Si bien es el valor más bajo de los tres casos evaluados, su naturaleza positiva confirma que el proyecto sigue siendo rentable incluso con una estructura de capital basada principalmente en fondos propios, aunque con un margen de retorno más limitado.

Esta comparativa revela que la rentabilidad del proyecto se mantiene en todos los niveles de financiamiento analizados, siendo la decisión final función de la política financiera que se desee adoptar y del perfil de riesgo que los inversionistas estén dispuestos a asumir.

7.2.4.4 Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es el porcentaje que hace que el Valor Presente Neto de un proyecto sea igual a cero, representando el punto de equilibrio donde los ingresos descontados igualan la inversión inicial. Este indicador determina la viabilidad del proyecto al compararse con la TREMA del 35%, por medio de la ecuación 5, se obtiene el valor de la TIR.

$$TIR = \sum_{n=1}^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{VS}{(1+i)^n} \quad (5)$$

- Si la $TIR > TREMA$ se acepta la inversión.
- Si la $TIR < TREMA$ se rechaza la inversión.
- Si la $TIR = TREMA$ la decisión depende del inversionista.

Tabla 62: Tasa Interna de Retorno (TIR)

Alternativa	TIR	Conclusión
Financiamiento 70%	73%	Rentable
Financiamiento 50%	66%	Rentable
Financiamiento 25%	60%	Rentable

7.2.4.5 Relación beneficio-costo

Para el cálculo de la relación beneficio costo se hizo uso de la ecuación 6:

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{\text{Ingresos}}{(I_0 + \text{Costos Totales})} = \frac{VPN - (-I_0)}{I_0} \quad (6)$$

Al realizar los cálculos correspondientes con la ecuación planteada se generó la siguiente tabla, en la cual si la relación beneficio/costo es mayor que la unidad se acepta el proyecto.

Tabla 63: Relación beneficio-costo

Alternativa	Ingresos \$	VPN \$	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$165,259.07	\$291,295.09	2.76
Financiamiento 50%	\$275,431.79	\$290,391.66	2.05
Financiamiento 25%	\$413,147.69	\$289,262.37	1.70

7.2.4.6 Periodo de recuperación

El período de recuperación no es más que el tiempo en el que se planea recuperar la inversión de la empresa.

Se determinó que para el financiamiento del 70%, el costo total de inversión se recuperaría en 2 año, 8 meses y 2 días; consecutivamente, para el financiamiento del 50% la recuperación de inversión sería en 4 año, 5 meses y 24 días; por último, para un financiamiento del 30% el período de recuperación tomaría 9 años, 4 meses y 13 días.

7.2.4.7 Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio permite determinar el nivel mínimo de producción y ventas necesario para cubrir la totalidad de los costos operativos, tanto fijos como variables, sin generar pérdidas ni ganancias.

Esta herramienta financiera, aunque presenta limitaciones en su aplicación práctica, resulta fundamental para establecer los parámetros básicos de rentabilidad mediante la ecuación clásica que relaciona los costos fijos con el margen de contribución unitario, proporcionando así un referente claro sobre la viabilidad operativa del proyecto. Los valores se obtuvieron por medio de la ecuación 7.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de Venta} - \text{Costo Unitario}} \quad (7)$$

A continuación, se presenta la **Tabla 63**, **Tabla 64** y **Tabla 65** con los puntos de equilibrio comprendido en cada año operacional del proyecto, tomando un financiamiento de 70%, 50% y 30% respectivamente.

Tabla 64: *Punto de equilibrio para financiamiento del 70%*

Año	Punto de equilibrio en saco de yeso parís
2024-2025	5030
2025-2026	4482
2026-2027	3843
2027-2028	3232
2028-2029	2717

Tabla 65: *Punto de equilibrio para financiamiento del 50%*

Año	Punto de equilibrio en saco de yeso parís
2024-2025	4526
2025-2026	4524
2026-2027	4619
2027-2028	4839
2028-2029	5229

Tabla 66: *Punto de equilibrio para financiamiento del 25%*

Año	Punto de equilibrio en saco de yeso parís
2024-2025	3896
2025-2026	3994
2026-2027	4200
2027-2028	4544
2028-2029	5073

7.2.5 Análisis de sensibilidad

El estudio de sensibilidad permite evaluar cómo responde la rentabilidad del proyecto ante variaciones en sus parámetros clave, analizando el impacto que generan posibles incrementos en los costos operativos, disminuciones en los ingresos proyectados o la combinación de ambos escenarios adversos. Esta metodología resulta fundamental para identificar los factores más críticos que podrían afectar la viabilidad económica de la iniciativa.

- Para incrementos totales de costo de producción del 5%,10% y 15%.

Tabla 67: *Incremento del 5% de costo totales de producción*

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$221,399.66	62%	1 año, 5 meses y 18 días	2.33
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$220,269.69	57%	4 años y 6 meses	1.79
Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$218,857.22	53%	-----	1.53

En la **Tabla 68**. Se observa que el proyecto es particularmente vulnerable a incrementos en los costos de producción, como evidencia la notable reducción del Valor Presente Neto (VPN) al simular estos escenarios.

Los resultados demuestran que esta sensibilidad se intensifica progresivamente cuando disminuye el porcentaje de financiamiento externo, indicando que la estructura de capital con menor financiamiento ofrece menor protección contra fluctuaciones en los costos operativos. Esta relación inversa entre el nivel de financiamiento y la resistencia a variaciones de costos constituye un hallazgo clave para la evaluación de riesgos del proyecto.

Tabla 68: Incremento del 10% de costo totales de producción

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$151,504.22	53%	1 año, 28 día	1.90
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$150,147.71	50%	2 año y 6 meses	1.54
Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$148,452.08	47%	8 años y 5 meses	1.35

El estudio revela que al aumentar un 10% los costos totales de producción, el proyecto muestra pérdidas significativas en su Valor Presente Neto (VPN), especialmente cuando se utiliza la menor proporción de financiamiento externo disponible. Este comportamiento demuestra que la estructura financiera con mayor dependencia de capital propio resulta más susceptible a variaciones en los costos operativos, presentando una disminución más pronunciada en su rentabilidad proyectada ante estos escenarios adversos.

Tabla 69: Incremento del 15% de costo totales de producción

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	B/C
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$81,608.79	44%	9 meses y 29 día	1.48
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$80,025.74	43%	1 año, 10 meses	1.28
Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$78,046.94	41%	4 años, 4 meses y 15 día	1.18

Aunque los tres escenarios mantienen un VPN positivo con el incremento del 15% en costos, el proyecto opera cerca de su límite de riesgo: cualquier aumento adicional en los costos de producción podría reducir drásticamente la rentabilidad, acercando el VPN a valores negativos o incluso por debajo de la TMAR. Esto revela una vulnerabilidad crítica, especialmente en

el escenario con menor financiamiento (25%), donde el margen de seguridad es más estrecho.

- Para una reducción en la obtención de ingreso en un 5%

Tabla 70: Reducción del 5% del total de ingreso en ventas

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$212,254.98	62%	1 año y 9 meses	2.28
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$211,351.55	57%	5 año y 10 meses	1.77
Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$210,222.26	53%	-----	1.51

Los resultados muestran que una disminución del 5% en los ingresos afecta diferencialmente los tres escenarios de financiamiento: mientras el financiamiento al 70% presenta una reducción del 12% en el VPN (el impacto más significativo), las alternativas al 50% y 25% muestran disminuciones menores (9% y 8% respectivamente). Sin embargo, es importante destacar que todos los casos mantienen su rentabilidad dentro de parámetros aceptables.

Cabe señalar que reducciones superiores al 15% en los ingresos podrían llevar al proyecto a situaciones críticas, especialmente en el escenario con mayor financiamiento externo, donde la sensibilidad del VPN se acentúa.

Tabla 71: Reducción del 10% total de ingreso en ventas

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$133,214.87	52%	1 año, 3 meses y 15 días	1.81
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$132,311.44	49%	3 años y 5 meses	1.48
Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$131,182.14	46%	-----	1.32

Los resultados presentados en la Tabla muestran que los tres escenarios de financiamiento mantienen su viabilidad económica ante una disminución del 10% en los ingresos, aunque con márgenes de seguridad diferenciados.

Sin embargo, el análisis proyecta que, si la reducción de ingresos superara el 15%, el proyecto comenzaría a presentar fluctuaciones críticas que comprometerían su factibilidad, especialmente en el escenario con mayor financiamiento externo (70%), donde la sensibilidad a variaciones en los ingresos es más pronunciada.

Tabla 72: Reducción del 15% total de ingreso en ventas

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295.09	73%	\$54,174.76	42%	1año y 14 días	1.33
Financiamiento 50%	\$290,391.66	66%	\$53,271.32	40%	5 años y 10 días	1.19

Financiamiento 25%	\$289,262.37	61%	\$52,142.03	39%	-----	1.13
--------------------	--------------	-----	-------------	-----	-------	------

El análisis de rentabilidad revela que, bajo las condiciones actuales, los tres niveles de financiamiento mantienen su viabilidad económica al superar la TMAR del 35%, aunque con diferentes márgenes de seguridad.

El financiamiento al 70% presenta la mayor solidez con una TIR del 42%, lo que representa un margen de 7 puntos porcentuales por encima del mínimo requerido, demostrando su capacidad para absorber mejor posibles fluctuaciones adversas.

La opción intermedia del 50% de financiamiento alcanza una TIR del 40%, ofreciendo un equilibrio aceptable entre riesgo y rentabilidad, mientras que el escenario más conservador con 25% de financiamiento, aunque viable con su TIR del 39%, muestra el margen más ajustado de apenas 4 puntos sobre la TMAR, lo que lo hace más vulnerable ante cambios negativos en las condiciones del proyecto. Esta gradación de resultados confirma que, si bien todas las alternativas son financieramente aceptables, la estructura con mayor proporción de financiamiento externo proporciona la mayor estabilidad y capacidad de resistencia ante posibles escenarios adversos.

- **Para un incremento del 15% del costo total de producción y 15% en reducción total de ingreso por ventas.**

La tabla adjunta muestra el análisis comparativo de los tres escenarios de financiamiento 25%, 50% y 70%, bajo condiciones combinadas de estrés financiero: un incremento del 5% en los costos totales de producción junto con una reducción del 15% en los ingresos por ventas.

Tabla 73: *Incremento de 15% en los costos totales de producción y reducción del 15% total de ingresos en ventas*

Financiamiento	VPN	TIR	VPN-AS	TIR-AS	Tiempo de recuperación	R(B/C)
Financiamiento 70%	\$291,295	73%	-\$10,652.26	33.8%		0.94
Financiamiento 50%	\$290,391.7	66%	-\$11,782.24	33.83%		0.96
Financiamiento 25%	\$289,262.3	61%	-\$13,194.70	33.90%		0.97

El análisis de sensibilidad revela que el proyecto mantiene su viabilidad económica ante variaciones moderadas en sus parámetros financieros. Cuando se considera un incremento del 5% en los costos de producción junto con una reducción del 5% en los ingresos por ventas, se observa que los tres escenarios de financiamiento presentan TIR significativamente superiores a la TMAR del 35%. Específicamente, el financiamiento al 70% alcanza una TIR del 52%, mientras que las opciones al 50% y 25% registran valores de 49% y 47% respectivamente, demostrando un amplio margen de seguridad en estas condiciones.

Al aumentar las variaciones al 10% tanto en costos como en ingresos, si bien se produce una disminución en los indicadores de rentabilidad, el proyecto continúa siendo viable en todas sus modalidades de financiamiento. En este escenario, la TIR se sitúa en 43% para el financiamiento al 70%, 42% para el 50% y 40% para el 25%, lo que indica que, aunque los márgenes se reducen, todos los casos siguen superando el umbral mínimo de rentabilidad establecido.

Sin embargo, el análisis muestra un punto de inflexión crítico cuando las variaciones alcanzan el 15% tanto en costos como en ingresos. En esta situación extrema, los tres escenarios de financiamiento presentan TIR que caen por debajo de la TMAR, con valores de 33.8% para el 70%, 33.83% para el 50% y 33.9% para el 25%. Estos resultados evidencian que, bajo estas condiciones adversas, el proyecto perdería su viabilidad económica independientemente de la estructura de financiamiento seleccionada, lo que subraya la importancia de establecer mecanismos de control y mitigación para estos riesgos operativos y comerciales.

Para mayor información respecto a los estados de resultados con las incorporaciones aplicadas se recomienda visualizar las tablas de estado de resultados en ANEXOS

7.3 Cuantificaciones de emisiones de CO₂

7.3.1 Sector energía

Según el balance energético nacional del año 2022, información obtenida en la página oficial del Ministerio de Energía y Minas (MEM) encargado de realizar el procesamiento y análisis de informaciones obtenida de las diferentes instituciones, empresas y agentes del sector energético.

Presenta la matriz energética del año 2022. Por lo que la producción de energía primaria son aquellas fuentes que son aprovechadas en estado natural sin sufrir transformación, ascendió a 1993.1 Ktep en el año 2022, En el país las energías primarias son utilizadas, de forma directa como en el caso de la biomasa (Leña, bagazo de caña, cascarilla de granos y residuos de madera), aprovechamiento de la energía hidráulica, eólica y solar; o después de un proceso de extracción como la energía geotérmica.

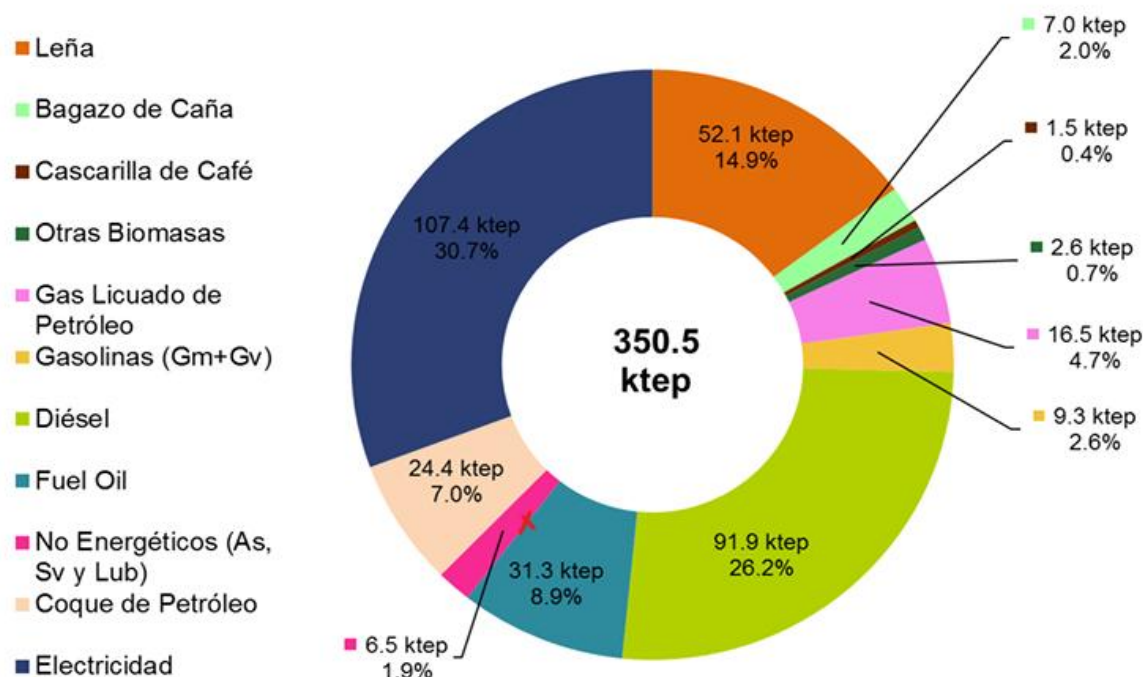
Se calcula que la energía interna bruta del país, que es la cantidad de energía disponible en el país, sin considerar la energía producida en las centrales de transformación. En el año 2022 la oferta interna bruta fue de 3596.4 Ktep.

Los centros de transformación, se refieren a los sitios donde los energéticos se modifica en procesos especiales, produciendo un energético diferente, En el país los centros de transformación contabilizados son.

La energía suministrada a los centros de transformación(c): Refinería de petróleo, centrales eléctricas (incluyendo auto productores) y pequeñas carboneras. La energía suministrada a los centros de transformación fue de 1772.4 Ktep. Con esta energía se produjo un total de 1107.4 Ktep, las cuales 665 Ktep fueron perdidas de transformación, es decir 62.5%

La demanda final, se refiere a la energía consumida por los sectores de consumo para la satisfacción de las necesidades energéticas. La siguiente imagen muestra el flujo de electricidad en GWh.

Figura G: Consumo de energía del sector industrial



En la cual se presenta la cantidad de energía eléctrica para cada sector, en caso particular nos interesa obtener el valor de generación de cada central eléctrica y su valor de energía final para los sectores, con el fin de generar un mix eléctrico de las emisiones generadas por el consumo eléctrico de la empresa solo de las etapas o equipos de producción independiente de los equipos de cómputo, oficina, etc.

