



“Optimización del portafolio de proyectos de Gerencia de Minería”

Valentina Paz Marín Gutiérrez

15 de septiembre de 2023

Ingeniería Civil Industrial

Resumen ejecutivo:

CyD busca un avance significativo en su proceso de toma de decisiones para la selección de proyectos al pasar de criterios subjetivos a un enfoque más cuantitativo y estandarizado. La implementación de un modelo de optimización basado en Programación Lineal Entera (ILP, por sus siglas en inglés) y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) representa un paso crucial hacia el aumento de la eficiencia operativa y la alineación estratégica con los objetivos financieros de la organización.

Un análisis económico meticuloso revela que la selección de proyectos basada en el algoritmo produce resultados superiores en comparación con la metodología subjetiva anterior. La optimización no solo maximiza la utilidad general, sino que también cumple con restricciones críticas, ofreciendo una solución viable y estratégica para el portafolio de proyectos de la empresa. Este hallazgo refuerza la importancia de adoptar enfoques más cuantitativos y basados en datos en la toma de decisiones estratégicas.

La metodología del proyecto, estructurada en seis etapas, proporciona una guía clara desde el análisis de datos históricos hasta la evaluación de riesgos, asegurando una implementación efectiva y sostenible. La flexibilidad incorporada en la metodología, con la posibilidad de integrar enfoques ágiles, garantiza la adaptabilidad a cambios y desafíos emergentes durante la ejecución del proyecto.

La definición de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) establece un marco sólido para evaluar el éxito del proyecto de optimización del portafolio. Al centrarse en el beneficio y los márgenes de contribución, así como en la calidad cualitativa de los proyectos seleccionados, la empresa puede monitorear constantemente el progreso y realizar ajustes proactivos cuando sea necesario.

En resumen, la exitosa implementación de este proyecto no solo mejorará la eficiencia y rentabilidad en la selección de proyectos de CyD, sino que también sentará las bases para una toma de decisiones más informada y estratégica. Este enfoque significa no solo una evolución en la gestión de proyectos, sino también un catalizador para el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo en un entorno empresarial dinámico y competitivo. CyD está en posición de cosechar los beneficios de esta iniciativa, marcando un hito significativo en su camino hacia el éxito sostenible.

Executive resumé:

CyD seeks a significant leap in its project selection decision-making process by transitioning from subjective criteria to a more quantitative and standardized approach. The implementation of an optimization model based on Integer Linear Programming (ILP) and Analytic Hierarchy Process (AHP) represents a crucial step towards enhancing operational efficiency and strategic alignment with the organization's financial objectives.

Meticulous economic analysis reveals that project selection based on the algorithm yields superior results compared to the previously subjective methodology. The optimization not only maximizes overall utility but also complies with critical constraints, offering a viable and strategic solution for the company's project portfolio. This finding reinforces the importance of adopting more quantitative and data-driven approaches in strategic decision-making.

The project methodology, structured into six stages, provides clear guidance from historical data analysis to risk assessment, ensuring an effective and sustainable implementation. The flexibility embedded in the methodology, with the potential to integrate agile approaches, ensures adaptability to emerging changes and challenges during project execution.

The definition of Key Performance Indicators (KPIs) establishes a robust framework to evaluate the success of the portfolio optimization project. By focusing on profit and contribution margins, as well as the qualitative quality of selected projects, the company can constantly monitor progress and make proactive adjustments when necessary.

In summary, the successful implementation of this project will not only enhance efficiency and profitability in CyD's project selection but will also lay the groundwork for more informed and strategic decision-making. This approach signifies not only an evolution in project management but also a catalyst for long-term growth and sustainability in a dynamic and competitive business environment. CyD is poised to reap the benefits of this initiative, marking a significant milestone in its journey toward sustainable success.

Índice:

1. Introducción:	4
2. Objetivos:	8
3. Estado del arte:	10
4. Soluciones propuestas:	13
5. Evaluación Económica:	21
6. Metodologías:	26
7. Medidas de desempeño:	28
8. Desarrollo del proyecto:	30
9. Resultados:	31
10. Conclusiones y discusión:	32
11. Referencias:	33
12. Anexo:	36