Se puede observar que cada centro de transformación posee su respectivo consumo propio de la energía generada, a su vez perdida en la transformación de energéticos, por lo que realizando una comparativa entre las fuentes renovables y no renovables, según el balance existe un aumento de la energía no renovable de 51.43% este aumento se debe de que ciertas centrales de fuentes renovables entran en mantenimiento y se para la producción de transformación de energéticos, por lo que el porcentaje de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables pasado por centrales de transformación de energéticos es de 48.57%.

En paralelo según proyecciones de para los próximos años se tienen porcentajes en aumentos de fuentes renovables por lo que para el año 2028, se prevé un 58% y 42% de no renovable, otras proyecciones según la matriz de generación del 2035%, se estima un 65% para fuentes renovables y 35% para fuentes no renovables. En el caso de los autoprodutores se refieren a empresas que consumen biomasa 96.2% y aprovechan el 3.8% de energía hidráulica.

7.3.2 Método de estimación

7.3.2.1 Emisiones en el proceso de producción de yeso parís

El método de obtención de los factores de emisión se puede adaptar según sea un estudio de emisiones directas o indirecta en el acápite anterior se habla del sector energético del país lo que se refiere a la capacidad de energía eléctrica generada por las centrales eléctricas por transformación, combustión de fuentes primarias y secundarias.

Se debe de entender que este estudio es una cuantificación estimada de emisiones indirectas según bibliografías consultadas donde existen etapas de reducción de tamaño y secado expresan las emisiones de dióxido de carbono como Kg CO₂/ kWh, estos valores poseen concordancia con el consumo de energía consumida por tiempo de operación, en el apartado de ANEXO. Se explica el cálculo de la energía necesaria para cada equipo como primera etapa de reducción de tamaño siendo esto de 125 mm a 1 mm, se necesita un consumo de 6.77 kWh, para la segunda etapa con reducción de 1mm a 75µm se consume 23.67 kWh. En caso de tamizado posee un consumo de 4.5 kW por tamiz, generando alrededor de 9 kWh. Por lo cual los factores que se atribuyen para operaciones de reducción de tamaño se tomaron los factores usados en la investigación realizada por L. Espinoza-Pérez, O. Burciaga-Díaz y J. Escalante-García (2024), titulada *“Mechanochemical activation of waste glass in alkaline composite cements with blastfurnace slag: A sustainable approach to recycling”*. En el cual se tomaron factores de emisiones para etapas de reducción de tamaño de 0.665 Kg CO₂/kWh.

Con respecto a las emisiones de la etapa de secado, como tal no es un factor como los anteriores en Kg CO₂/ kWh, la investigación *“Carbón footprint analysis of calcined gypsum production in the Czech Republic”*, compara dos tipos de yeso calcinados, yeso natural (mineral) y yeso residuos, que es producto de un proceso desulfuración de gases de combustión (FGD), estos valores obtenidos se compararon con el cemento portland. Los datos de emisiones son proporcionados por empresa en las cuales poseen etapas de calcinación de yeso (CaSO₂·2H₂O), por lo que se obtuvo una proporción por cada 1000 Kg de yeso calcinado se produjo 140.7 Kg de CO₂. Por lo que se usara dicho valor para obtener las emisiones a partir de material procesado.

Para el caso de las emisiones de CO₂, causadas en la etapa de lavado, se analizaron las emisiones indirectas por la transformación de energéticos y el factor de emisión por la quemas de fuentes como diésel, fuel oil, bagazo de caña, otras biomasa y leña, estas fuentes son suministrada a centrales térmicas y centrales térmicas de biomasa, cabe aclarar que los factores de estas fuentes poseen incertidumbres del ±7%, Estos valores son los usados por el MARENA en la documentación *“Cuarto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero Republica de Nicaragua 2015”*, el cual utiliza factores de emisión y la metodología de la *“Directrices de IPPC 2006”*.

Por lo que desde un inicio de este estudio se estableció una cuantificación estimada, las emisiones van desde el inicio de las emisiones causadas por la transformación de energético, las energías renovables como tal no generan un factor de emisión, aunque

se le atribuye un factor de emisiones a estas centrales, por el tiempo de construcción y los insumos utilizados en la construcción de las centrales eléctricas de transformación de energéticos. Luego se suman las emisiones causadas por las plantas térmicas y térmicas de biomasa, la siguiente **Tabla 74**, presenta la cantidad de plantas eléctricas en el país.

Contabilización de las plantas eléctricas en Nicaragua 2022

Tabla 74: Contabilización de las plantas eléctricas en Nicaragua 2022

Fuente de emisión	Cantidad
Plantas Solares	9
Pantas de Biomasa	4
Planta Eólicas	4
Plantas Geotérmica	2
Plantas Hidroeléctrica	33
Planta Térmicas	23

El protocolo de gases de efecto invernadero de la secretaria de medio ambiente y recursos naturales de México, establece que por transformación de energéticos en las plantas eléctricas se emiten alrededor de 0.2 t/ mWh. Lo que realmente se le atribuye a la este factor es por las emisiones causadas en la construcción de estas. En la **Tabla 75**, presenta la cantidad total de emisiones por centro de transformación.

Tabla 75: Total de emisiones causadas por centros de transformación

Fuente de emisión	Cantidad	Factor [T/mWh]	Emisión [kg/kWh]
Plantas Solares	9	0.2	1.8
Pantas de Biomasa	4	0.2	0.8
Planta Eólicas	4	0.2	0.8
Plantas Geotérmica	2	0.2	0.4
Plantas Hidroeléctrica	33	0.2	6.6
Planta Térmicas	23	0.2	4.6

En el **Anexo** del acápite emisiones de CO₂, se expresan los cálculos correspondientes y los factores de conversión para Tn CO₂ Equivalente/ kWh a Kg CO₂ Equivalente/ kWh. Las plantas solares fotovoltaica, Biomasa, Eólicas, Geotérmicas, Hidroeléctricas, no generan transformación como tal, el único factor asociado es por los centros de transformación, pero en el caso de las centrales que son alimentadas por fuentes como las térmicas de biomasa con leña, otra biomasa, bagazo de caña. Para el caso de las fuentes como diésel y fuel oil se realizó un promedio entre los factores de emisión

diésel y fuel oil se generó un promedio entre ambos valores, un caso particular a la realización de los cálculos para obtener estos valores fue el hecho que las directrices denotan factores en Kg CO₂/ TJ, el cálculo de las conversiones de unidades de Kg CO₂/ TJ a Kg CO₂/ kWh, se encuentra en el anexo, acápite cuantificación de emisiones

de CO₂. La **Tabla 76** y **Tabla 77** establece los valores de emisiones correspondiente para la plantas térmicas y térmicas mixta (biomasa, fuel oil y diésel).

Tabla 76: *Factor promedio de fuentes de centrales térmicas de biomasa*

Fuente	Factor [kg CO ₂ /TJ]	Factor [kg/kWh]
Diesel	74100	0.26676
Fuel Oil	77400	0.27864
Leña	112000	0.4032
Otras Biomasa	112000	0.4032
Bagazo de caña	20.8	0.00007488
Promedio		0.270

Tabla 77: *Factor promedio de fuentes de centrales térmicas*

Fuente	Factor [kg CO ₂ /TJ]	Factor [kg/kWh]
Diesel Oil	74100	0.2667
Fuel Oil	77400	0.27864
Promedio		0.273

Para la obtención del factor para el equipo de lavado se sumarán el valor promedio generado por la quema de las fuentes de las plantas térmicas-Biomasa, generando así la **Tabla 78**.

Tabla 78: *Factor de emisión en generación de energía*

Central	Factor de centrales [kg CO ₂ / kWh]	Factor de generación [kg CO ₂ / kWh]
Plantas Solares	1.8	-----
Plantas Hidroeléctricas	6.6	-----
Planta Eólicas	0.8	-----
Plantas Geotérmica	0.4	-----
Plantas de Biomasa	0.8	0.270
Planta Térmicas	4.6	0.273

Cada centro de transformación produce cierta cantidad de energía eléctrica la cual se distribuye en diferentes sectores, por lo que se determinó el porcentaje que aporta cada centro de transformación, generando una mejor exactitud en los cálculos para la obtención de un factor unitario el cual se podrá usar en cualquier actividad que esté relacionada con el consumo de energía eléctrica, obteniendo las emisiones de CO₂, por lo que se podrá calcular otras emisiones por consumo de energía eléctrica. Esto se realizó desde el punto de vista que en un GWh está constituido por: 0.0066 GWh de energía solar, 0.1561 GWh de energía hidroeléctricas, 0.1423 GWh de energía eólica, 0.1740 GWh geotérmica, 0.1471 GWh energía térmicas por biomasa, 0.3733 GWh de energía térmica alimenta por diésel y fuel oil. Dichos valores se encuentran en la **Tabla 79**.

Tabla 79: Factor unitario promedio

Central Eléctrica	Factor [kg CO ₂ / kWh]	Porcentajes	Factor Unitario [kg CO ₂ / kWh]
Térmica	4.8727	37.39%	1.822
Térmica Biomasa	1.07	14.71%	0.157
Plantas Solares	1.8	0.66%	0.012
Planta Eólicas	0.8	14.23%	0.114
Plantas Hidroeléctrica	6.6	15.61%	1.030
Plantas Geotérmica	0.4	17.40%	0.070
Total			0.534

En la segunda columna con respecto a los valores de plantas térmicas y de biomasa se realizó la suma correspondiente de las emisiones causadas por la construcción en un tiempo “t” y las emisiones causadas por el consumo de fuentes como leña, bagazo de caña, otras biomasas, diésel y fuel oil

Con el valor del factor unitario se podrá realizar la conversión para obtener las emisiones causadas por el consumo de energía eléctrica de equipos de producción. La obtención de las emisiones se realizó por medio de la ecuación 8, planteada por la directrices IPCC.

$$Emisiones\ de\ CO_2 = (Factor_{emisión}) \bullet (Consumo_{eléctrico}) \quad (8)$$

Tabla 80: Emisiones de CO₂ del proceso de producción

Equipos	Consumo [kWh/día]	Factor de emisión [kg/KWh]	Emisiones CO ₂ [kg CO ₂]
Trituradora de mandíbula	13.54	0.655	8.87
Molino de bolas	83.195	0.655	54.49
Tamiz	9.0	0.655	5.895
Horno de secado	13.35	-----	562.8
Lavadora	9.9	0.534	5.288
Total			637.3446

Para el proceso de secado, se establece que 1 tonelada de yeso calcinado genera 140.7 kg de CO₂, por lo que una producción de 4 toneladas emitiría 562.8 kg de CO₂. Incluso considerando el proceso completo de producción de yeso cerámico, que emite 637.34 kg de CO₂ por 4 toneladas, por lo que por cada tonelada de yeso paris se emiten 159.34 kg. Al comparar estas cifras con las emisiones del proceso de

producción de cemento (Cemex 2023), donde 1 tonelada genera 507 kg de CO₂, se observa que las emisiones del yeso son notablemente inferiores.

7.3.2.2 Emisiones de CO₂ por extracción de mineral del yacimiento.

Con respecto a las emisiones causadas por la extracción de mineral de yeso, la información del consumo de energía eléctrica y consumó de diésel no se logró obtener. Por lo que los valores correspondiente para las emisión de estas actividades se fundamentan por medio de aproximaciones y datos de otros yacimiento, información extraída del documento de “CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA 2014)”, donde se aborda temas de la viabilidad ambiental del reciclaje del yeso, en caso de las necesidades de nuestro estudio nos centramos en la cantidad de emisiones causadas por la extracción de variantes de la roca aljez, siendo espato satinado y selenita, generalmente la extracción se realizan en yacimientos a cielo abierto el cual, la materia prima es la roca aljez, según el Ministerio de Energía y Minas (MEM), existe una producción anual de yeso en el 2023 de 53,110 Tm. De lo cual no se contabiliza la cantidad de selenita y espato satinado por lo que una aproximación en canteras para variantes como selenita y espato satinado ronda 1.2–1.5%, generando un valor medio de 1.35% que representa 716.985 Tm de variantes, por lo que la extracción total entre roca aljez y variantes seria 53,826.985 Tm de mineral de yeso.

Al ser una cuantificación estimada de emisiones de CO₂, con respecto a variantes de yeso, no se plantea realizar las estimaciones globales, por lo que el valor de extracción usado será el 716.985 Toneladas métricas valor de referencia de la extracción de variantes. En la **Tabla 81**, se presenta cofactores de emisión en las etapas de extracción de mineral.

Tabla 81: Cofactores de emisión en la extracción del mineral de yeso

Extracción 2023 [Tm]	Consumo Electricidad [kWh/T]	Consumo Diesel [kWh/Tm]	Consumo Fuel Oíl [kWh/Tm]
716.985	1.02	5.86	0.68

La primera casilla está en unidades de toneladas métricas por lo que realizando una proporcionalidad 1.102311 Tn = 1Tm, por lo que el valor de producción en Toneladas seria 790.340 Tn, por otro lado, se puede observar que las unidades de los cofactores poseen las unidades invertidas.

Por lo que según las directrices IPCC, las unidades debería ser kg CO₂ eq/ kWh, es acá donde se realiza el uso del factor de emisión unitario obtenido para equipos eléctricos, al ser un factor obtenido a través de matriz energética, el valor seria:

$$1.02 \frac{KWh}{Tn \text{ Yeso}} \times 0.534 \times \frac{Kg \text{ CO}_2 \text{ eq}}{KWh} \times \frac{1 Tn \text{ CO}_2 \text{ eq}}{1000 Kg \text{ CO}_2} \times 790.340 Tn \text{ Yeso} = 0.43048 Tn \text{ CO}_2$$

Por lo que realizando una comparación por 790.340 Tn de mineral se produce 0.4304 Tn CO₂, es decir que 1 Tn de mineral produce alrededor de 107.6205 Kg de CO₂, siendo un valor considerable para la cantidad de extracción.

Dicho valor corresponde a la energía eléctrica usada en la extracción, sin agregar el transporte de la etapa de descarga. Las emisiones por dichas actividades se presentan en la **Tabla 82**.

Tabla 82: Emisiones totales en la extracción de yeso mineral

Extracción [Tm]	Emisiones por electricidad [Tn CO ₂]	Emisiones por diésel [Tn CO ₂]	Emisiones por Fuel Oíl [Tn CO ₂]
790.340	0.4306	2.4739	0.2871
Total		3.1916	

Se puede observar que el valor más alto es con respecto a las emisiones por el uso de maquinaria por combustible diésel, genera un total de 2.4739 Tn CO₂ equivalentes, este factor es un valor aproximado el cual posee incertidumbres del $\pm 7\%$. Es un valor alto debido al alto consumo en las actividades como equipos como buldócer, excavadoras, retroexcavadoras, excavadora con martillo, equipos que dependiendo de las especificaciones del fabricante consumirán cantidades exorbitantes de combustibles por las operaciones realizadas.

Emisiones de CO₂ por transporte de materia prima

Una vez realizado las emisiones del proceso de producción y del proceso de extracción es necesario obtener las emisiones causadas por el transporte de materia prima del yacimiento hacia la pyme. Se posee información con respecto al gasto de combustible de los camiones HINO y monta carga en el apartado para estudio técnico se generó el gasto de combustible necesario para obtener el costo de consumó de diésel para el

Tabla 83: Consumo de combustible

Vehículo	Consumo medio [L]	Consumo por semana [L]	Consumo por Año [L]
Montacarga	2.75	11	242
Camión Hino	5.3	42.4	932.8

Un factor de la emisión aproximada del 2024 establece que por cada litro de consumo de combustible diésel genera 2,613 Kg CO₂ equivalentes, por lo que sería necesario el dato de distancia recorrida.

Tabla 84: Distancia recorrida por semana

Vehículo	Viajes	Distancia [Km]	Recorrido [Km]
Camión A	4	3	12
Camión B	3	3	9

En la siguiente **Tabla 85**, presentan el consumo medio de combustible para cada vehículo, con lo cual se realizará la obtención de los datos de emisiones por transporte.

Tabla 85: *Consumo y factor de emisión de combustible diésel*

Vehículo	Consumo medio [L/Km]	Recorrido [Km]	Factor [Kg CO2/L]
Montacarga	4.5	2	2.613
Camión Hino A	5.65	12	2.613
Camión Hino B	5.65	9	2.613

Realizando los cálculos correspondientes que se encuentran en el apartado de Anexo, acápite. Cuantificaciones de Emisiones de CO₂. La **Tabla 86**, Presenta el total de emisiones de CO₂.

Tabla 86: *Emisiones de CO₂ por transporte de materia prima*

Vehículo	Emisiones [kg CO2/semana]	Emisiones [kg CO2/Ciclo]
Montacarga	1.161	30.195
Camión Hino A	5.550	144.293
Camión Hino B	4.162	108.220
Total	10.873	282.708

Por lo que realizando un recuento de las tres etapas en el estudio de cuantificación de emisiones de CO₂, se tomaron valores con los cuales resulto ser una cuantificación estimada generando incertidumbres del ± 7 , para obtener un mejor valor de emisiones se podría contar con información directas de las empresas para generar valores más acertados.

Tabla 87: *Cuantificaciones estimada de emisiones de CO₂*

Etapas	Emisiones [kg CO2/día]	Emisiones [Tn CO2/día]	Emisiones [Kg CO2/Año]	Emisiones [Tn CO2/Año]
Extracción del mineral	3191.567	3.192	491501.289	491.501
Transporte de Mp	10.8730	0.01087	1674.442	1.6744
Proceso de producción	637.3446	0.63734	98151.063	98.151
Total	3839.784	3.840	591326.794	591.327

7.4 Discusión de los resultados

7.4.1 Estudio Técnico

- Determinación de la viabilidad técnica para el desarrollo del proceso productivo. El análisis de viabilidad técnica para la producción de yeso paris a partir de minerales como selenita y espato satinado comprendió varias etapas. Primero, se estudió y estandarizó el proceso artesanal tradicional para identificar los factores críticos que afectan la calidad del producto final. Con estos resultados como base, se rediseñó y escaló el proceso productivo, evaluando diferentes alternativas de maquinaria y equipos acordes a la capacidad operativa planeada para la planta. Todos estos aspectos técnicos se desarrollan con mayor detalle en la sección de Estudio Técnico.

7.4.2 Estudio Económico

- **Cuantificación de la inversión y costo de operación**

Por medio de los cálculos de los costos para la puesta en marcha de la Pyme, se determinó un capital de trabajo de \$81,286.63 y una inversión fija de \$469,576.95, esto fue detallado en el apartado de Estudio Financiero, lo cual posee una relación con los requerimientos técnicos determinados en el Estudio Técnico.

- **Determinación de la rentabilidad mediante las distintas metodologías de evaluación de proyecto que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo y confirmación a través de un análisis de sensibilidad.**

Los tres escenarios de financiamiento propuestos demuestran la viabilidad del proyecto evaluados a través de la VPN, la TMAR y TIR, además de la relación beneficio/costo. Se realizó un análisis de sensibilidad para estos escenarios considerando posibles variaciones.

7.4.2.1 Análisis de sensibilidad

A. Aumento de costos operativos

El análisis de los datos revela que los tres niveles de financiamiento, mantienen la viabilidad del proyecto, evidenciado por los valores positivos del VPN y las altas tasas TIR que superan ampliamente la TMAR del 35%. Sin embargo, se observa que el esquema con 70% de financiamiento presenta la mayor robustez, ya que no solo registra los valores absolutos más altos en condiciones normales para el VPN y una TIR del 62% cuando se incrementan los costos. Esta superioridad se refuerza al considerar que posee la mejor relación beneficio-costo (2.33), lo que indica un uso más eficiente de los recursos. Por el contrario, aunque el financiamiento al 25% sigue siendo viable, su menor margen de seguridad (VPN de \$218,857 y TIR del 53% en escenarios adversos) lo hace más vulnerable a fluctuaciones adicionales, situación que se refleja en su relación beneficio-costo más baja (1.53).

Estos resultados demuestran claramente que, si bien todas las opciones son financieramente aceptables, la estructura con mayor participación de financiamiento externo ofrece ventajas significativas en términos de estabilidad y capacidad de respuesta ante posibles incrementos en los costos operativos.

B. Reducción de ingresos por ventas

El análisis de los tres escenarios de financiamiento, revela una progresión clara en la vulnerabilidad del proyecto ante reducciones en los ingresos. Con una disminución del 5%, aunque todos los casos mantienen rentabilidad, el financiamiento al 70% muestra mayor sensibilidad con una caída del 12% en el VPN, mientras que las opciones al 50% y 25% presentan reducciones menores del 9% y 8% respectivamente. Al incrementar la reducción al 10%, la viabilidad se preserva, pero los márgenes de seguridad comienzan a estrecharse, especialmente para el esquema del 70% que evidencia mayor volatilidad. El punto crítico se alcanza con reducciones del 15%, donde, aunque las TIR (42%, 40% y 39%) superan la TMAR del 35%, los márgenes se vuelven ajustados, particularmente en el financiamiento al 25% que apenas supera por 4 puntos el mínimo requerido. Esta gradación demuestra que, si bien el proyecto resiste fluctuaciones moderadas, el esquema con 70% de financiamiento ofrece la mayor estabilidad al combinar los mejores indicadores absolutos con mayor capacidad de amortiguar impactos adversos, mientras que el 25% resulta significativamente más vulnerable ante escenarios críticos.

C. Incremento de costo de producción y disminución de ingreso simultáneos

El análisis de sensibilidad ante incrementos en los costos de producción y reducción simultánea en los ingresos por ventas revela que el proyecto mantiene su viabilidad financiera hasta cierto umbral. Para variaciones combinadas del 5%, todos los escenarios de financiamiento (70%, 50% y 25%) muestran TIR significativamente superiores a la TMAR del 35%, con valores de 52%, 49% y 47% respectivamente, manteniendo además VPN positivos. Al aumentar las fluctuaciones al 10%, si bien los indicadores disminuyen (43% TIR para 70%, 42% para 50% y 40% para 25%), el proyecto sigue siendo viable en los tres casos.

Sin embargo, la situación cambia radicalmente cuando las variaciones alcanzan el 15%, donde las TIR caen por debajo del umbral mínimo (33.76% para 70%, 33.83% para 50% y 33.90% para 25%) y los VPN se vuelven negativos, lo que hace inviable el proyecto bajo estas condiciones extremas.

Estos resultados demuestran que, aunque el proyecto es resistente a fluctuaciones moderadas, existe un punto de quiebre crítico alrededor del 15% de variación combinada donde se pierde completamente la rentabilidad, independientemente del nivel de financiamiento seleccionado.

7.4.3 Cuantificación de emisiones de CO₂

El estudio de las emisiones de CO₂, abarco tres etapas fundamentales en la cual se observó un horizonte de las emisiones causadas por la extracción del mineral, transporte y transformación la cual es de mayor importancia, la obtención de las emisiones teóricas con estimación del $\pm 7\%$. Cada tonelada producida de yeso cerámico emite alrededor de 159.34 kg de CO₂, que es 3.19 veces menos que lo producido por Cemex para el caso de la producción de cemento el cual emite 507 kg de CO₂. Por lo que se obtienen valores permisibles, aunque se podrían seguir disminuyendo estas emisiones en caso de que haga un estudio de emisiones más exhaustivo y proponiendo energía más limpia, si consumo de plantas térmicas alimentadas por derivados de petróleo.

VIII CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las evaluaciones del estudio técnico–económico para la producción de yeso parís, demuestra su viabilidad técnica, financiera y ambiental en caso de emisiones de CO₂.

La importancia del estudio Técnico-Económico en la optimización del proceso de producción de yeso parís a partir de la selenita reside en la modificación del orden de las etapas del proceso de producción, ya que anteriormente se tenía la operación unitaria de secado como primer etapa y, posteriormente, las etapas de reducción de tamaño, como trituración fina y molienda muy fina. Con tiempos de secado de 8 horas, lo que generaba ineficiencia para las etapas posteriores y altos costos de energía eléctrica por el uso prolongado del horno de secado. Para la optimización, se propuso una etapa de lavado de materia prima, seguida de las etapas de reducción de tamaño y finalizando con la operación unitaria de secado. De esta manera, se obtiene una mejor área de transferencia de calor, menor consumo de energía eléctrica y tiempos de producción reducidos a 8 horas.

La determinación de los puntos críticos se realizó mediante una comparación entre el proceso artesanal y el estandarizado, identificándose aspectos clave en cada etapa del proceso, como: tamaño de partícula, tiempos de secado, temperatura de secado, relación soluto-solvente y tiempos de fraguado, factores que inciden en la calidad de las piezas artesanales.

En cuanto a la viabilidad económica, esta se obtuvo mediante un financiamiento del 70%, con una TIR mayor a la TMAR, periodos de recuperación menores a tres años y una relación beneficio-costos por encima de la unidad. Para los financiamientos del 50% y 25%, los valores son aceptables en términos de TIR y relación beneficio-costos, aunque el tiempo de recuperación de la inversión supera los tres años, por lo que su implementación depende del criterio del inversionista. Por otro lado, en el análisis de sensibilidad para aumentos en los costos totales de producción del 5%, 10% y 15%, únicamente el financiamiento del 70% resulta factible, incluso con una reducción en los ingresos del 5%, 10% y 15%. Sin embargo, en el escenario donde los costos aumentan un 5% y los ingresos disminuyen un 15%, ninguno de los tres financiamientos es viable, ya que se generan valores de VPN negativos, una TIR menor que la TMAR y un periodo de recuperación superior a cinco años, según las proyecciones del estudio.

Respecto a la cuantificación de las emisiones teóricas de dióxido de carbono, esta se calculó con base en el consumo de energía eléctrica y combustibles como diésel y fuel oil, siguiendo las directrices IPCC 2006. Así, se determinaron tres etapas principales: extracción del mineral, con emisiones de 491.50 toneladas por ciclo; transporte del mineral, con 1.67 toneladas por ciclo; y proceso de producción, con 98.151 toneladas por ciclo. Cabe destacar que cada materia prima transformada genera emisiones propias, por lo que, en el caso del yeso parís, cuatro toneladas producen 637.34 kg de CO₂ por día, por lo que una tonelada de yeso parís equivale a 159.33 kg por día. Esta cifra es inferior a la de Cemex, que emite 507 kg de CO₂ por cada tonelada de cemento producida.

IX RECOMENDACIONES

Para el presente trabajo, se recomienda mejorar o tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Se recomienda invertir en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales para gestionar los efluentes generados en la producción de yeso parís, implementando un sistema básico pero eficaz que incluya un tratamiento primario con rejillas para retener partículas grandes y sedimentación para sólidos finos, seguido de un proceso químico de coagulación-floculación para reducir turbidez y sulfatos, finalizando con un ajuste de pH para neutralizar los desechos antes de su disposición final, asegurando así un manejo responsable y conforme a normativas ambientales.
- Para diversificar la oferta de productos y aumentar el valor comercial del yeso parís, se recomienda desarrollar formulaciones mejoradas mediante la incorporación de aditivos especializados, lo que permitiría crear versiones premium como yesos de fraguado rápido para aplicaciones odontológicas o de mayor resistencia para construcción especializada. Este enfoque justificaría un incremento en el precio por saco de 25 kg, generando mayores márgenes de ganancia al atender necesidades específicas de distintos mercados, aunque requeriría pruebas controladas previas para determinar las dosificaciones óptimas y garantizar que las propiedades mejoradas cumplan con los estándares de calidad exigidos en cada aplicación.

X BIBLIOGRAFÍA

MEM. (2022). BALANCE ENERGETICO NACIONAL 2022.

ÁLVAREZ, B., & (2012). EVALUACIÓN DE MATERIAS PRIMAS EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE ARENA DE SILICE PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PROCESO DE MOLIENDA.

ANA. (2023). NTON 09 007-19 DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO. AGUA POTABLE.

Andres, S. (2023). "Estudio de prefactibilidad para una MIPYME procesadora de salsa de pesto de albahaca Universidad Nacional de Ingenieria .

Arias, T. V., & Ricaurte, M. V. (2010). Obtención de yeso α en autoclave en presencia de sales a partir de materia prima nacional

Baca Urbina, G. (2015). Ingeniería económica.

De Villanueva, L. (2004). Evolución histórica de la construcción con yeso. Informes de la Construcción, 56(493), 5-11.

ENACAL. (1999). NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA

Escobar, M. (2013). Estudio técnico-económico para la automatización del proceso de encharolado en la Planta de Café 1820 Universidad Nacional de Ingenieria].

España, R. (2021). Emisiones de CO₂ asociadas a la generación de electricidad en España

ESPAÑOLA, D. (1997). Aplicaciones del yeso: plantas piloto en Bolivia. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 36(6).

Escalante-García, J. (2024). Mechanochemical activation of waste glass in alkaline composite cements with blastfurnace slag: A sustainable approach to recycling. Ceramics International, 50(20), 38649-38661.

Forrt, J. (2018). Carbon footprint analysis of calcined gypsum production in the Czech Republic.

Guillermo, L. (2011). Determinación del calor de vaporización del agua.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2007). Fundamentos de metodología de la investigación. Editorial MC Graw-Hill Interamericana, México, 100-354.

Huaman Espinoza, P. D. (2024). Optimización de la temperatura de calcinación para determinar las propiedades físicas y mecánicas del yacimiento de yeso del centro poblado menor de Rocco 2023.

INE. (2025). Monitoreo de hidrocarburos

INEDE. (2017). Censo poblacional

- Inventories, N. G. G. (2006). Directrices IPCC.
- Klein, C., & Cornelius Jr, S. (2018). Manual de mineralogía. Volumen 2. Reverté.
- Krukowski, S. T. (2006). Industrial minerals and rocks. Commodities, Markets, and Uses, Colorado: Society for mining, Metallurgy and Exploration.
- La Spina, V. (2014). La calcinación industrial del yeso según la tratadística histórica.
- La Spina, V. (2018). El yeso tradicional y sus oficios en España.
- MARENA. (2015). Cuarto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero Republica de Nicaragua.
- Martinez, C. (2020). Estudio de prefactibilidad de la instalación de una planta procesadora de ajonjolí para la obtención de semilla descortezada y natural, para el mercado japonés
- Mendoza, C. (2014). ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE SORGO PARA LA INDUSTRIA NACIONAL DE PANIFICACIÓN. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)].
- Montalván, A. (2013). Estudio Técnico – Económico Comparativo de la Elaboración de Bloques de Peso Normal con Bloques Fabricados a Base de Hormigón Rojo Universidad Nacional de Ingeniería].
- Montalván, A. (2013). Estudio Técnico – Económico Comparativo de la Elaboración de Bloques de Peso Normal con Bloques Fabricados a Base de Hormigón Rojo. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Morín, G., Hung, X., & Millán, A. (2014). Vida útil y mecanismo de deterioro de los moldes de yeso para colado de piezas sanitarias. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 29(4), 127-136.
- Ortega, E. O. (2001). Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones: morteros empleados en construcciones históricas. PH: boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 9(34), 78-89.
- Padrón, F. (2001). Informe técnico económico del yeso. Caracas (Venezuela): Ministerio de Energía y Minas, 2-16.
- PARCERISA, J. C. (1997). Extracción, explotación, minería y proceso de tratamiento del yeso. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 36(6).
- POLITICA, C. (2008). REGLAMENTO DE LEY DE PROMOCIÓN Y FOMENTO DE LAS MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA (LEY MIPYME)
- Ranganathan, J. (2010). Protocolo de gases de efecto invernadero.
- Rivero Fernández, L. (1997). Fabricación de productos de base yeso y sus aplicaciones industriales.

Sindy, S. (2014). Viabilidad ambiental del reciclaje del yeso.

Singh, N., & Middendorf, B. (2007). Calcium sulphate hemihydrate hydration leading to gypsum crystallization. Progress in crystal growth and characterization of materials, 53(1), 57-77.

ANEXOS

INDICE DE ANEXO

ANEXOS.....	i
I. Estudio Técnico.....	vii
1.1 Micro Localización	vii
2.1 Proceso Productivo	ix
2.1.1 Balance en la etapa de lavado.....	ix
2.1.2 Balances en reducción de tamaño.....	ix
2.1.3 Molienda muy fina.....	xi
3.1 Dimensionamientos de los equipos	xvi
4.1 Cálculo de consumo común de agua.....	xxxi
5.1 Proyección de agua potable.....	xxxi
6.1 Flujograma de proceso	xxxii
7.1 Planos.....	xxxiii
8.1 Cálculo de capital de trabajo.....	xxxvii
9.1.1 Activo circulante.....	xxxvii
9.1.2 Inventario	xxxvii
9.1.3 Cuentas por cobrar	xxxvii
9.1.4 Pasivo circulante.....	xxxviii
9.1.5 Capital de trabajo.....	xxxviii
9.1 Cálculo de costos de agua.....	xxxviii
10.1 Cálculo de requerimientos de energía eléctrica.....	xxxviii
11.1 Cálculo de costos de combustible	xxxix
12.1 Cálculo de Materia prima e insumos.....	xxxix
13.1 Costo de sacos de materia prima y producto.	xl
14.1 Costos anuales de bolsas para producto.....	xli
15.1 Cálculo de Costos administrativos.....	xli
16.1 Cálculo del VPN (Valor Presente Neto)	xliii
17.1 Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)	xliii
18.1 Cálculo del punto de equilibrio.....	xliii
19.1 Análisis de sensibilidad.....	xliii
13.1.1 Aumento en costos de producción	xliii
13.1.2 Disminución de ingreso por ventas	xliv

II. Cuantificaciones de emisiones de CO ₂	lxx
3.1 Factores de emisiones	lxx
3.2 Conversión de factores para la etapa de extracción.	lxxii
3.3 Emisiones del transporte de materia prima	lxxiii

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de interpolación	xiv
Tabla 2: Datos experimentales de vaporización del agua	xiv
Tabla 3: Salario mínimo según el sector	xli
Tabla 4: Aumentos del 5% del costo total de producción para financiamiento del 70%	xlvi
Tabla 5: Aumento del 5% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%	xlvi
Tabla 6: Aumento del 5% en los costó de producción para financiamiento del 25%	xlvi
Tabla 7: Aumento del 10% en los costó de producción para financiamiento del 70%	xlvi
Tabla 8: Aumento del 10% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%	xlix
Tabla 9: Aumento del 10% en los costó totales de produccion para financiamiento del 25%	l
Tabla 10: Aumento del 15% en los costos de producción para financiamiento del 70%	li
Tabla 11: Aumento del 15% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%	lii
Tabla 12: Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 70%	liii
Tabla 13: Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 50%	liv
Tabla 14: Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 25%	lv
Tabla 15: Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 70%	lvi
Tabla 16: Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 50%	lvii
Tabla 17: Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 25%	lviii
Tabla 18: Disminución del 15% en ingreso por ventas para financiamiento del 70%	lix
Tabla 19: Disminución del 15% en ingreso por ventas para financiamiento del 50%	lx
Tabla 20: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 5% y para financiamiento del 70%	lxi

Tabla 21: Aumento de costo de producción y disminución del ingreso por ventas del 5% para financiamiento del 50%	lxii
Tabla 22: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 5% para financiamiento del 25%	lxiii
Tabla 23: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10% para financiamiento del 70%	lxiv
Tabla 24: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10% para financiamientos del 50%	lxv
Tabla 25: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10% para financiamientos del 25%	lxvi
Tabla 26: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15% para financiamiento del 70%	lxvii
Tabla 27: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15% para financiamientos del 50%	lxviii
Tabla 28: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15% para financiamiento del 25%	lxix
Tabla 29: Factores de emisión de las directrices IPCC	lxx
Tabla 30: Factores de emisión por plantas eléctricas	lxxi

INDICE FIGURA

Figura A: Micro locación, alternativa II.	vii
Figura B: Micro localización, Alternativa II	viii
Figura C: Porcentaje de cernido en molienda muy fina	xii
Figura D: Flujograma tecnológico de proceso	xxxii
Figura E: Plano general de planta	xxxiii
Figura F: Plano de área de producción	xxxiv
Figura G: Plano de área administrativa	xxxv
Figura H: Esquema tecnológico	xxxvi

I. Estudio Técnico

1.1 Micro Localización

- Alternativas del terreno

Figura A: *Micro locación, alternativa II.*



Fuente: ©Encuentra24, (2024).