1. Introducción:

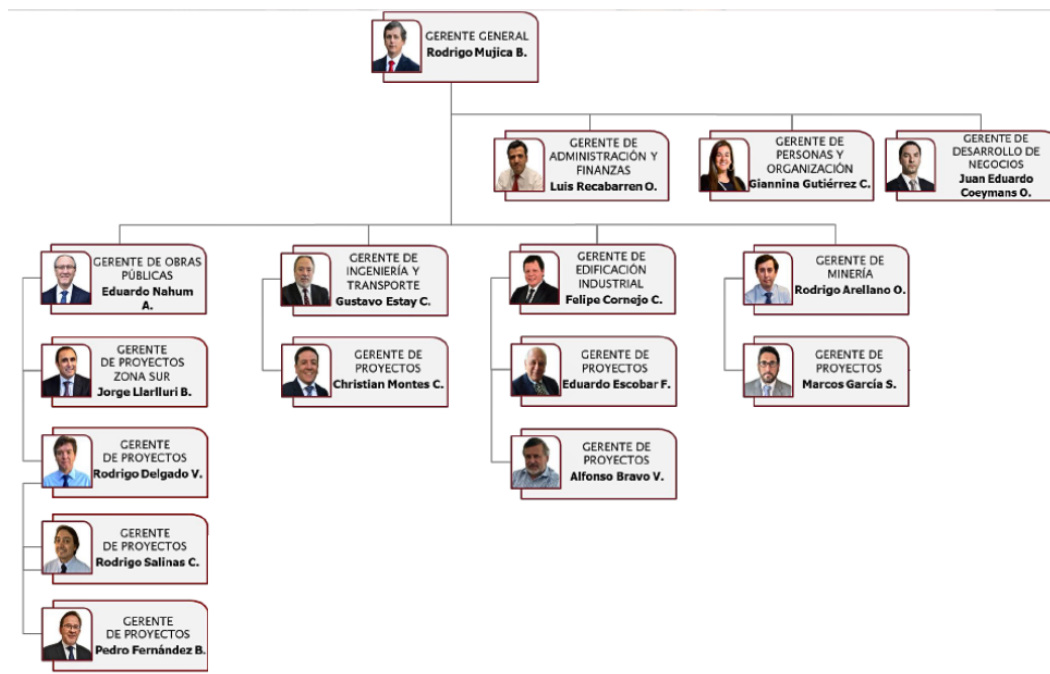
Contexto empresa:

CyD es una empresa de ingeniería constituida como una sociedad comercial de responsabilidad limitada fundada por los ingenieros Enrique Cruz y Benjamín Dávila en 1977. La empresa se rige por los principios de la satisfacción del cliente, la honestidad, la integridad, la lealtad y el respeto, la excelencia profesional y la responsabilidad personal, así como el trabajo en equipo y la búsqueda constante de mejoras.

Su misión consiste en proporcionar servicios de ingeniería de alta calidad, desarrollados con costos competitivos, utilizando tecnologías y técnicas adecuadas de gestión de proyectos, con el propósito de añadir valor para el cliente o mandante.

El enfoque comercial de la empresa se basa en la prestación de servicios de ingeniería, que abarcan áreas como la minería, la edificación, el desarrollo vial y otras disciplinas. Entre los servicios que ofrece se incluyen inspecciones técnicas de obras, donde asume el rol de propietario durante la ejecución del proyecto; servicios de gestión de proyectos; diseño y desarrollo de ingeniería, asesorando en todas las etapas de proyectos de inversión; servicios técnicos financieros, que implican el análisis técnico, normativo, reglamentario y legal de activos necesarios; y finalmente, peritajes y resolución de controversias, que involucran una asociación técnica para evaluar la responsabilidad de las partes ante eventos. La empresa ostenta certificaciones de calidad ISO 9001, de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001, y de gestión medioambiental ISO 14001.

La estructura organizativa de la empresa está liderada por Enrique Cruz U. como presidente ejecutivo y Hugo Ortiz S. en el Directorio. Rodrigo Mujica ocupa el puesto de Gerente General. A continuación, están los Gerentes de diferentes áreas, incluyendo Administración y Finanzas (Luis Recabarren O.), Personas y Organización (Gianna Gutiérrez), Desarrollo de Negocios (Juan Eduardo Coeymans O.), Minería (Rodrigo Arellano O.), Edificación Industrial (Felipe Cornejo), Ingeniería y Transporte (Gustavo Estay), y Obras Públicas (Eduardo Nahum).



Organigrama General empresa CyD.

Contexto del Área de Trabajo:

La Gerencia en la que se lleva a cabo el proyecto de pasantía es GMI, que corresponde a la Gerencia de Minería, liderada por su gerente, Rodrigo Arellano O. con más de setecientos empleados, la gerencia que aporta más del 44% de los ingresos de la compañía y con proyectos a lo largo de todo Chile, Chuquicamata, el Teniente, Centinela, Gaby son algunos pocos; con clientes como BHP, Codelco, Soquimich, etc. En consecuencia, la gerencia se divide en diferentes divisiones.

Bajo la supervisión de Rodrigo Arellano O., las áreas y responsabilidades incluyen:

- Gerente de Proyectos de la Zona Norte: Marcos García S.
- Directores de Proyectos: Sergio Silvestre A. y Felipe Alvarado V.
- Jefe y Administrador de Proyectos: Carlos Astorga A.
- Jefe de Proyectos: Marcos Sánchez I.
- Reclutamiento: Jorge Murray G., Jossip Vucina M., Alonso Santana, Fernando Sepúlveda, Claudia Maluenda, y Alonso Santana.