Se hizo compra de dos terrenos contiguos, uno el principal que es propiedad del departamento de bienes raíces del grupo Avanz, con un área del terreno de 545 m² y el otro con un área de 540.7 m², el cual fue publicado el 23 de diciembre de 2024, contacto con el vendedor por si aún estaba en venta lo que se confirmó, el precio de terreno es de US \$32,000. Aunque se podría llegar a un acuerdo en el caso de pagar en efectivo se podría llegar al precio de US \$30,000. Por lo que el precio total de ambos terrenos en uno solo llega a US \$65,000 con un área de 1085.7 m².

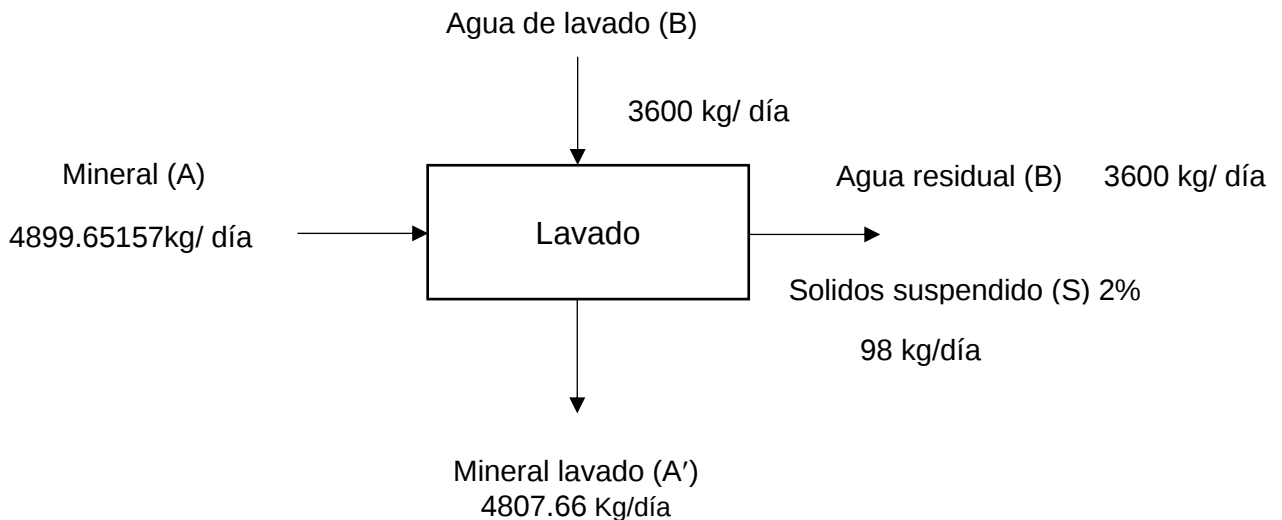
Figura B: *Micro localización, Alternativa II*



Fuente: ©Goglee Maps, (2025).

2.1 Proceso Productivo

2.1.1 Balance en la etapa de lavado



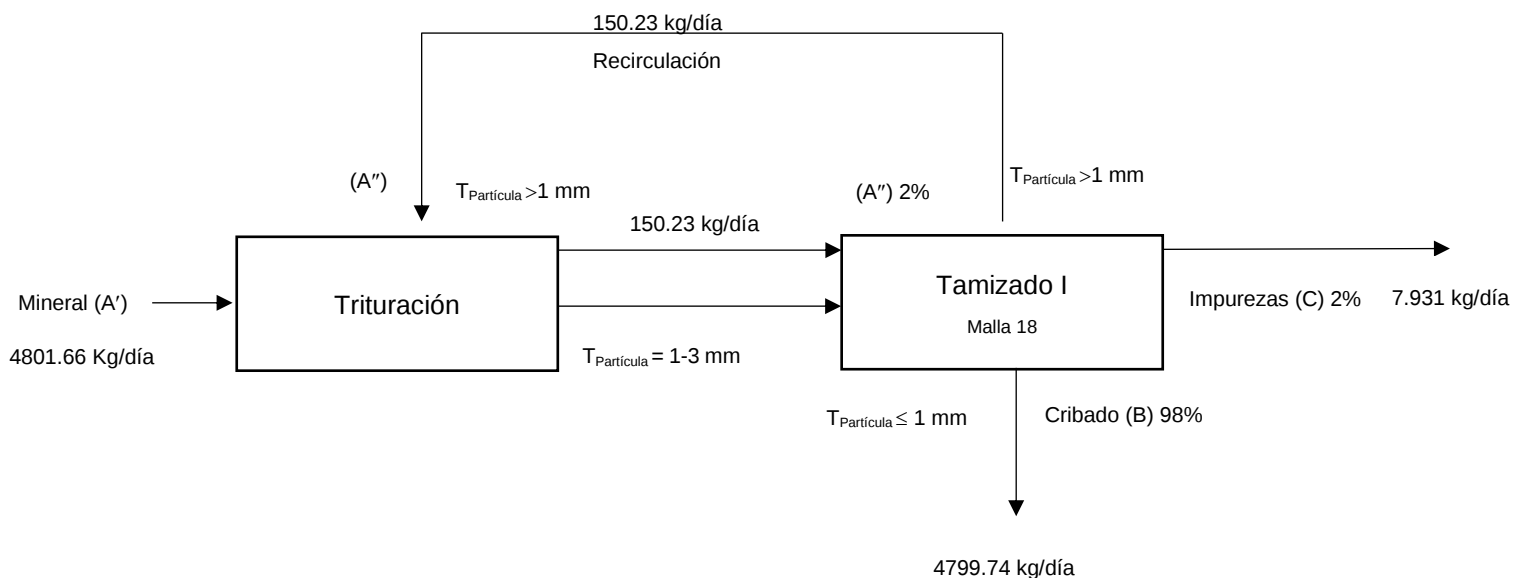
$$\text{Balance General: } A + B = B + S + A'$$

Se estima que para la remoción de impurezas como tierra u otros minerales (marga) se posee un 2 %, por lo que realizando un balance por componente en las salidas se obtiene.

$$A' = 0.98A = (4899.65157 \text{ Kg/día}) (0.98) = 4801.66 \text{ Kg/día}$$

$$S = 0.02A = (4899.65157 \text{ Kg/día}) (0.02) = 98 \text{ Kg/día}$$

2.1.2 Balances en reducción de tamaño



Cálculo de energía requerida

$$Q = 4001.66 \text{ Kg} = 4.00166 \text{ Tn} = 2.00083 \text{ Tn/h}$$

$$\text{Índice de bond para yeso } (w_i) = 9 \text{ kWh/Tn}$$

$$\text{Diámetro de entrada } (D_{pe}) = 125 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro de salida } (D_{pf}) = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Eficiencia } (N'')$$

$$\text{Eficiencia de transmisión mecánica } (\epsilon_r) = 0.9$$

$$\text{Eficiencia de motor eléctrico } (\epsilon_t) = 0.85$$

$$W = 10 w_i \frac{(\sqrt{D_{pe}} - \sqrt{D_{pf}})}{(\sqrt{D_{pe} \cdot D_{pf}})}$$

$$W = 10 \left(\frac{9 \text{ Kwh}}{\text{Tn}} \right) \frac{(\sqrt{125000} - \sqrt{1000})}{\sqrt{(125000) \cdot (1000)}}$$

$$W = 2.5914 \frac{\text{Kwh}}{\text{Tn}}$$

$$N'' = \frac{(Q)(w)}{(er) \cdot (em)} =$$

$$N'' = \frac{(2.00083 \text{ Tn/h})(2.5914 \text{ kwh/Tn})}{(0.90) \cdot (0.85)} = 6.77 \text{ kW}$$

- **Balance de masa**

La expresión para balance general de masa para esta etapa es:

$$A' = B + C$$

$$A'' \cdot a'' + A' \cdot a' = B \cdot b + C \cdot c$$

El rango de distribución de tamaños de partículas a la salida es entre 1 a 3 milímetros, por lo que la potencia necesaria es de 8.4815 kW por hora, para dos lotes de producción se genera alrededor de 16.9630 kW, esta cantidad de energía es la necesaria para reducir el tamaño de partícula de 125 mm a 1 mm. Por lo que la conversión en la salida del tamizado(cribado) será de 98% con lo cual existe un 2% de recirculación de lo cual, el 98% del 2% se obtienen tamaños ≤ 1 mm, por lo que se obtiene un 5% de desperdicio parte de la recirculación

$$A' = B + C + A'' ; A' = 4801.66 \text{ Kg}$$

$$B = 0.98A' ; C = 0.05A'' ; A'' = 0.02 A'$$

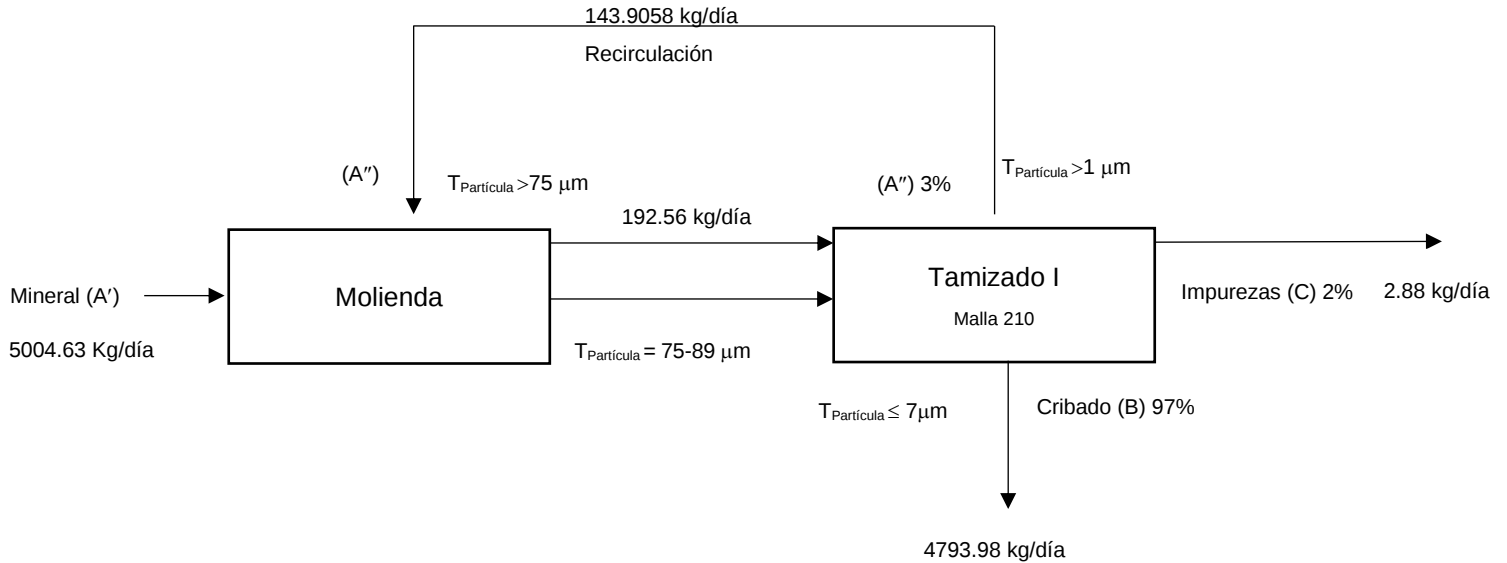
$$A'' = (0.02) (4801.66 \text{ kg/día}) = 96.0332 \text{ kg/día}$$

$$B = 0.98A' + 0.95A''$$

$$B = (0.98) (4801.66 \text{ kg/día}) + (0.95) (96.0332 \text{ kg/día}) = 4796.86 \text{ kg/día}$$

$$C = (0.05) (96.0332 \text{ kg/día}) = 4.80166 \text{ kg/día}$$

2.1.3 Molienda muy fina



- Cálculo de energía requerida**

$$Q = 4796.86 \text{ Kg} = 4.79686 \text{ Tn} = 2.39843 \text{ Tn/h}$$

$$\text{Índice de bond para yeso } (w_i) = 9 \text{ kWh/Tn}$$

$$\text{Diámetro de entrada } (D_{pe}) = 1 \text{ mm} = 1000 \mu\text{m}$$

$$\text{Diámetro de salida } (D_{pf}) = 0.0075 \text{ mm} = 75 \mu\text{m}$$

$$\text{Eficiencia } (N'')$$

$$\text{Eficiencia de transmisión mecánica } (\epsilon_r) = 0.9$$

$$\text{Eficiencia de motor eléctrico } (\epsilon_t) = 0.85$$

$$W = 10 w_i \frac{(\sqrt{D_{pe}} - \sqrt{D_{pf}})}{(\sqrt{D_{pe} * D_{pf}})}$$

$$W = 10 \left(\frac{9 \text{ Kwh}}{\text{Tn}} \right) \frac{(\sqrt{1000} - \sqrt{75})}{\sqrt{(75) * (1000)}}$$

$$W = 7.55 \frac{\text{Kwh}}{\text{Tn}}$$

$$N'' = \frac{(Q)(w)}{(er) * (em)} =$$

$$N'' = \frac{(2.39843 \text{ Tn/h})(7.55 \text{ kwh/Tn})}{((0.90) * (0.85))} = 23.67 \text{ kW}$$

- **Balance de masa**

La expresión para balance general de masa para esta etapa es:

$$A' = B + C$$

$$A'' \cdot a'' + A' \cdot a' = B \cdot b + C \cdot c$$

El molino reduce el tamaño de las partículas de 1 mm a un rango de 75 a 89 μm en la salida, con un consumo de 23.715 kW por hora. Para tres lotes de producción, la energía total requerida es de 74.1 kW.