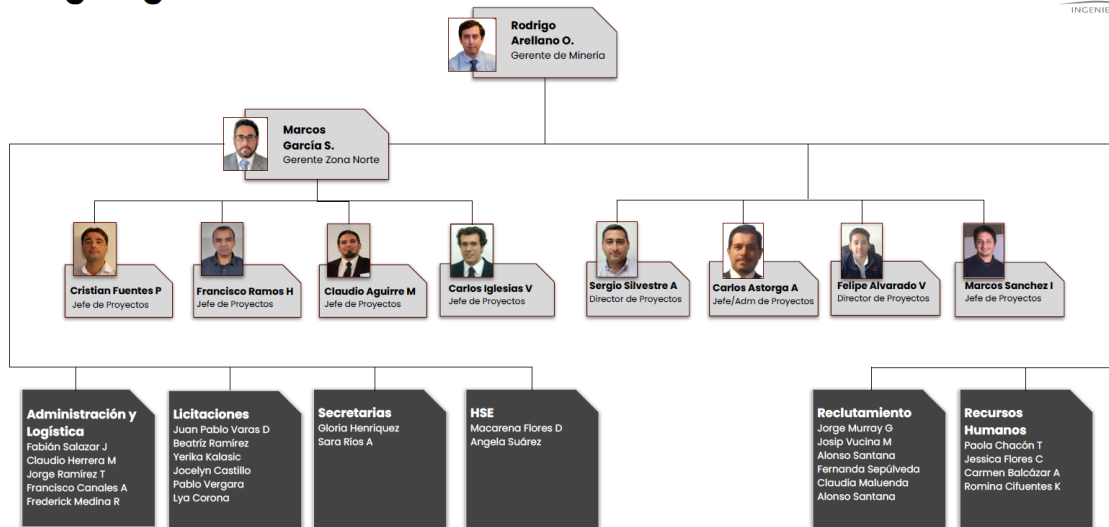
- Recursos Humanos: Paola Chacón T., Jessica Flores C., Carmen Balcázar A., y Romina Cifuentes.

Áreas bajo la supervisión de Marcos García S.:

- Administración y Logística: Fabian Salazar S., Claudio Herrera M., Jorge Ramírez T., Francisco Canales A., y Frederick Medina R.
- Licitaciones: Juan Pablo Varas, Beatriz Ramírez, Yerika Kalaric, Jocelyn Castillo, Pablo Vergara, y Lya Corona.
- Secretaría: Gloria Henríquez y Sara Ríos A.
- HSE (Salud, Seguridad y Medio Ambiente): Macarena Flores D. y Angela Suárez.
- Jefes de Proyectos: Cristián Fuentes P., Francisco Ramos H., Claudio Aguirre M., y Carlos Iglesias

Dentro de la gerencia, me integraré bajo la tutela de Marcos Sánchez para el desarrollo de mi proyecto ingenieril. Aunque la mayoría de la gerencia opera en la segunda región, específicamente en la ciudad de Antofagasta, yo colaboraré en su sede principal en Santiago, junto al gerente de minería.

Organigrama Gerencia



Organigrama General Gerencia Minería CyD.

Contexto problema:

En un entorno empresarial, como es el caso de las empresas de ingeniería de servicios, la toma de decisiones se convierte en un factor crítico para alcanzar y mantener el éxito sostenible de la organización. En este contexto, la optimización de recursos y el logro de metas financieras son esenciales, especialmente en lo que respecta a la selección adecuada de proyectos que conforman la cartera de la empresa, tal y como mencionaba Doug Wheeler en su tesis “La selección de proyectos y programas de trabajo es una función clave de las organizaciones tanto del sector público como del privado... lo que proporcionará una buena relación calidad-precio y un retorno de la inversión; contarán con los recursos adecuados y se les dará prioridad”(Douglas, 2013), por lo que se buscará mejorar las relaciones, retornos, recursos y priorización en este caso, a la Gerencia de Minería.

El presente informe aborda un desafío identificado por el Gerente de Minería, quien enfrentaba dificultades al momento de seleccionar proyectos para incluir en el portafolio de manera óptima, con el propósito de cumplir con los objetivos de margen de contribución y utilidad establecidos.

De manera más profunda, el problema radica en la incertidumbre sobre qué proyectos contribuirán de manera más efectiva a los márgenes de contribución y utilidad, al mismo tiempo que se alineen con las prioridades y objetivos organizacionales. El enfoque actual basado en ensayo y error dificulta la formación de una cartera que maximice el potencial de rendimiento financiero y esté alineada con los objetivos estratégicos de la empresa. Esto pone de manifiesto la ausencia de una estrategia clara para la selección de nuevos proyectos, lo que podría estar impactando en la competitividad de la empresa y en la satisfacción de los accionistas, entre otros aspectos.

Tras un minucioso análisis de los datos históricos de los últimos tres años, se ha identificado una discrepancia entre los márgenes de contribución y utilidad reales y las metas establecidas por la gerencia general. Específicamente, se constató que ambos márgenes reales se encontraban en promedio un 1,23% por debajo de las metas. Además, se puede observar que se presenta un incumplimiento acumulado de las metas de un 3,7%, causado por el desempeño menos rentable de los proyectos, agravado por el contexto de la pandemia para el 2020 y la finalización de un proyecto importante con BHP el 2021. Esta brecha entre los márgenes reales y los objetivos preestablecidos ha generado la necesidad de implementar estrategias que reduzcan significativamente esta diferencia, asegurando así un rendimiento financiero más acorde con los objetivos de la organización.