Después del tamizado (cribado), el 97% del material pasa a la siguiente etapa, mientras que el 3% restante se recircula para una nueva molienda. De este material recirculado, el 98% se recupera tras la molienda, mientras que el 2% restante se considera desecho.

$$A' = B + C + A'' ; A' = 4796.86 \text{ Kg}$$

$$B = 0.97A' ; C = 0.02A'' ; A'' = 0.03 A'$$

$$A'' = (0.03) (4796.86 \text{ kg/día}) = 143.9058 \text{ kg/día}$$

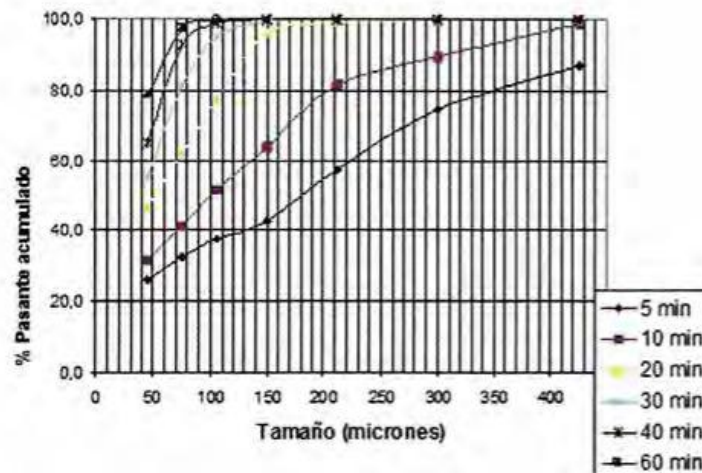
$$B = 0.97A' + 0.98A''$$

$$B = (0.97) (4796.86 \text{ kg/día}) + (0.98) (143.9058 \text{ kg/día}) = 4793.98 \text{ kg/día}$$

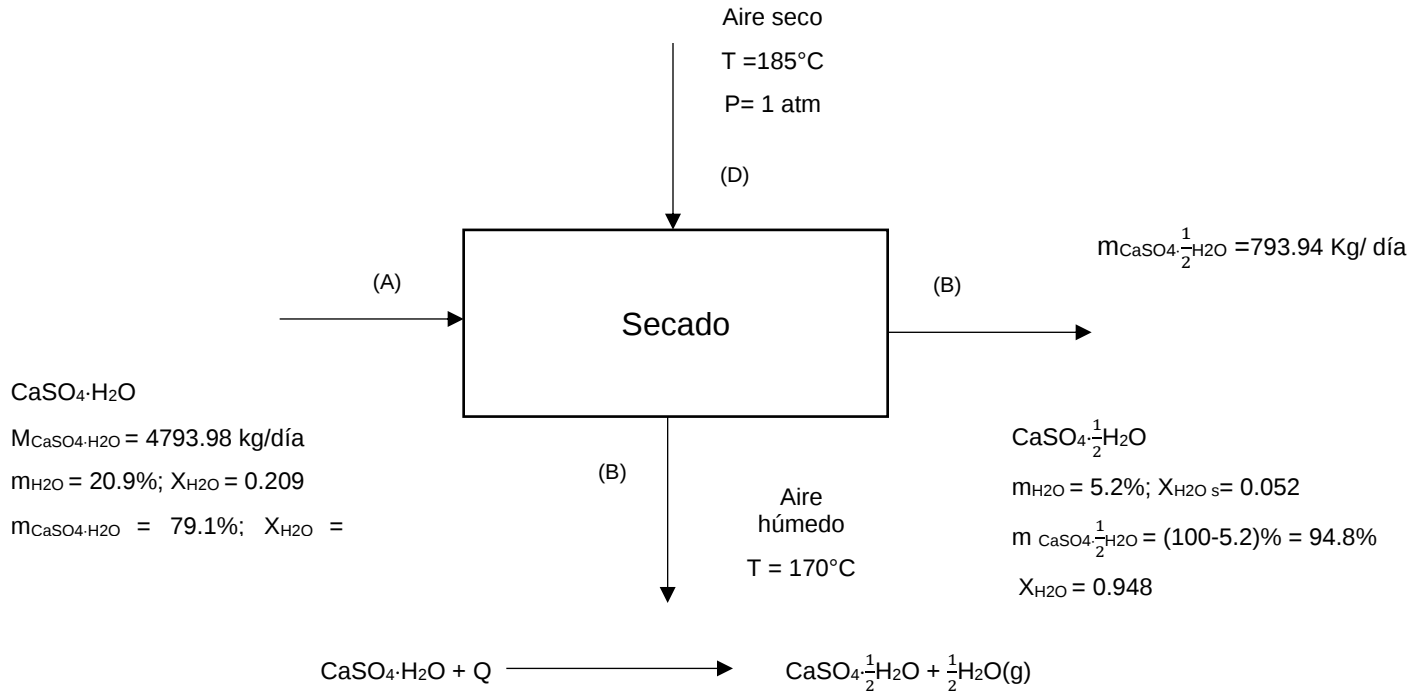
$$C = (0.02) (143.9058 \text{ kg/día}) = 2.88 \text{ kg/día}$$

$$A = B + C$$

Figura C: Porcentaje de cernido en molienda muy fina



2.1.4 Balances en secado



Balance para $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en la entrada del secado.

- La cantidad de $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ se expresa:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = (4793.98 \text{ kg/día}) (0.209) = 1001.94 \text{ kg/día}$$

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{Oe}} = M_{\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}} - m_{\text{H}_2\text{O}} = 3792.04 \text{ Kg/día}$$

Balance para $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ en la entrada del secado.

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = (m_{\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{Oe}}) \left(\frac{X_{\text{H}_2\text{O s}}}{1 - X_{\text{H}_2\text{O s}}} \right)$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = (3792.04) \left(\frac{0.052}{1 - 0.052} \right)$$

$m_{\text{H}_2\text{O}} = 208 \text{ Kg/ día} \longrightarrow$ Cantidad de agua contenida en el mineral seco

- Cantidad de material seco en la salida del secador**

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{H}_2\text{O(v)}} + m_{\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{Oe}}$$

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}} = (208 + 3792.04) \text{ Kg/día}$$

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}} = 4000.04 \text{ Kg/día}$$

- **Cantidad de agua evaporada**

$$m_{H_2O(V)} = m_{CaSO_4 \cdot 2H_2Oe} - m_{H_2Os}$$

$$m_{H_2O(V)} = (1001.94 - 208) \text{ Kg/día}$$

$$m_{H_2O(V)} = 793.94 \text{ Kg/día}$$

- **Balances de energía en forma de calor**

Para la obtención del Cp, se realizó una interpolación para el $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ en la entrada lo cual los valores fueron.

Tabla 1: *Valores de interpolación*

X	Y
0	0.2650
25	Y
50	0.198

$$Y = Y_1 + (X - X_1) \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right)$$

$$Y = 0.2650 + (25 - 0) \left(\frac{0.198 - 0.2650}{50 - 0} \right) = 0.2615 \text{ cal / gr} \cdot ^\circ\text{C} = 0.9685 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q = mC_p\Delta T$$

$$Q = (4793.98 \text{ Kg/hr}) (0.9685 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (185 - 25) ^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 742875.1408 \text{ KJ}$$

- **Cálculo de calor necesario para la vaporización**

Tabla 2: *Datos experimentales de vaporización del agua*

T [K]	$\Delta H_v \left(\frac{kJ}{kg} \right)$ Tablas de vapor	$\Delta H_v \left(\frac{kJ}{kg} \right)$	% Error
284	2475.7	2492.7	0.69
362.5	2284.9	2309.6	1.08
373.15	2257.0	2291.8	1.54
441	2056.7	2202.1	7.07
473.15	1940.7	2170.0	11.81

Por lo que se realizó la interpolación para una temperatura de 185°C.

$$Y = Y_1 + (X - X_1) \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right)$$

$$Y = 2257 + (185 - 100) \left(\frac{1940 - 2257}{200 - 100} \right) = 1987 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_{m_{H_2O(V)}} = m_{H_2O(V)} \cdot L$$

$$Q_{m_{H_2O(V)}} = (793.94 \text{ Kg/día}) (1987 \text{ KJ/Kg})$$

$$Q_{m_{H_2O(V)2}} = 4577558.78 \text{ KJ}$$

- **Cálculo de calor sensible para $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ y $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$.**

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} m C_p dT$$

Para una aproximación lineal se expresa de forma.

$$C_p(T) = C_{p1} + k \cdot (T - T_1)$$

Para obtener un C_p , exacto de este hemihidrato es necesario realizar las pruebas correspondientes de secado, aunque de forma teórica, asumiremos un 10% en aumento del C_p de 25°C a 185°C, por lo que el valor obtenido es.

$$C_{p1} = 0.9685 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{p2} = (0.9685 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (1.10) = 1.06535 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$K = \frac{(C_{p2} - C_{p1})}{(T_2 - T_1)} = \frac{(1.06535 - 0.9685)}{(185 - 25)} \frac{\text{KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}}{^\circ\text{C}} = 0.000605 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = \int_{25}^{185} m (0.9685 + 0.000605(T - 25)) dT$$

$$Q = m \int_{25}^{185} (0.953375 + 0.000605T) dT$$

Resolviendo la integral el valor obtenido es de:

$$Q = 163.46 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q = (4000.04 \text{ Kg/día}) (163.46 \text{ KJ/Kg})$$

$$Q_3 = 653846.538 \text{ KJ}$$

- **Vapor de agua**

$$m_{H_2O(V)} = 793.94 \text{ Kg/día}$$

Para una aproximación lineal se expresa de forma.

$$C_p(T) = C_{p1} + k \cdot (T - T_1)$$

$$C_{p1} = 1.93 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$C_{p2} = (1.93 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}) (1.10) = 2.123 \text{ KJ/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$K = \frac{(Cp_2 - Cp_1)}{(T_2 - T_1)} = \frac{(2.123 - 1.93)}{(185 - 100)} \frac{Kj/Kg \times ^\circ C}{^\circ C} = 0.0022705 \text{ Kj/Kg}$$

$$Q = \int_{100}^{185} m(2.123 + 0.0022705(T - 100)) dT$$

$$Q = m \int_{100}^{185} (1.89595 + 0.0022705T) dT$$

Resolviendo la integral definida el valor obtenido es de:

$$Q = 188.6571 \text{ Kj/Kg}$$

$$Q = (793.94 \text{ Kg/día}) (188.6571 \text{ Kj/Kg})$$

$$Q_4 = 149782.418 \text{ KJ}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q_T = 742875.1408 \text{ KJ} + 4577558.78 \text{ KJ} + 653846.538 \text{ KJ} + 149782.418 \text{ KJ}$$

$$Q_T = 6124062.877 \text{ KJ}$$

3.1 Dimensionamientos de los equipos

Uno de los factores importantes para obtener una optimización en las etapas del proceso es las cantidades de producción necesaria y la cantidad de materia prima necesaria para suplir la demanda de producción generalmente estos datos se colaboran con departamentos de ventas y jefe de producción con el cual se llega a una cantidad finita de producción con lo cual se realiza la comparación de capacidad de los equipos con la necesaria.

- **Montacargas**

Se selecciono un montacarga con el fin de realizar la descarga de materia prima a procesar en toda la semana de producción, dicha actividad se realiza todos los lunes generando una descargar alrededor de sacos de 50 kg.

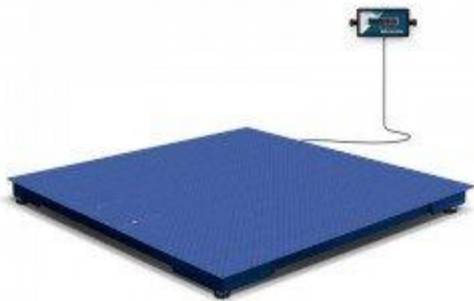
La actividad de descarga posee un flujo masico de alrededor de 4899.65157 kg de yeso mineral, la planta labora durante 6 días semanales y la materia prima se decepcionará todos los inicios de semanas, por lo que se obtiene el peso requerido de los equipos de transporte.

$$4899.6517 \frac{kg}{día} * \frac{6 \text{ días}}{1 \text{ semana}} = 29397.900942 \frac{kg}{semana}$$

• **Basculas industrial**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (mm)	650x650x600
Voltaje (V)	220V
Capacidad (kg)	500
Modelo: EA5050	
Peso (kg)	15
Precio	\$63.02

- **Basculas industrial**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (cm)	121x84
Voltaje (V)	220V
Capacidad (kg)	3000
Modelo: EA5050	
Peso (kg)	15
Precio	425,00 €

- **Carretillas**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (cm)	120X80X50 [cm]
Capacidad (kg)	500
Modelo: EA5050	
Peso (kg)	50
Precio	12.6 €

• **Contenedores**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones [cm]	1535x1450x950
Capacidad (t)	1
Modelo: M-040011A	
Peso (kg)	10
Precio	\$184.95

- **Lavadora**

Especificaciones	Parámetros
Diámetro espiral (mm)	500
Longitud del tanque (mm)	4000
Velocidad de rotación (R/min)	18
Tamaño de la abertura (mm)	≤20
Capacidad (t/h)	3-10
Modelo: XS-500x4000	
Potencia (kW)	3,6
Peso (Tn)	3
Precio	\$1,836.85

- Trituradora

Especificaciones	Parámetros
Modelo: YX-JC125X150	
Tamaño de la alimentación (mm)	125x150
Tamaño de la salida (mm)	1-3
RPM	285
Capacidad (Kg/H)	500-3000
Potencia (kW)	4
Peso (Kg)	480
Precio	\$3,380.92

- Tamiz I y II

Especificaciones	Parámetros
Modelo: DY-1000	
Numero de malla (mesh)	18 GlassBlast Coarse, 200mesh
Tamaño de partícula	1 mm y 0.075mm
RPM	285
Capacidad (Kg/H)	2000
Potencia (kW)	1,1
Peso (Kg)	140
Precio	\$150.86

- **Molino de bolas**

Especificaciones	Parámetros
Tamaño de descarga (mm)	0.075-0.89
Velocidad de rotación (R/min)	38
Peso de medios (Tn)	1,5
Tamaño de la abertura (mm)	≤20
Capacidad (t/h)	0.650-2
Modelo: Φ 900x1800	
Potencia (kW)	3,6
Peso (Tn)	3,6
Precio	\$3243.27

• **Horno**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	1.5x1.8x11
Voltaje (V)	380V
Potencia (kW)	18
Capacidad (t)	3-10
Modelo: CM-1800	
Peso (Tn)	2,5
Precio	\$1,836.85

- **Pallet Jack**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	1.2x1.1
Capacidad (t)	4
Modelo: DML-1012	
Peso (kg)	85
Precio	\$94.6

- Tanque de agua de 2500 L

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	1.6x16
Capacidad (m ³)	2.5
Modelo: Tricapa	
Peso (kg)	49.546
Precio	\$418.20

- **Tanque de agua de 1.1 m³**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	0.85x2.13
Capacidad (m ³)	1.1m ³
Modelo: Tricapa	
Peso (kg)	49.546
Precio	\$418.20

- **Montacarga**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	6.12x1.995x2.2
Capacidad (Tn)	5.5
Modelo: 300	
Peso (kg)	2300
Precio	\$1263.676

- **Camión Hino**

Especificaciones	Parámetros
Dimensiones (m)	2.x1.2x2.15
Capacidad (Tn)	5.5
Modelo: 300	
Peso (kg)	6000
Precio	\$89548.01

4.1 Cálculo de consumo común de agua

Según la NTON (09-003-99), las dotaciones para uso industrial son de 150L/persona*día. Calculando el volumen de agua consumida por todo el personal de la pyme sería.

$$V_{agua} = 56 \text{ personas} * 150 \frac{L}{\text{persona} - d} = 8400 L/d$$

$$V_{agua} = 8,400 \frac{L}{d} * 156 \frac{d}{\text{año}} = 1293600 \text{ litros al año}$$

5.1 Proyección de agua potable

Para las proyecciones de agua potable para la lavadora en el primer año es de: 554.40 m³, en cambio para los próximos cuatro años por medio de la ecuación de proyección:

$$Lavadora_{25-26} = 554.93 * (1.0298)^2 = 587.93 m^3$$

$$Lavadora_{26-27} = 587.93 * (1.0028)^2 = 642.08 m^3$$

$$Lavadora_{27-28} = 642.08 * (1.0028)^2 = 725.70 m^3$$

$$Lavadora_{28-29} = 725.70 * (1.0028)^2 = 840.47 m^3$$

6.1 Flujograma de proceso

Figura D: *Flujograma tecnológico de proceso*

7.1 Planos

Figura E: *Plano general de planta*

Figura F: *Plano de área de producción*

Figura G: *Plano de área administrativa*

Figura H: *Esquema tecnológico*

Se realiza la proyección de costos de papelería tomando como base de cálculo el dato total de la **Tabla 51**: Costos de artículos administrativos-Año 2024. Esta tabla engloba artículos de uso administrativos clasificados como (papelería) tales como: borradores, cajas de minas, lapiceros, grapas, resmas de papel, etc.