Margen Contribución				Margen Utilidad		
Año	Meta	Real		Año	Meta	Real
2020	17%	12,8%		2020	12%	7,8%
2021	16%	15,2%		2021	11%	10,1%
2022	13%	14,3%		2022	8,00%	9,3%
Promedio	15%	14,1%		Promedio	10%	9,1%

2. Objetivos:

En el contexto actual, la meta para el año 2023 se definió en un margen de contribución del 12.9%. Hasta julio, el porcentaje acumulado es del 11.5%, lo que significa que falta un 1.4% para cumplir la meta hasta diciembre. Por lo tanto, el objetivo general SMART establecido consiste en incrementar los márgenes en un 1.4% en los próximos cuatro meses mediante la optimización del portafolio de proyectos (PPOS: Project Portfolio Optimal Selection). Esto resultará en un aumento del margen de contribución de \$388 millones a \$427 millones, así como del margen de utilidad de \$248 millones a \$287 millones.

- **S (Específico):** El objetivo se enfoca claramente en una meta específica: aumentar los márgenes en un 1.4% a través de la optimización del portafolio de proyectos.
- **M (Medible):** El objetivo se puede medir de manera precisa mediante indicadores financieros. Se busca un aumento del margen de contribución de \$388 MM a \$427 MM y del margen de utilidad de \$248 MM a \$287 MM.
- **A (Alcanzable):** Aumentar los márgenes en un 1.4% es un objetivo que, aunque ambicioso, es alcanzable a través de la optimización del portafolio de proyectos. Se basa en información y análisis previos.
- **R (Relevante):** Este objetivo es altamente relevante para la organización, ya que se centra en mejorar la rentabilidad financiera mediante la toma de decisiones informadas sobre los proyectos.
- **T (Temporal):** El objetivo tiene un plazo específico de 4 meses, lo que establece un marco temporal concreto para lograr este aumento de márgenes.

El aumentar los márgenes de contribución y utilidad en un 1.4% en un periodo de cuatro meses, aunque ambicioso, es alcanzable y se alinea directamente con la optimización del portafolio de proyectos. Los montos de referencia de aumento en los márgenes de contribución y utilidad, que son

aproximadamente treinta y nueve millones, reflejan el impacto financiero esperado tras la implementación de la optimización.

Con el objetivo general establecido, se puede desglosar en cuatro objetivos específicos. En primer lugar, se busca analizar los márgenes actuales, lo cual implica una evaluación detallada de los márgenes de utilidad de la Gerencia de Minería en la actualidad. A través de la revisión de datos históricos, se pretende identificar los proyectos que tienen una contribución menos significativa en los márgenes. Se espera que este análisis proporcione una visión más precisa de las áreas y tipos de proyectos que necesitan mayor atención.

En segundo lugar, está la identificación de factores. Esto implica determinar los factores clave que tienen un impacto negativo en los márgenes. Se llevará a cabo un análisis exhaustivo de los costos, ineficiencias operativas y otros aspectos que puedan afectar el rendimiento financiero. La información se recopilará en base a los datos de costos, proyecciones de ingreso, simulaciones de los costos internos, propuestas para licitaciones, entre otros. Una vez identificados, se podrán implementar estrategias enfocadas en abordar las causas fundamentales del problema, atacando así el objetivo general en el Relevante y Específico.

La tercera metodología es el desarrollo de estrategias, donde se busca diseñar enfoques efectivos para la optimización del portafolio de proyectos. Utilizando el análisis de datos y la identificación de factores como base, se crearán estrategias que maximicen la contribución de los proyectos a los márgenes de utilidad y contribución. Estas estrategias estarán alineadas con los objetivos generales para garantizar su cumplimiento. Se definirán indicadores clave para medir y controlar el alineamiento de los resultados con las metas.

Por último, se busca la implementación de cambios. Esto implica ejecutar las estrategias propuestas, junto con ajustes en la asignación de recursos, la gestión de costos y la ejecución de proyectos. Lograr una implementación efectiva requerirá la cooperación de diversos equipos y personas, además de una supervisión constante para asegurar que los cambios y resultados tengan el impacto deseado en los márgenes. Los objetivos presentados están en consonancia con la necesidad de reducir la brecha existente en los márgenes de contribución y utilidad. El propósito es mejorar significativamente el rendimiento financiero de la empresa, garantizando también la alineación con los objetivos

organizacionales y la mejora continua de las operaciones. Esto se logrará a través de un enfoque sistemático y la implementación de medidas específicas.

3. Estado del arte:

El problema identificado, según la literatura, está directamente relacionado con el término "PPM" (Project Portfolio Management), que se refiere a la gestión del portafolio de proyectos.

Los beneficios de una implementación adecuada de PPM son numerosos, entre ellos se destacan: “alinear los objetivos del proyecto con la estrategia empresarial, tomar decisiones informadas, mejorar el proceso de selección de proyectos, minimizar los riesgos, maximizar el impacto empresarial, utilizar de manera óptima los recursos en toda la empresa, entregar proyectos dentro del tiempo y el presupuesto, aumentar el retorno de la inversión, mejorar la productividad con una colaboración en equipo mejorada, gestionar eficazmente los equipos de operaciones en todo el proyecto y crear activos mientras se comparten mejores prácticas” (Gupta, 2023).

Para una implementación efectiva en el proyecto universitario, nos enfocaremos en una de las seis subáreas del PPM, específicamente en el área de gestión de portafolio.



Glosario de APRIKA.com

El Problema de Selección de Portafolio (PSP) es un desafío fundamental en el ámbito financiero que busca maximizar el retorno de una inversión mientras se minimiza el riesgo asociado. A lo largo de los años, varios investigadores han abordado este problema desde diferentes perspectivas y enfoques.

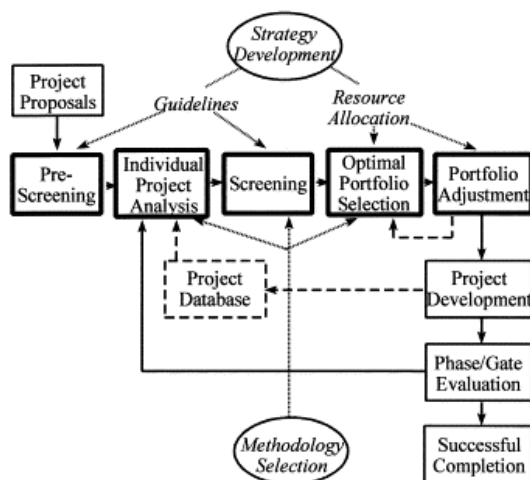
Para comprender mejor el PSP, utilizamos como referencia el texto "Project Portfolio Selection through Decision Support" de Ghasemzadeh y Archer (2000). Este texto se centra en la gestión de proyectos y destaca que la selección de proyectos se vuelve más compleja cuando los recursos no son uniformes a lo largo del tiempo. Esto resalta la importancia de considerar las limitaciones de recursos en la selección de proyectos. Otro estudio relevante es "Contributing Factors to Optimal Project Portfolio Selection" de Wheeler (2013), donde se discute cómo tomar decisiones para seleccionar proyectos en función de recursos limitados y restricciones físicas y financieras.

Por otro lado, para comprender qué elementos se deben considerar para la creación de un modelo de toma de decisiones, consultamos el artículo "Fuzzy Improvement-Project Portfolio Selection Considering Financial Performance and Customer Satisfaction" de Tansakul y Pisal Yenradee (2020). Este estudio se enfoca en la evaluación de proyectos de inversión en grandes organizaciones y destaca la importancia de considerar tanto los beneficios financieros como los no financieros al seleccionar proyectos.

Para obtener referencias sobre cómo se ha abordado este problema en el pasado, tomamos como referencia dos estudios adicionales. El primero es "Artificial Bee Colony Algorithm for Constrained Possibilistic Portfolio Optimization Problem" de Chen (2015), donde se propone un modelo de optimización que considera restricciones del mundo real en la selección de activos. Se menciona la necesidad de mejorar y extender el modelo de Markowitz, especialmente cuando se trata de distribuciones asimétricas de retornos y restricciones prácticas como costos de transacción y límites en la cantidad de activos en el portafolio. Además, se basó en el texto "Resolución del Problema de Selección de Portafolio Bi-Objetivo Utilizando Algoritmos Culturales" de Andrea Vasconcellos (2011), que se enfoca en el PSP desde una perspectiva de optimización multiobjetivo y destaca cómo se puede maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo de manera simultánea, superando la limitación de la formulación original de Markowitz.

En base a los estudios recopilados y literatura con respecto a la selección del portafolio de proyectos se puede determinar que en el proceso que se profundizará y desarrollará el presente informe es la etapa de optimización de la selección de proyectos la cual se busca maximizar la utilidad, sin

embargo, las otras etapas serán fundamentales para la realización del proyecto y se creará una metodología basándose en estos.



Project portfolio selection framework (Archer & Ghasemzadeh 1999)

Tomando como base el framework desarrollado por Archer & Ghasemzadeh, se concluye que la metodología debe ser secuencial y considerar múltiples objetivos, restricciones del mundo real y riesgos en la selección de portafolios de inversión. En este sentido, se propone una metodología que englobe de manera general los procedimientos a realizar para la selección del portafolio de proyectos.

Por otro lado, debido a que la toma de decisión hasta el momento ha sido únicamente tomando en cuenta variables subjetivas y con ello ha conllevado a un resultado por debajo de las metas, se plantea incorporar una variable objetiva para la toma de decisión. La inclusión de factores cuantitativos y objetivos dentro de las decisiones, en especial, dentro del contexto de seleccionar proyectos que maximicen las utilidades, es crucial por varias razones, según se puede desprender de diversos documentos y artículos.

En primer lugar, se puede desprender del artículo de Stefanovic (2005) que los métodos cuantitativos son esenciales en el proceso de toma de decisiones, especialmente cuando se trata de decisiones complejas. Estos métodos permiten simular diversos escenarios y considerar una variedad de posibles resultados de diferentes cursos de acción. La selección del portafolio de proyectos es una decisión compleja y relevante debido a que estas son la fuente principal de ingresos de la compañía.

Por otro lado, lo que se desprende del análisis de Kumar (2015), se aboga por una práctica gerencial de tomar decisiones basadas no solo en la intuición, sino en la intuición acompañada de análisis cuantitativo. Esto sugiere que una combinación de análisis cuantitativo y consideraciones cualitativas podría ser una estrategia efectiva para la toma de decisiones.