A continuación, se realiza la proyección para los 5 años de horizonte del proyecto.

$$\text{Año 2024} - 2025 = \$ 551.290$$

$$\text{Año 2025} - 2026 = 551.29 \$ * (1.02980)^2 = \$584.637$$

$$\text{Año 2026} - 2027 = \$584.637 * (1.02980)^3 = \$638.476$$

$$\text{Año 2027} - 2028 = \$638.476 * (1.02980)^4 = \$ 718.053$$

$$\text{Año 2028} - 2029 = \$718.053 * (1.02980)^5 = \$ 831.612$$

$$\therefore \text{Total} = (\text{Año 2024} \dots + \text{Año 2029}) = \$ 3,324.068$$

8.1 Cálculo de capital de trabajo

9.1.1 Activo circulante

- Caja y Bancos

El costo total de producción para el año 2024 es US\$ 469,957.86.

$$CyB = \frac{469,957.86}{154 \text{ días laborales}} * 26 \text{ días} = \$79,343.54$$

9.1.2 Inventario

El costo total de materia prima e insumos para el año 2024 es de US \$336,914.37

$$\text{Inventarios} = \frac{\$ 336,914.37}{154 \text{ días laborales}} * 26 \text{ días} = \$56,881.65$$

9.1.3 Cuentas por cobrar

El total del costo de ventas para el año 2024 es de \$5,352.13

$$\text{Cuentas por cobrar} = \frac{\$5,352.13}{154 \text{ días laborales}} * 26 \text{ días} = \$903.61$$

9.1.4 Pasivo circulante

- Cuentas por pagar

El costo total de (Materia prima e insumos + Empaque) para el año 2024 es de \$338,229.58

$$M.P + Empaque = 336,914.37 + 1,315.21 = \$338,229.58$$

$$Cuentas\ por\ pagar = \frac{US\$ 1,591,926.94}{288\ dias\ laborales} * 26\ dias = \$57,103.70$$

9.1.5 Capital de trabajo

Finalmente, se calcula el capital de trabajo, sumando (Caja y bancos + Cuentas por cobrar). Se obtiene un total de US\$ 161,537.80

$$Capital\ de\ trabajo = CyB + Cuentas\ por\ cobrar$$

$$Capital\ de\ trabajo = \$79,343.54 + \$903.61$$

$$Capital\ de\ trabajo = 80,247.14\$$$

9.1 Cálculo de costos de agua

El costo de agua se tomó del (Banco Central de Nicaragua, 2020 valor proporcionado por ENACAL), obteniendo un costo de agua potable para las industrias de C\$ 34.7 córdobas por m³ de agua, y un costo de alcantarillado de C\$ 6.45 córdobas.

$$Lavadora = 554.40 * 0 = \$520.47\ al\ año$$

$$Lavadora_{alcantarillado} = 554.40 * 6.45 = \$90.639\ al\ año$$

$$Otros = 1293.6 * 34.7 = \$1,214.42\ al\ año$$

$$Otros_{alcantarillado} = 1293.6 * 6.45 = \$211.491\ al\ año$$

10.1 Cálculo de requerimientos de energía eléctrica

Para el cálculo de requerimientos de energía eléctrica por equipo se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo al día por equipo} = \text{Potencia de trabajo [kW]} \times \text{horas al día}$$

Consumo al año por equipo = Potencia de trabajo [kW] × horas laborales al Es de suma importancia recalcar que las horas laborales al año tomadas en cuenta para el uso de la fórmula anterior son 1992 horas, ya que se tomaron en cuenta las 4 horas de trabajo de los sábados del año laboral.

11.1 Cálculo de costos de combustible

El costo de combustible se obtiene mediante datos de las especificaciones de la maquinaria utilizada como eficiencia del motor, consumo medio de km/L. posteriormente una vez obtenido el consumo global de estas maquinaria se realiza el cálculo de costo con el cual se tomó datos de INE, del balance de costo de combustible para el primer mes del año 2025. El costo del litro de diésel fue de C\$43.21, lo que en dólares es \$1.18.

En el caso de los camiones Hino-300, poseen un consumo medio de 5.65 L/Km, el recorrido para el Camión A es de 12 km y camión B de 9km. Por lo que el consumo semanal para el camión A es.

$$\text{Camion A} = \text{Distancia recorrida [Km]} \times \text{consumo medio} \left[\frac{\text{litros}}{\text{km}} \right]$$

$$\text{Camion A} = 12 \text{ Km} \times 5.65 \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

$$\text{Camion A} = 67.8 \text{ litros de diésel.}$$

$$\text{Camion B} = \text{Distancia recorrida [Km]} \times \text{consumo medio} \left[\frac{\text{litros}}{\text{km}} \right]$$

$$\text{Camion B} = 9 \text{ Km} \times 5.65 \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

$$\text{Camion B} = 50.85 \text{ litros de diésel.}$$

$$\text{Montacarga} = \text{Distancia recorrida [Km]} \times \text{consumo medio} \left[\frac{\text{litros}}{\text{km}} \right]$$

$$\text{Montacarga} = 4.5 \text{ Km} \times 2 \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

$$\text{Montacarga} = 9 \text{ litros de diésel.}$$

12.1 Cálculo de Materia prima e insumos

La compra de este mineral, se realizó mediante la empresa minera, Yesera Guadalupe SA.

$$1 \text{ kg variante de yeso mineral} = \text{C\$16.54} = \$0.4465$$

$$1 \text{ Ton variante de yeso mineral} = 1000 \text{ kg} * \$0.4465 = \$446.5$$

$$Costo_{2024 - 2025} \text{ mineral de yeso} = \frac{4899.65157 \text{ Kg}}{\text{dia}} * \frac{154 \text{ dia}}{\text{ciclo}} \frac{\$0.4465}{1 \text{ kg de yeso mineral}}$$

$$Costo_{2024 - 2025} \text{ mineral de yeso} = \$336,914.373$$

$$Costo_{2025 - 2026} \text{ mineral de yeso} = 336,914.373 * (1.0028^2) = \$357,293.66$$

$$Costo_{2026 - 2027} \text{ mineral de yeso} = \$357,293.66 * (1.0028^3) = 378,905.66$$

$$Costo_{2027 - 2028} \text{ mineral de yeso} = 378,905.66 * (1.0028^4) = \$401,824.92$$

$$Costo_{2027 - 2028} \text{ mineral de yeso} = \$401,824.92 * (1.0028^5) = \$426,160.52$$

13.1 Costo de sacos de materia prima y producto.

Los sacos se cotizaron en empresa de origen asiático que distribuye al por mayor, el cual son distribuido por un establecimiento anónimo que no posee aun con marca y logo, las dimensiones de los sacos son de 120cm*150cm. El cual se brindó un precio unitario de \$ 0.0203, por compras de más de 1500 sacos.

$$Cantidad \text{ de sacos} = \frac{Cantidad \text{ diaria} * 154 \text{ dias}}{capacidad \text{ de sacos } 50 \text{ kg} * 10}$$

$$Cantidad \text{ de sacos} = 1510 + 0.20\% * 1510 = 1812 \text{ Sacos}$$

El número 10 de la división, es un dato correspondiente al uso medio por saco, por lo que al realizar el cálculo nos queda un total de sacos necesarios de 1510, sumándoles el 20% de imprevisto, siendo 302 sacos, por lo que el total es de 1812 sacos por año para uso de transporte de materia prima.

$$Costo \text{ total} = (1812 \text{ Sacos}) * \frac{0.0203\$}{1 \text{ saco}} = \$36.7365$$

El subtotal de la cantidad de sacos anual es de \$36.7365, incluyendo el iva y fletes el valor total es de \$44.0838.

Para el caso de la cantidad de materia prima necesaria se utilizará bolsa tejida de papel Kraft grueso con dimensiones de 60cm*100cm con capacidad de 25 kg, por lo que la cantidad necesaria de sacos a comprar para el primer año. Se toman un 2% Por ciento.

$$Cantidad \text{ de sacos} = \frac{Cantidad \text{ productividad diaria} * ciclo}{capacidad \text{ de sacos}}$$

$$Cantidad\ de\ sacos = \frac{4000 \frac{Kg}{dia} * 154\ dias}{25\ kg\ capacidad\ de\ sacos}$$

$$Cantidad\ de\ sacos = 24640 + 2\% * 24640 = 25133$$

Por lo que el valor del subtotal en costo monetario es de \$1,271.13, incluyendo el costo con respecto a fletes y IVA, se tiene un costo total de \$1,525.33.

$$Costo\ sacos_{2024-2025} = \$44.0833$$

$$Costo\ sacos_{2025-2026} = \$44.0833 * (1.0298^2) = \$46.75$$

$$Costo\ sacos_{2026-2027} = \$46.75 * (1.0298^3) = \$51.06$$

$$Costo\ sacos_{2027-2028} = \$51.06 * (1.0298^4) = \$57.42$$

$$Costo\ sacos_{2028-2029} = \$57.42 * (1.0298^5) = \$66.50$$

14.1 Costos anuales de bolsas para producto.

$$Costo_bolsas_{2024-2025} = \$1,525.35$$

$$Costo\ bolsas_{2025-2026} = \$1,525.35 * (1.0298^2) = \$1,617.62$$

$$Costo\ bolsas_{2026-2027} = \$1,617.62 * (1.0298^3) = \$1,766.58$$

$$Costo\ bolsas_{2027-2028} = \$1,766.58 * (1.0298^4) = \$1,986.76$$

$$Costo\ bolsas_{2028-2029} = \$1,986.7 * (1.0298^5) = \$2,300.97$$

15.1 Cálculo de Costos administrativos

Según el Ministerio del Trabajo, mediante el Acta No. 1 de la comisión de salario mínimo 2024, se consideró el presente monto salarial básico para la determinación de pago de acuerdo a los cargos del personal requerido para función de la planta.

Tabla 3: Salario mínimo según el sector

Sector (10.1 %)	Salario	
Industria manufacturera	C\$ 7,692.75	US\$ 210.05
Electricidad y agua; Transporte, almacenamiento y comunicación	C\$ 10,493.79	US\$ 286.53
Construcción, establecimiento financieros y seguros	C\$ 12,803.47	US\$ 349.59
Servicios comunales sociales y personales	C\$ 8,020.47	US\$ 218.99
Micro y pequeña industria artesanal y turística nacional	C\$ 6,027.72	US\$ 164.58

Para la obtención de costo mensual.

$$Costo_{mes} = Sueldo_{mes} * No.requerido de personal$$

Al único departamento que operará los 12 meses del año, independiente del ciclo de producción será la parte administrativa, que será de carga fija, por lo que el pago para los próximos años será, está constituido por 12 meses lo cual se componen un año, esto sumándole un mes extra por el pago de aguinaldo. Calculado por la siguiente ecuación.

$$Costo_{anual} = Costo_{mes} * 13 \text{ meses}$$

Ejemplo:

El pago mínimo salarial de un ejecutivo de administración, como es el cargo de gerente general, el sueldo mensual será 3 veces de la cantidad estipulada:

$$Sueldo_{mes} = \text{US\$ } 349.59$$

Siendo el costo mensual invertido por la planta de:

$$Costo_{mes} = (386.19 * 3) \text{US\$} * 1 = 1,048.78 \text{ US\$}$$

Donde: **1**, es la cantidad de cargo requerido en la planta.

De manera que, se obtuvo un costo anual para dicho cargo de:

$$Costo_{anual} = 1,048.78 \text{ US\$} / \text{mes} * 13 \text{ meses} = 13,634.10 \text{ US\$}$$

Seguidamente, se continuo con los demás cargos, teniendo presente lo establecido por el Ministerio del Trabajo para salario mínimos acorde a sectores; obteniendo los datos de costos que se pueden apreciar en la **Tabla 60** del acápite de Estudio Financiero: Costos administrativos - Año 2024.

- Cálculo de artículos administrativos

Para los cálculos de artículos administrativos, se consultó los precios mediante la página en línea de Librería Jardín, gomper, hispamer. Dichos costos se convirtieron a dólares, tomando cuenta el monto de cambio establecido anual de 36.60 C\$ por 1 US\$ para el 21 de marzo del 2025.

De manera que el costo se obtendrá mediante la multiplicación de la cantidad por el precio en córdobas, luego la conversión a dólares, un tipo de cambio o en algunos sitios realizan es el inverso, es decir \$1, es equivalente hoy 21/03/25 a \$36.6240. De groso modo el inverso es 1/36.6240, equivalente a 0.02730, que ambos valores son inversa o proporcional.

$$Costo_{Borradores} = \text{precio Unitario (\$)} * \text{Cantidad necesaria}$$

$$Costo_{Borradores} = \$1.807 * 10 = \$18.07$$

Cabe destacar que la cantidad propuesta de cada artículo es para los 12 meses en el cuales la parte administrativa laboral opera.

16.1 Cálculo del VPN (Valor Presente Neto)

Se utilizó la función VNA (Valor neto actual) de Excel para el cálculo del valor presente neto, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 60**.

17.1 Cálculo de la TIR (Tasa Interna de Retorno)

La TIR también es un criterio que ayuda a decidir si realizar la inversión o no, estos criterios son:

- Si la $TIR > TREMA$ se acepta la inversión.
- Si la $TIR < TREMA$ se rechaza la inversión.
- Si la $TIR = TREMA$ la decisión depende del inversionista.

Los anteriores criterios se utilizaron para definir la decisión de inversión, planteando la respuesta a los tres escenarios en la **Tabla 61**.

Cálculo de la relación Beneficio/Costo

Para el cálculo de la relación beneficio costo se hizo uso de la siguiente formula:

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{\text{Ingresos}}{(I_0 + \text{Costos Totales})} = \frac{VPN - (-I_0)}{I_0}$$

18.1 Cálculo del punto de equilibrio

Para el cálculo del punto de equilibrio se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de Venta} - \text{Costo Unitario}}$$

19.1 Análisis de sensibilidad

A continuación, se presentan las tablas de Estado de Resultados para la simulación aplicada en el análisis de sensibilidad, siendo aumento en costos de producción, disminución de ingresos e incremento de costos de producción y disminución de ingresos simultáneamente.

13.1.1 Aumento en costos de producción

Primeramente, se recalca que se realizó los estados de resultados para cada nivel de financiamiento propuesto para el proyecto, los cuales son: 70% (financiación mayor), 50% (financiación media) y 25% (financiación menor). Consigo un aumento del costo de producción del 5% hasta el 15% .

13.1.2 Disminución de ingreso por ventas

Se establecieron la disminución del ingreso por ventas en los diferentes financiamientos del 25%, 50% y 70%, con disminución del 5 %,10% y 15%.

Tabla 4: Aumentos del 5% del costo total de producción para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$635,881.34	\$754,107.51	\$965,542.84	\$1,328,501.05	\$1,938,701.38
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$90,423.27	\$182,460.65	\$355,256.52	\$672,063.54	\$1,919,663.59
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,606.90	\$39,270.52	\$31,053.77	\$21,851.02	\$11,543.93
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,358.81	\$7,541.08	\$9,655.43	\$13,285.01	\$26,313.26
Utilidad bruta		-\$107,893.17	-\$14,852.84	\$155,728.58	\$465,816.25	\$1,693,153.11
Impuesto sobre la renta		-\$16,183.97	-\$2,227.93	\$23,359.29	\$69,872.44	\$253,972.97
Utilidad neta		-\$52,292.66	\$26,676.13	\$181,794.78	\$474,911.70	\$991,056.88
Costos financieros en concepto de pago principal		\$61,136.49	\$68,472.87	\$76,689.62	\$85,892.37	\$96,199.45
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$388,390.80					
Flujos neto de efectivo	-\$166,453.20	-\$108,839.22	-\$23,135.28	\$139,229.40	\$440,114.32	\$1,657,144.10

Tabla 5: Aumento del 5% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$635,881.34	\$754,107.51	\$965,542.84	\$1,328,501.05	\$1,938,701.38
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$106,781.70	\$199,768.23	\$374,115.20	\$693,225.96	\$1,944,120.29
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,290.64	\$28,050.37	\$22,181.27	\$15,607.87	\$8,245.67
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,358.81	\$7,541.08	\$9,655.43	\$13,285.01	\$26,313.26
Utilidad bruta		-\$78,218.48	\$13,674.89	\$183,459.76	\$493,221.81	\$1,720,908.08
Impuesto sobre la renta		-\$11,732.77	\$2,051.23	\$27,518.96	\$73,983.27	\$258,136.21
Utilidad neta		-\$18,466.66	\$63,547.39	\$222,564.78	\$520,614.79	\$1,042,999.13
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,668.92	\$48,909.19	\$54,778.30	\$61,351.69	\$68,713.90
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$277,422.00					
Flujos neto de efectivo	-\$277,422.00	-\$61,696.97	\$24,956.13	\$188,871.91	\$492,060.56	\$1,712,384.62

Tabla 6: Aumento del 5% en los costo de producción para financiamiento del 25%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$635,881.34	\$754,107.51	\$965,542.84	\$1,328,501.05	\$1,938,701.38
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$127,229.73	\$221,402.71	\$397,688.54	\$719,678.98	\$1,974,691.16
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,645.32	\$14,025.18	\$11,090.63	\$7,803.94	\$4,122.83
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,358.81	\$7,541.08	\$9,655.43	\$13,285.01	\$26,313.26
Utilidad bruta		-\$41,125.12	\$49,334.55	\$218,123.74	\$527,478.77	\$1,755,601.78
Impuesto sobre la renta		-\$6,168.77	\$7,400.18	\$32,718.56	\$79,121.81	\$263,340.27
Utilidad neta		\$23,815.83	\$109,636.47	\$273,527.27	\$577,743.65	\$1,107,926.95
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,834.46	\$24,454.60	\$27,389.15	\$30,675.85	\$34,356.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$138,711.00					
Flujos neto de efectivo	-\$416,133.00	-\$2,769.15	\$85,070.39	\$250,925.03	\$556,993.36	\$1,781,435.27