Estas fuentes respaldan la idea de que la inclusión de factores cuantitativos y objetivos en la toma de decisiones es esencial para seleccionar proyectos que maximicen las utilidades en un contexto de ingeniería industrial. Esto es especialmente relevante cuando se trata de decisiones complejas que requieren una evaluación detallada de varios escenarios y factores. Dentro del contexto actual de CyD ingeniería, el cual solo toma sus decisiones de una manera subjetiva, se llega a la conclusión que, aplicando las prácticas propuestas, es decir, al incluir dentro de la toma de decisión ambos tipos de variables para potenciar los resultados.

4. Soluciones propuestas:

La empresa CyD quiere dar un paso significativo hacia la mejora de su proceso de toma de decisiones en la selección de proyectos. Actualmente, este proceso se basa en criterios subjetivos, lo que ha resultado en una desviación significativa de las metas financieras establecidas. Con el objetivo de estandarizar y cuantificar esta toma de decisiones, se llevaron a cabo una serie de reuniones estratégicas y formularios donde se determinó que la solución debería entregar lo siguiente: Entregar un óptimo global, no considerar riesgos, que posea un enfoque cuantitativo y cualitativo, que posea adaptabilidad ante el cambio de los datos y para el proyecto. Además se le agregaron los criterios: de fácil implementación y visto en la universidad para un mejor desarrollo del proyecto.

Selección de una Metodología de Optimización

Con la función objetivo claramente definida, se procedió a explorar diversas metodologías de optimización disponibles en la literatura. Por los textos de Chen (2015), García (2020), Tansakul & Yendaree (2020) y Andrea Vasconcellos (2011) se consideraron modelos de programación de metaheurísticas, por el paper de Diego Manotas Duque (2009) se consideraron los modelos de

Markowitz, por Cristobal Videla (2018) el método AHP y el modelo de programación lineal por el texto de Ianco & Muñoz (2017).

ITEM	Criterios	Solución Propuesta B: Markowitz	Solución Propuesta A: Metaheurísticas	Solución Propuesta C: PLE Binario	Solución Propuesta D: AHP
1	Entrega un óptimo global	1	0	1	1
2	Función objetivo no presenta riesgos	0	0	1	1
3	Enfoque Cuantitativo	1	1	1	0
4	Enfoque Cualitativo	0	0	1	1
5	Facilidad de Implementación	1	0	1	1
6	Adaptabilidad ante cambio de los datos	1	1	1	1
7	Adaptabilidad al proyecto de pasantía	0	0	1	1
8	Visto en la Universidad	1	0	1	0
TOTAL		5	2	8	6

Después de un análisis exhaustivo y una matriz de comparación, se optó por basarse en programación lineal entera binaria (ILP, por sus siglas en inglés) y en el proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés). Este enfoque combina la capacidad para abordar problemas complejos y la eficiencia computacional de la programación lineal, al mismo tiempo que considera criterios cualitativos además de proporcionar una solución binaria que es altamente adecuada para la selección de proyectos.

La estandarización y cuantificación de la toma de decisiones en la selección de proyectos en CyD representa un avance significativo. Al incorporar criterios cualitativos y cuantitativos, junto con una metodología de optimización sólida como ILP, la empresa está mejor posicionada para tomar decisiones informadas y alineadas con sus objetivos financieros y estratégicos. Este enfoque sistemático y basado en datos promete aumentar la eficiencia y la rentabilidad de la selección de proyectos en CyD, lo que beneficiará tanto a la empresa como a sus stakeholders.

Identificación de Variables Clave

Una vez ya definidos los modelos a basarse, se procederá a la construcción del modelo de optimización. En primer lugar, se identificaron las variables críticas que influyen en la decisión de selección de proyectos. Estas variables se derivan del conocimiento y la experiencia del gerente, de los jefes/directores de proyectos y del grupo de estudios de propuestas de la Gerencia de Minería. Por medio de reuniones y los formularios “Factores en la decisión actual” e “Importancia Factores”. Estará categorizada en cinco criterios fundamentales:

- **Monto:** Este criterio se relaciona directamente con los ingresos monetarios que un proyecto aportaría a la empresa. Se definió una escala que va desde "muy baja utilidad" hasta "muy alta utilidad".

Porcentaje Ut /Tamaño Inv	0MM-1MM	1MM-2MM	2MM-4MM	4MM-6MM	6MM-
0% - 2%	MUY BAJA UTILIDAD	MUY BAJA UTILIDAD	MUY BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD
2% - 4%	MUY BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD
4% - 6%	BAJA UTILIDAD	UTILIDAD NORMAL	UTILIDAD NORMAL	UTILIDAD NORMAL	UTILIDAD NORMAL
6% - 8%	UTILIDAD NORMAL	UTILIDAD NORMAL	UTILIDAD NORMAL	ALTA UTILIDAD	ALTA UTILIDAD
8% - 10%	UTILIDAD NORMAL	ALTA UTILIDAD	ALTA UTILIDAD	ALTA UTILIDAD	MUY ALTA UTILIDAD
10% -	ALTA UTILIDAD	ALTA UTILIDAD	ALTA UTILIDAD	MUY ALTA UTILIDAD	MUY ALTA UTILIDAD

- **Riesgo:** Se refiere a la variabilidad en los costos y se evaluó en función de la complejidad de calcular con precisión los costos de un proyecto. La escala se extiende desde "altamente riesgoso" hasta "muy seguro".
- **Cliente:** Este criterio se relaciona con la necesidad de captar al cliente y se evalúa en función de su demanda, desde "muy baja" hasta "alta".
- **Imagen de la Empresa (CyD):** Considera el impacto que el proyecto puede tener en la imagen de la empresa, desde "alto impacto negativo" hasta "alto impacto positivo".
- **Recurso Humano:** Evalúa la dificultad para reclutar personal para un proyecto, teniendo en cuenta factores como la ubicación y la especificidad de las tareas. Se mide desde "alta dificultad" hasta "muchísima facilidad".