Tabla 7: Aumento del 10% en los costó de producción para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$612,304.97	\$736,054.73	\$946,395.44	\$1,308,186.12	\$1,917,139.86
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$511,451.36	\$529,123.11	\$563,428.35	\$602,683.99	\$647,625.83
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$43,599.11	\$146,355.07	\$316,961.73	\$631,433.69	\$1,876,540.57
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,941.25	\$39,552.24	\$31,276.55	\$22,007.78	\$11,626.75
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,123.05	\$7,360.55	\$9,463.95	\$13,081.86	\$26,097.65
Utilidad bruta		-\$154,815.91	-\$51,059.62	\$117,402.49	\$425,232.79	\$1,650,162.89
Impuesto sobre la renta		-\$23,222.39	-\$7,658.94	\$17,610.37	\$63,784.92	\$247,524.43
Utilidad neta		-\$99,319.64	-\$9,740.14	\$143,141.30	\$433,868.80	\$947,459.34
Costos financieros en concepto de pago principal		\$61,575.08	\$68,964.09	\$77,239.78	\$86,508.56	\$96,889.58
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$89,247.48					
Préstamo	\$391,177.10					
Flujos netos de efectivo	-\$167,647.33	-\$156,200.56	-\$59,833.27	\$100,353.14	\$398,914.67	\$1,613,463.74

Tabla 8: Aumento del 10% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$612,304.97	\$736,054.73	\$946,395.44	\$1,308,186.12	\$1,917,139.86
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$511,451.36	\$529,123.11	\$563,428.35	\$602,683.99	\$647,625.83
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$59,957.54	\$163,662.66	\$335,820.41	\$652,596.10	\$1,900,997.26
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,529.47	\$28,251.60	\$22,340.39	\$15,719.84	\$8,304.82
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,123.05	\$7,360.55	\$9,463.95	\$13,081.86	\$26,097.65
Utilidad bruta		-\$125,045.70	-\$22,451.39	\$145,197.32	\$452,683.14	\$1,677,941.51
Impuesto sobre la renta		-\$18,756.85	-\$3,367.71	\$21,779.60	\$67,902.47	\$251,691.23
Utilidad neta		-\$65,368.33	\$27,271.47	\$184,068.49	\$479,747.94	\$999,598.77
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,982.20	\$49,260.07	\$55,171.27	\$61,791.83	\$69,206.85
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$89,247.48					
Préstamo	\$279,412.22					
Flujos netos de efectivo	-\$279,412.22	-\$108,837.46	-\$11,521.02	\$150,216.48	\$451,081.75	\$1,668,925.10

Tabla 9: Aumento del 10% en los costó totales de produccion para financiamiento del 25%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$588,728.61	\$718,001.94	\$927,248.05	\$1,287,871.19	\$1,895,578.35
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$534,699.15	\$547,175.89	\$582,575.74	\$622,998.91	\$669,187.34
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		-\$3,225.04	\$110,249.50	\$278,666.94	\$590,803.83	\$1,833,417.54
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$47,275.61	\$39,833.97	\$31,499.33	\$22,164.54	\$11,709.57
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,887.29	\$7,180.02	\$9,272.48	\$12,878.71	\$25,882.03
Utilidad bruta		-\$201,738.66	-\$87,266.39	\$79,076.39	\$384,649.32	\$1,607,172.66
Impuesto sobre la renta		-\$30,260.80	-\$13,089.96	\$11,861.46	\$57,697.40	\$241,075.90
Utilidad neta		-\$146,346.62	-\$46,156.41	\$104,487.82	\$392,825.90	\$903,861.80
Costos financieros en concepto de pago principal		\$62,013.67	\$69,455.31	\$77,789.95	\$87,124.75	\$97,579.72
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$93,227.91					
Préstamo	\$393,963.40					
Flujos netos de efectivo	-\$168,841.46	-\$203,561.89	-\$96,531.26	\$61,476.88	\$357,715.01	\$1,569,783.39

Tabla 10: *Aumento del 15% en los costos de producción para financiamiento del 70%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$588,728.61	\$718,001.94	\$927,248.05	\$1,287,871.19	\$1,895,578.35
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$534,699.15	\$547,175.89	\$582,575.74	\$622,998.91	\$669,187.34
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$13,133.39	\$127,557.08	\$297,525.62	\$611,966.24	\$1,857,874.24
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,768.29	\$28,452.83	\$22,499.52	\$15,831.81	\$8,363.98
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,887.29	\$7,180.02	\$9,272.48	\$12,878.71	\$25,882.03
Utilidad bruta		-\$171,872.91	-\$58,577.67	\$106,934.88	\$412,144.46	\$1,634,974.95
Impuesto sobre la renta		-\$25,780.94	-\$8,786.65	\$16,040.23	\$61,821.67	\$245,246.24
Utilidad neta		-\$112,270.00	-\$9,004.45	\$145,572.19	\$438,881.10	\$956,198.41
Costos financieros en concepto de pago principal		\$44,295.48	\$49,610.94	\$55,564.25	\$62,231.96	\$69,699.80
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$93,227.91					
Préstamo	\$281,402.43					
Flujos netos de efectivo	-\$281,402.43	-\$155,977.95	-\$47,998.17	\$111,561.06	\$410,102.94	\$1,625,465.59

Tabla 11: Aumento del 15% en los costó totales de producción para financiamiento del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$588,728.61	\$718,001.94	\$927,248.05	\$1,287,871.19	\$1,895,578.35
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$534,699.15	\$547,175.89	\$582,575.74	\$622,998.91	\$669,187.34
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$33,581.42	\$149,191.56	\$321,098.96	\$638,419.26	\$1,888,445.11
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,884.15	\$14,226.42	\$11,249.76	\$7,915.91	\$4,181.99
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,887.29	\$7,180.02	\$9,272.48	\$12,878.71	\$25,882.03
Utilidad bruta		-\$134,540.73	-\$22,716.77	\$141,757.98	\$446,513.38	\$1,669,727.80
Impuesto sobre la renta		-\$20,181.11	-\$3,407.52	\$21,263.70	\$66,977.01	\$250,459.17
Utilidad neta		-\$69,674.23	\$37,435.50	\$196,927.67	\$496,450.10	\$1,021,619.18
Costos financieros en concepto de pago principal		\$22,147.74	\$24,805.47	\$27,782.13	\$31,115.98	\$34,849.90
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$93,227.91					
Préstamo	\$140,701.21					
Flujos netos de efectivo	-\$422,103.64	-\$96,498.03	\$12,668.20	\$174,166.30	\$475,587.84	\$1,695,068.34

Disminución de ingreso total en ventas

Tabla 12: Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$626,484.82	\$733,552.29	\$935,455.72	\$1,281,375.18	\$1,862,249.75
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$104,274.54	\$179,958.21	\$344,316.80	\$645,252.60	\$1,864,773.47
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,272.54	\$38,988.79	\$30,830.99	\$21,694.26	\$11,461.12
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,264.85	\$7,335.52	\$9,354.56	\$12,813.75	\$25,548.75
Utilidad bruta		-\$93,613.58	-\$16,868.01	\$145,312.51	\$439,633.33	\$1,639,110.33
Impuesto sobre la renta		-\$14,042.04	-\$2,530.20	\$21,796.88	\$65,945.00	\$245,866.55
Utilidad neta		-\$37,908.84	\$24,870.46	\$171,706.10	\$449,188.20	\$937,621.41
Costos financieros en concepto de pago principal		\$60,697.90	\$67,981.65	\$76,139.45	\$85,276.18	\$95,509.32
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$385,604.51					
Flujos netos de efectivo	-\$165,259.07	-\$94,121.04	-\$24,659.22	\$129,363.50	\$414,547.58	\$1,603,791.44

Tabla 13: *Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 50%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$626,484.82	\$733,552.29	\$935,455.72	\$1,281,375.18	\$1,862,249.75
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$120,632.96	\$197,265.79	\$363,175.47	\$666,415.02	\$1,889,230.17
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,051.81	\$27,849.14	\$22,022.14	\$15,495.90	\$8,186.51
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,264.85	\$7,335.52	\$9,354.56	\$12,813.75	\$25,548.75
Utilidad bruta		-\$64,034.42	\$11,579.23	\$172,980.04	\$466,994.10	\$1,666,841.63
Impuesto sobre la renta		-\$9,605.16	\$1,736.88	\$25,947.01	\$70,049.12	\$250,026.24
Utilidad neta		-\$4,208.15	\$61,601.38	\$212,318.91	\$494,715.24	\$989,366.48
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,355.64	\$48,558.32	\$54,385.32	\$60,911.56	\$68,220.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$275,431.79					
Flujos netos de efectivo	-\$275,431.79	-\$47,199.63	\$23,211.35	\$178,785.16	\$466,272.98	\$1,658,811.12

Tabla 14: *Disminución del 5% en los ingresos por ventas para financiamiento del 25%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$593,511.93	\$694,944.27	\$886,221.21	\$1,213,934.38	\$1,764,236.60
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$71,301.65	\$141,350.19	\$295,082.29	\$577,811.80	\$1,766,760.33
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,272.54	\$38,988.79	\$30,830.99	\$21,694.26	\$11,461.12
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,935.12	\$6,949.44	\$8,862.21	\$12,139.34	\$24,568.62
Utilidad bruta		-\$126,256.73	-\$55,089.94	\$96,570.34	\$372,866.94	\$1,542,077.31
Impuesto sobre la renta		-\$18,938.51	-\$8,263.49	\$14,485.55	\$55,930.04	\$231,311.60
Utilidad neta		-\$70,551.99	-\$13,351.47	\$122,963.93	\$382,421.81	\$840,588.40
Costos financieros en concepto de pago principal		\$60,697.90	\$67,981.65	\$76,139.45	\$85,276.18	\$95,509.32
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$385,604.51					
Flujos netos de efectivo	-\$165,259.07	-\$126,764.20	-\$62,881.16	\$80,621.33	\$347,781.19	\$1,506,758.43

Tabla 15: *Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 70%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$593,511.93	\$694,944.27	\$886,221.21	\$1,213,934.38	\$1,764,236.60
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$87,660.08	\$158,657.78	\$313,940.96	\$598,974.22	\$1,791,217.02
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,051.81	\$27,849.14	\$22,022.14	\$15,495.90	\$8,186.51
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,935.12	\$6,949.44	\$8,862.21	\$12,139.34	\$24,568.62
Utilidad bruta		-\$96,677.58	-\$26,642.70	\$124,237.87	\$400,227.71	\$1,569,808.61
Impuesto sobre la renta		-\$14,501.64	-\$3,996.41	\$18,635.68	\$60,034.16	\$235,471.29
Utilidad neta		-\$36,851.31	\$23,379.44	\$163,576.74	\$427,948.85	\$892,333.47
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,355.64	\$48,558.32	\$54,385.32	\$60,911.56	\$68,220.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$275,431.79					
Flujos netos de efectivo	-\$275,431.79	-\$79,842.78	-\$15,010.59	\$130,042.99	\$399,506.59	\$1,561,778.11

Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 50%

Tabla 16: *Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 50%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$593,511.93	\$694,944.27	\$886,221.21	\$1,213,934.38	\$1,764,236.60
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$108,108.12	\$180,292.26	\$337,514.31	\$625,427.23	\$1,821,787.89
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,525.91	\$13,924.57	\$11,011.07	\$7,747.95	\$4,093.26
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,935.12	\$6,949.44	\$8,862.21	\$12,139.34	\$24,568.62
Utilidad bruta		-\$59,703.63	\$8,916.35	\$158,822.29	\$434,428.68	\$1,604,472.74
Impuesto sobre la renta		-\$8,955.55	\$1,337.45	\$23,823.34	\$65,164.30	\$240,670.91
Utilidad neta		\$5,274.55	\$69,293.08	\$214,342.75	\$484,857.64	\$957,014.81
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,677.82	\$24,279.16	\$27,192.66	\$30,455.78	\$34,110.47
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$137,715.90					
Flujos netos de efectivo	-\$413,147.69	-\$21,191.02	\$44,827.62	\$191,820.07	\$464,163.34	\$1,630,552.70

Tabla 17: *Disminución del 10% en ingreso por ventas para financiamiento del 25%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta de colados		\$560,539.05	\$656,336.26	\$836,986.70	\$1,146,493.58	\$1,666,223.46
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$38,328.77	\$102,742.18	\$245,847.77	\$510,371.00	\$1,668,747.18
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,272.54	\$38,988.79	\$30,830.99	\$21,694.26	\$11,461.12
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,605.39	\$6,563.36	\$8,369.87	\$11,464.94	\$23,588.48
Utilidad bruta		-\$158,899.89	-\$93,311.88	\$47,828.18	\$306,100.54	\$1,445,044.30
Impuesto sobre la renta		-\$23,834.98	-\$13,996.78	\$7,174.23	\$45,915.08	\$216,756.65
Utilidad neta		-\$103,195.15	-\$51,573.41	\$74,221.77	\$315,655.42	\$743,555.38
Costos financieros en concepto de pago principal		\$60,697.90	\$67,981.65	\$76,139.45	\$85,276.18	\$95,509.32
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$385,604.51					
Flujos netos de efectivo	-\$165,259.07	-\$159,407.35	-\$101,103.09	\$31,879.17	\$281,014.80	\$1,409,725.41

Tabla 18: *Disminución del 15% en ingreso por ventas para financiamiento del 70%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$560,539.05	\$656,336.26	\$836,986.70	\$1,146,493.58	\$1,666,223.46
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$54,687.19	\$120,049.76	\$264,706.45	\$531,533.42	\$1,693,203.88
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,051.81	\$27,849.14	\$22,022.14	\$15,495.90	\$8,186.51
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,605.39	\$6,563.36	\$8,369.87	\$11,464.94	\$23,588.48
Utilidad bruta		-\$129,320.73	-\$64,864.64	\$75,495.71	\$333,461.32	\$1,472,775.60
Impuesto sobre la renta		-\$19,398.11	-\$9,729.70	\$11,324.36	\$50,019.20	\$220,916.34
Utilidad neta		-\$69,494.46	-\$14,842.49	\$114,834.57	\$361,182.46	\$795,300.46
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,355.64	\$48,558.32	\$54,385.32	\$60,911.56	\$68,220.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$275,431.79					
Flujos netos de efectivo	-\$275,431.79	-\$112,485.94	-\$53,232.52	\$81,300.83	\$332,740.20	\$1,464,745.09

Tabla 19: *Disminución del 15% en ingreso por ventas para financiamiento del 50%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$560,539.05	\$656,336.26	\$836,986.70	\$1,146,493.58	\$1,666,223.46
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$464,955.78	\$493,017.53	\$525,133.56	\$562,054.13	\$604,502.80
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$75,135.23	\$141,684.24	\$288,279.80	\$557,986.44	\$1,723,774.75
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,525.91	\$13,924.57	\$11,011.07	\$7,747.95	\$4,093.26
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,605.39	\$6,563.36	\$8,369.87	\$11,464.94	\$23,588.48
Utilidad bruta		-\$92,346.79	-\$29,305.59	\$110,080.12	\$367,662.29	\$1,507,439.73
Impuesto sobre la renta		-\$13,852.02	-\$4,395.84	\$16,512.02	\$55,149.34	\$226,115.96
Utilidad neta		-\$27,368.61	\$31,071.15	\$165,600.58	\$418,091.25	\$859,981.80
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,677.82	\$24,279.16	\$27,192.66	\$30,455.78	\$34,110.47
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$81,286.63					
Préstamo	\$137,715.90					
Flujos netos de efectivo	-\$413,147.69	-\$53,834.17	\$6,605.69	\$143,077.90	\$397,396.95	\$1,533,519.69

Aumento en costos de producción y disminución de ingresos simultáneamente

Tabla 20: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 5% y para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$604,087.27	\$716,402.14	\$917,265.70	\$1,262,076.00	\$1,841,766.31
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$58,629.20	\$144,755.27	\$306,979.38	\$605,638.49	\$1,822,728.52
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,606.90	\$39,270.52	\$31,053.77	\$21,851.02	\$11,543.93
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,040.87	\$7,164.02	\$9,172.66	\$12,620.76	\$25,343.91
Utilidad bruta		-\$139,369.29	-\$52,181.17	\$107,934.21	\$400,055.45	\$1,597,187.40
Impuesto sobre la renta		-\$20,905.39	-\$7,827.17	\$16,190.13	\$60,008.32	\$239,578.11
Utilidad neta		-\$83,768.79	-\$10,652.19	\$134,000.41	\$409,150.89	\$895,091.16
Costos financieros en concepto de pago principal		\$61,136.49	\$68,472.87	\$76,689.62	\$85,892.37	\$96,199.45
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$388,390.80					
Flujos netos de efectivo	-\$166,453.20	-\$140,315.35	-\$60,463.60	\$91,435.03	\$374,353.52	\$1,561,178.38

Tabla 21: Aumento de costo de producción y disminución del ingreso por ventas del 5% para financiamiento del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$604,087.27	\$716,402.14	\$917,265.70	\$1,262,076.00	\$1,841,766.31
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$74,987.63	\$162,062.86	\$325,838.05	\$626,800.91	\$1,847,185.22
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,290.64	\$28,050.37	\$22,181.27	\$15,607.87	\$8,245.67
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,040.87	\$7,164.02	\$9,172.66	\$12,620.76	\$25,343.91
Utilidad bruta		-\$109,694.61	-\$23,653.43	\$135,665.39	\$427,461.01	\$1,624,942.36
Impuesto sobre la renta		-\$16,454.19	-\$3,548.02	\$20,349.81	\$64,119.15	\$243,741.35
Utilidad neta		-\$49,942.79	\$26,219.07	\$174,770.41	\$454,853.98	\$947,033.42
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,668.92	\$48,909.19	\$54,778.30	\$61,351.69	\$68,713.90
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$277,422.00					
Flujos netos de efectivo	-\$277,422.00	-\$93,173.09	-\$12,372.19	\$141,077.53	\$426,299.76	\$1,616,418.90