Asignación de Ponderaciones

Una vez identificados estos criterios, tras una serie de reuniones con quienes toman la decisión dentro del proceso de licitaciones, a través del formulario “Decisión en la selección de un nuevo proyecto” se definió la siguiente asignación de ponderaciones y con ello determinar la importancia de

cada criterio en la toma de decisiones. Los resultados fueron los siguientes: Monto (30%), Riesgo (35%), Cliente (10%), Imagen CyD (10%) y Recurso Humano (15%), lo que suma un 100%.

	NOTA :	1	2	3	4	5	
ID	NOMBRE	MUY INCONVENIENTE	POCO INCONVENIENTE	NEUTRO	MODERADO CONVENIENTE	MUY CONVENIENTE	PORCENTAJE IMPORTANCIA
A	MONTO	MUY BAJA UTILIDAD	BAJA UTILIDAD	UTILIDAD INDIFERENTE	ALTA UTILIDAD	MUY ALTA UTILIDAD	30%
B	RIESGO	ALTAMENTE RIESGOSO	RIESGOSO	SEGURIDAD INDIFERENTE	SEGURO	MUY SEGURO	35%
C	CLIENTE	MUY BAJA NECESIDAD DE CAPTURA	BAJA NECESIDAD DE CAPTURA	NECESIDAD INDIFERENTE	NECESIDAD DE CAPTURA	ALTA NECESIDAD DE CAPTURA	10%
D	IMAGEN CYD	ALTO IMPACTO NEGATIVO	IMPACTO NEGATIVO	IMPACTO INDIFERENTE	IMPACTO POSITIVO	ALTO IMPACTO POSITIVO	10%
E	RECURSO HUMANO	ALTA DIFICULTAD RECLUTAMIENTO	DIFICULTAD RECLUTAMIENTO	RECLUTAMIENTO INDIFERENTE	FACILIDAD RECLUTAMIENTO	MUCHA FACILIDAD RECLUTAMIENTO	15%

Incorporación de una Dimensión Cuantitativa

Para incorporar una dimensión cuantitativa en la toma de decisiones, se introdujo el concepto de utilidad como factor determinante. La utilidad de cada proyecto se calcula restando los costos directos y los gastos generales y de administración y ventas a los ingresos totales. Esta medida cuantitativa de utilidad se suma a los criterios cualitativos previamente definidos.

Función objetivo

Una vez que se han definido meticulosamente los criterios que guiarán el proceso de selección de proyectos, es el momento de construir la función objetivo. Para lograr esto, se ha involucrado a las partes clave en la toma de decisiones, incluyendo al gerente y a los jefes de proyectos, quienes tienen un profundo conocimiento y experiencia en la evaluación de proyectos. La singularidad de esta función objetivo radica en su enfoque holístico, que combina dos dimensiones esenciales: la cualitativa y la cuantitativa. Esta combinación se ha establecido cuidadosamente por medio del formulario utilizado para la sección anterior, asignando un peso específico a las variables denominadas “Cualitativa” y “Cuantitativa”.

En primer lugar, el 30% de la función se origina en la ponderación de la matriz cualitativa previamente definida. Esta matriz, que encapsula criterios cualitativos esenciales como el monto, el riesgo, el cliente, la imagen de la empresa y el recurso humano, desempeña un papel vital en el proceso de decisión.

En segundo lugar, el 70% restante de la función objetivo se deriva de un componente cuantitativo crucial: la utilidad del proyecto que se está evaluando. Esta medida cuantitativa se calcula de manera precisa y detallada, teniendo en cuenta factores como los ingresos totales, los costos directos y los gastos generales y de administración y ventas.

Es importante destacar que la función objetivo está diseñada para maximizar la efectividad de la toma de decisiones. Para lograrlo, se introduce una variable de decisión binaria, representada como $Y(i)$, que se establece en cero si el proyecto no es seleccionado y en uno si se elige. Esta variable binaria sirve como una herramienta poderosa para determinar la inclusión o exclusión de un proyecto en el portafolio.