Tabla 22: *Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 5% para financiamiento del 25%*

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$604,087.27	\$716,402.14	\$917,265.70	\$1,262,076.00	\$1,841,766.31
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$95,435.66	\$183,697.34	\$349,411.40	\$653,253.92	\$1,877,756.09
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,645.32	\$14,025.18	\$11,090.63	\$7,803.94	\$4,122.83
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$6,040.87	\$7,164.02	\$9,172.66	\$12,620.76	\$25,343.91
Utilidad bruta		-\$72,601.25	\$12,006.23	\$170,329.37	\$461,717.96	\$1,659,636.06
Impuesto sobre la renta		-\$10,890.19	\$1,800.93	\$25,549.41	\$69,257.69	\$248,945.41
Utilidad neta		-\$7,660.29	\$72,308.15	\$225,732.90	\$511,982.85	\$1,011,961.23
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,834.46	\$24,454.60	\$27,389.15	\$30,675.85	\$34,356.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$138,711.00					
Flujos netos de efectivo	-\$416,133.00	-\$34,245.27	\$47,742.07	\$203,130.66	\$491,232.56	\$1,685,469.55

Tabla 23: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10% para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$572,293.20	\$678,696.76	\$868,988.56	\$1,195,650.94	\$1,744,831.24
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		\$26,835.13	\$107,049.90	\$258,702.23	\$539,213.44	\$1,725,793.46
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,606.90	\$39,270.52	\$31,053.77	\$21,851.02	\$11,543.93
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,722.93	\$6,786.97	\$8,689.89	\$11,956.51	\$24,374.56
Utilidad bruta		-\$170,845.42	-\$89,509.49	\$60,139.84	\$334,294.65	\$1,501,221.68
Impuesto sobre la renta		-\$25,626.81	-\$13,426.42	\$9,020.98	\$50,144.20	\$225,183.25
Utilidad neta		-\$115,244.91	-\$47,980.51	\$86,206.04	\$343,390.09	\$799,125.44
Costos financieros en concepto de pago principal		\$61,136.49	\$68,472.87	\$76,689.62	\$85,892.37	\$96,199.45
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$388,390.80					
Flujos netos de efectivo	-\$166,453.20	-\$171,791.47	-\$97,791.92	\$43,640.66	\$308,592.72	\$1,465,212.66

Tabla 24: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10 % para financiamientos del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$572,293.20	\$678,696.76	\$868,988.56	\$1,195,650.94	\$1,744,831.24
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$43,193.56	\$124,357.48	\$277,560.91	\$560,375.85	\$1,750,250.15
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,290.64	\$28,050.37	\$22,181.27	\$15,607.87	\$8,245.67
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,722.93	\$6,786.97	\$8,689.89	\$11,956.51	\$24,374.56
Utilidad bruta		-\$141,170.73	-\$60,981.76	\$87,871.02	\$361,700.21	\$1,528,976.64
Impuesto sobre la renta		-\$21,175.61	-\$9,147.26	\$13,180.65	\$54,255.03	\$229,346.50
Utilidad neta		-\$81,418.92	-\$11,109.25	\$126,976.04	\$389,093.18	\$851,067.70
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,668.92	\$48,909.19	\$54,778.30	\$61,351.69	\$68,713.90
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$277,422.00					
Flujos neto de efectivo	-\$277,422.00	-\$124,649.22	-\$49,700.51	\$93,283.16	\$360,538.95	\$1,520,453.18

Tabla 25: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 10% para financiamientos del 25%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$572,293.20	\$678,696.76	\$868,988.56	\$1,195,650.94	\$1,744,831.24
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$63,641.60	\$145,991.96	\$301,134.26	\$586,828.87	\$1,780,821.02
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,645.32	\$14,025.18	\$11,090.63	\$7,803.94	\$4,122.83
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,722.93	\$6,786.97	\$8,689.89	\$11,956.51	\$24,374.56
Utilidad bruta		-\$104,077.38	-\$25,322.09	\$122,535.00	\$395,957.16	\$1,563,670.34
Impuesto sobre la renta		-\$15,611.61	-\$3,798.31	\$18,380.25	\$59,393.57	\$234,550.55
Utilidad neta		-\$39,136.42	\$34,979.83	\$177,938.53	\$446,222.05	\$915,995.51
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,834.46	\$24,454.60	\$27,389.15	\$30,675.85	\$34,356.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$138,711.00					
Flujos neto de efectivo	-\$416,133.00	-\$65,721.40	\$10,413.75	\$155,336.29	\$425,471.75	\$1,589,503.83

Tabla 26: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15% para financiamiento del 70%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$540,499.14	\$640,991.39	\$820,711.41	\$1,129,225.89	\$1,647,896.17
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$57,254.50	\$60,576.55	\$66,005.37	\$74,068.45	\$85,598.43
Utilidad Marginal		-\$4,958.93	\$69,344.52	\$210,425.09	\$472,788.39	\$1,628,858.39
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$46,606.90	\$39,270.52	\$31,053.77	\$21,851.02	\$11,543.93
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,404.99	\$6,409.91	\$8,207.11	\$11,292.26	\$23,405.21
Utilidad bruta		-\$202,321.54	-\$126,837.81	\$12,345.47	\$268,533.85	\$1,405,255.96
Impuesto sobre la renta		-\$30,348.23	-\$19,025.67	\$1,851.82	\$40,280.08	\$210,788.39
Utilidad neta		-\$146,721.04	-\$85,308.83	\$38,411.67	\$277,629.29	\$703,159.73
Costos financieros en concepto de pago principal		\$61,136.49	\$68,472.87	\$76,689.62	\$85,892.37	\$96,199.45
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$388,390.80					
Flujos neto de efectivo	-\$166,453.20	-\$203,267.60	-\$135,120.24	-\$4,153.71	\$242,831.91	\$1,369,246.94

Tabla 27: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15 % para financiamientos del 50%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$540,499.14	\$640,991.39	\$820,711.41	\$1,129,225.89	\$1,647,896.17
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$40,896.07	\$43,268.96	\$47,146.69	\$52,906.03	\$61,141.74
Utilidad Marginal		\$11,399.50	\$86,652.11	\$229,283.77	\$493,950.80	\$1,653,315.08
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$33,290.64	\$28,050.37	\$22,181.27	\$15,607.87	\$8,245.67
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,404.99	\$6,409.91	\$8,207.11	\$11,292.26	\$23,405.21
Utilidad bruta		-\$172,646.86	-\$98,310.08	\$40,076.65	\$295,939.41	\$1,433,010.92
Impuesto sobre la renta		-\$25,897.03	-\$14,746.51	\$6,011.50	\$44,390.91	\$214,951.64
Utilidad neta		-\$112,895.04	-\$48,437.57	\$79,181.67	\$323,332.38	\$755,101.98
Costos financieros en concepto de pago principal		\$43,668.92	\$48,909.19	\$54,778.30	\$61,351.69	\$68,713.90
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$277,422.00					
Flujos neto de efectivo	-\$277,422.00	-\$156,125.34	-\$87,028.83	\$45,488.79	\$294,778.15	\$1,424,487.46

Tabla 28: Aumento de costo de producción y disminución de ingreso por ventas del 15% para financiamiento del 25%

Año	2023-2024	2024-2025	2025-2026	2026-2027	2027-2028	2028-2029
Ingreso por venta		\$540,499.14	\$640,991.39	\$820,711.41	\$1,129,225.89	\$1,647,896.17
Ingreso por valor de rescate						\$692,624.96
Costo de producción directos		\$488,203.57	\$511,070.32	\$544,280.95	\$582,369.06	\$626,064.31
Costo de producción indirectos		\$20,448.04	\$21,634.48	\$23,573.35	\$26,453.02	\$30,570.87
Utilidad Marginal		\$31,847.53	\$108,286.59	\$252,857.12	\$520,403.82	\$1,683,885.95
Costos administrativos		\$75,220.62	\$79,770.57	\$87,116.69	\$97,974.47	\$113,469.03
Costos de venta		\$9,939.66	\$10,540.89	\$11,511.61	\$12,946.36	\$14,993.81
Costos financieros en concepto de interés		\$16,645.32	\$14,025.18	\$11,090.63	\$7,803.94	\$4,122.83
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Impuesto municipal 1%		\$5,404.99	\$6,409.91	\$8,207.11	\$11,292.26	\$23,405.21
Utilidad bruta		-\$135,553.50	-\$62,650.41	\$74,740.63	\$330,196.36	\$1,467,704.62
Impuesto sobre la renta		-\$20,333.03	-\$9,397.56	\$11,211.09	\$49,529.45	\$220,155.69
Utilidad neta		-\$70,612.55	-\$2,348.50	\$130,144.16	\$380,461.24	\$820,029.80
Costos financieros en concepto de pago principal		\$21,834.46	\$24,454.60	\$27,389.15	\$30,675.85	\$34,356.95
Depreciación		\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44	\$60,190.44
Inversión activos fijos y diferidos	\$469,576.95					
Capital de trabajo	\$85,267.06					
Préstamo	\$138,711.00					
Flujos netos de efectivo	-\$416,133.00	-\$97,197.53	-\$26,914.57	\$107,541.92	\$359,710.95	\$1,493,538.11

II. Cuantificaciones de emisiones de CO₂

3.1 Factores de emisiones

Factores de emisión proporcionados por la directriz IPCC 2006.

Tabla 29: Factores de emisión de las directrices IPCC

Combustible	Factor de emisión	Unidad	Incertidumbre
Diesel Oíl	74100	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Fuel Oíl	77400	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Residuos vegetales	100000	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Gas licuado de petróleo	63100	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Leña	112000	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Gasolina	69300	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Kerosene y keroturbo	71900	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Coque de petróleo	97500	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Otras Biomosas	112000	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Gas de refinería	500	Kg CO ₂ / TJ	±7%
Bagazo de caña	780	Kg/mg	0

En el balance energético se contabiliza dos tipos de energía térmica, por fuente de Diesel y Fuel Oíl, y las térmicas de biomasa constituidas por leña, bagazo de caña biogás, fuel oíl y diésel. Por lo que para cada fuente se realizara una media, en el caso de bagazo de caña posee unidades de Kg CO₂/ mg de bagazo, por lo que se podría realizar una conversión para expresar en unidades similares a Kg CO₂/TJ.

Según el documento “ENERGÍA DISPONIBLE A PARTIR DE BIOMASA DE RESIDUOS DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum spp.)”, 1 Kg de bagazo de caña genera 37.5 MJ.

$$\frac{780 \text{ Kg CO}_2}{1 \text{ mg de bagazo}} \cdot \frac{1000 \text{ mg bagazo}}{1 \text{ gr Bagazo}} \cdot \frac{1000 \text{ gr bagazo}}{1 \text{ Kg bagazo}} \times \frac{1 \text{ Kg bagazo}}{37.5 \text{ MJ}} \times \frac{\text{MJ}}{1 \times 10^6 \text{ TJ}} = 20.8 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{TJ}}$$

A. Factor de emisión promedio de diese y fuel oíl, Para central térmica

$$\text{Factor promedio} = \frac{\text{Factor diesel} + \text{factor fuel oil}}{2}$$

$$\text{Factor promedio} = \frac{74100 + 77400}{2} = 75750 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{TJ}}$$

$$\frac{75,750 \text{ Kg CO}_2}{\text{TJ}} \cdot \frac{3.6 \text{ TJ}}{1 \text{ GWh}} \cdot \frac{1 \text{ GWh}}{1000 \text{ MWh}} \times \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} = 0.273 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

Factor de emisión promedio de leña, bagazo, otras biomásas, diesel y fuel oil, Para central térmicas mixtas. En el caso del bagazo se realizó la conversión de unidades kg CO₂/ mg de bagazo a Kg CO₂/TJ.

$$\text{Factor promedio} = \frac{74100 + 77400 + 20.8 + 112000 + 112000}{5}$$

$$\text{Factor promedio} = 75104.36 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{TJ}}$$

$$\frac{75104.36 \text{ Kg CO}_2}{\text{TJ}} \cdot \frac{3.6 \text{ TJ}}{1 \text{ GWh}} \cdot \frac{1 \text{ GWh}}{1000 \text{ MWh}} \times \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} = 0.270 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

B. Factores de emisión por transformación de energéticos.

Tabla 30: Factores de emisión por plantas eléctricas

Fuente de emisión	Cantidad	Factor [kg de CO ₂ /kWh]	Emisión [kg/kWh]
Plantas Solares	9	0.2	1.8
Pantas de Biomasa	4	0.2	0.8
Planta Eólicas	4	0.2	0.8
Plantas Geotérmica	2	0.2	0.4
Plantas Hidroeléctrica	33	0.2	6.6
Planta Térmicas	23	0.2	4.6

- Plantas solares.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn CO}_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de CO}_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn CO}_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}\right) (9) = 1.8 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

- Planta Térmicas de biomasa.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn CO}_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de CO}_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn CO}_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}\right) (4) = 0.8 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

- Planta Eólicas.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn CO}_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de CO}_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn CO}_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}\right) (4) = 0.8 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

- Planta Geotérmica.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn CO}_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ kWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de CO}_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn CO}_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}\right) (2) = 0.4 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

- **Planta Hidroeléctrica.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn } CO_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ KWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de } CO_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn } CO_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg } CO_2}{\text{KWh}}\right) (2) = 6.6 \frac{\text{Kg } CO_2}{\text{KWh}}$$

- **Planta Térmica.**

$$\frac{0.2 \text{ Tn } CO_2}{\text{MWh}} \cdot \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ KWh}} \cdot \frac{1000 \text{ Kg de } CO_2 \text{ GWh}}{1 \text{ Tn } CO_2} = \left(0.2 \frac{\text{Kg } CO_2}{\text{KWh}}\right) (2) = 4.6 \frac{\text{Kg } CO_2}{\text{KWh}}$$

3.2 Conversión de factores para la etapa de extracción.

Para el estudio de las emisiones de CO₂, en yacimiento a cielo abierto se contabilizo la cantidad extraída en el año 2023 siendo 53,110 Tm, en el caso de extracción de variantes de yeso mineral, no se encontraron registro aunque en información de libro de mineralogía existe una proporción los porcentajes en extracción de minerales ronda 1.2-1.5%, lo cual se tomó el valor medio siendo 1.35%, que representa 716.985 Toneladas métricas, por lo que estos valores de variantes no se contabilizan en los informes. Los factores obtenidos realmente son cofactores, las unidades están invertidas, por lo que se realizó el siguiente procedimiento para obtener unidades en kg CO₂/ kWh.

- **Consumo de electricidad.**

$$1.02 \frac{\text{kWh}}{\text{Tn yeso}} \cdot 0.534 \frac{\text{Kg } CO_2}{1000 \text{ KWh}} \cdot 790 \text{ Tn yeso} = 430.608 \text{ Kg } CO_2$$

- **Consumo diésel.**

$$5.86 \frac{\text{kWh}}{\text{Tn yeso}} \cdot 0.534 \frac{\text{Kg } CO_2}{1000 \text{ KWh}} \cdot 790 \text{ Tn yeso} = 2473.9 \text{ kg } CO_2$$

- **Consumo Fuel Oíl.**

$$0.68 \frac{\text{kWh}}{\text{Tn yeso}} \cdot 0.534 \frac{\text{Kg } CO_2}{1000 \text{ KWh}} \cdot 790 \text{ Tn yeso} = 0.2871 \text{ kg } CO_2$$

$$\text{Total de emisiones} = (0.2871 + 2473.9 + 43.608) \text{ kg } CO_2$$

$$\text{Total de emisiones} = 3191.6 \text{ Kg } CO_2$$

3.3 Emisiones del transporte de materia prima.

Los datos proporcionados para el consumo de combustible se obtuvieron de datos actuales por lo que los cálculos correspondientes se muestran.

- **Camión A**

$$\frac{2.613 \text{ Kg } CO_2}{L \text{ diesel}} \cdot \frac{1 L \text{ diesel}}{5.65 \text{ Km}} \cdot 12 \text{ Km} = 5.550 \text{ Kg } CO_2$$

- **Camión B**

$$\frac{2.613 \text{ Kg } CO_2}{L \text{ diesel}} \cdot \frac{1 L \text{ diesel}}{5.65 \text{ Km}} \cdot 9 \text{ Km} = 4.162 \text{ Kg } CO_2$$

- **Montacarga**

$$\frac{2.613 \text{ Kg } CO_2}{L \text{ diesel}} \cdot \frac{1 L \text{ diesel}}{5.65 \text{ Km}} \cdot 2 \text{ Km} = 1.161 \text{ Kg } CO_2$$

Total de emisiones = (1.161+4.162+5.550) Kg CO₂

Total de emisiones = 10.873 Kg CO₂