Parámetros		Variables Decisión	
Ing (i)	Ingreso del proyecto (i) x mes	Y(i)	Si se selecciona el proyecto (i)
Cos (i)	Costo del proyecto (i) x mes		
Cu (i)	Costo hundido del proyecto (i)		
MC (i)	Márgen de contribución del proyecto (i) x mes		
MU (i)	Márgen de utilidad del proyecto (i) x mes		
GG(i)	Gasto general del proyecto (i) x mes		
GAV(i)	Gastos de Administración y Ventas de GMI corresp al proyecto (i) x mes		
NOTA_A(i)	Nota del Monto (A) del proyecto i		
NOTA_B(i)	Nota de la Seguridad (B) del proyecto i		
NOTA_C(i)	Nota del tipo de Cliente(C) del proyecto i		
NOTA_D(i)	Nota de la Imagen CyD (D) del proyecto i		
NOTA_E(i)	Nota del Recurso Humano (E) del proyecto i		
cuanti	Porcentaje de importancia del MU en la toma de decisión (decisión Cuantitativa)		
cuali	Porcentaje de importancia del AHP en la toma de decisión (decisión Cualitativa)		
A,B,C,D,E	Nota del proyecto (i) para los parámetros A,B,C,D,E (1,5)		
a,b,c,d,e	Porcentaje de importancia para la toma de decisión por los parámetros A,B,C,D,E		
Restricciones		Función Objetivo	
i	IN	$Max = \sum_0^n (MU(i) \cdot Ing(i) \cdot Y(i)) \cdot cuanti + (P(i) \cdot Y(i)) \cdot cuali$	
0 <=	Ing(i), Cos(i), Cu(i), MC(i), MU(i), GG(i), GAV(i), NOTA_(A,B,C,D,E), cuanti, cuali, A,B,C,D,E, a,b,c,d,e	Cálculos	
Y(i)	{0, 1}	$MU = \frac{(Ing(i) - Cos(i) - GG(i) - GAV(i))}{Ing(i)}$	
$\sum_0^n MC$	>= 7,8%	$MC = \frac{(Ing(i) - Cos(i) - GG(i))}{Ing(i)}$	
$\sum (Ing(i) \cdot Y(i))$	>= 1,1 MM (por mes)	$Max = (\sum Ing(i) - \sum Cos(i) - \sum GG(i) - \sum GAV(i)) \cdot Y(i) \quad " + " (Y(i) \cdot P(i) \cdot cuali)$	
P(i) =	NOTA_A*0.35 + NOTA_B*0.30 + NOTA_C*0.10 + NOTA_D*0.10 + NOTA_E*0.15	$Max = (\sum MU(i) \cdot Ing(i)) \cdot Y(i) \quad " + " (Y(i) \cdot P(i) \cdot cuali)$	
Dev <=	3.3 MM (3 meses el ingreso esperado) = Máximo de deuda posible a incurrir	$Dev = \sum_0^n (Ing(i) \cdot 3 \cdot R \cdot Y(i))$	
		Datos extras que ojalá se cumplan (no obligatorio)	
		GG	Ing*3,32% APROX.
		GAV	Ing*5,1% APROX.
		$\sum_0^n MC$	>= 12,9%

Riesgos de la Implementación:

La implementación del modelo de optimización lineal binario conlleva diversos riesgos que necesitan ser considerados y gestionados con cautela. Estos riesgos se pueden categorizar en distintas áreas y requieren de estrategias de mitigación efectivas:

		Gravedad ----->				
Probabilidad ↑		1 Insignificante	2 Menor	3 Moderada	4 Importante	5 Catastrófica
	5 Muy probable	5	10 Recursos Humanos	15 Comunicación	20	25
	4 Probable	4	8 Tecnología	12	16 Datos	20
	3 Posible	3	6	9	12 Factores Externos	15
	2 No es probable	2	4	6 Tiempo	8	10
	1 Muy improbable	1	2	3	4	5

1. **Tecnología:** Existe la posibilidad de fallos técnicos inesperados en los sistemas informáticos utilizados para ejecutar el modelo, lo que podría afectar la implementación y la toma de decisiones basadas en el modelo. Además, la integración del nuevo modelo con los sistemas existentes en la organización podría presentar desafíos, como conflictos de software o datos. Para mitigar este riesgo, es necesario realizar pruebas exhaustivas del software y hardware antes de la implementación y mantener sistemas de respaldo para reducir el impacto de posibles fallos técnicos. Además, se debe llevar a cabo una evaluación de compatibilidad previa para identificar posibles conflictos y trabajar en soluciones de integración antes de la implementación. Este se considera un riesgo menor y probable.
2. **Datos:** La calidad de los datos de entrada es crucial para la precisión del modelo. La falta de datos completos y precisos en los estudios de proyectos puede llevar a resultados subóptimos.

Es decir, puede dificultar la calibración del modelo y la evaluación de su rendimiento. Para mitigar este riesgo, se pueden establecer protocolos de control de calidad de datos para garantizar la precisión y completitud de los datos de entrada. Es importante realizar auditorías regulares de datos y considerar la recopilación de datos históricos o la realización de análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de la no precisión en los datos. Este riesgo se considera importante y probable.

3. **Recursos Humanos:** El personal encargado de operar el modelo debe comprender los principios de la programación lineal y saber cómo utilizar la herramienta. La falta de habilidades técnicas podría obstaculizar la implementación efectiva. Por otro lado, la rotación del personal o la falta de personas clave que comprendan el modelo y su operación podría generar discontinuidad y dificultades en el proceso. Para mitigar este riesgo, es fundamental proporcionar capacitación y recursos educativos para el personal involucrado en la operación del modelo. También es necesario desarrollar manuales y procedimientos documentados para garantizar la continuidad de las operaciones en caso de rotación y capacitar al personal de reemplazo. Se considera un riesgo muy probable pero menor.
4. **Tiempo:** Factores imprevistos pueden conducir a retrasos en la implementación del modelo, lo que afectaría la capacidad de la organización para tomar decisiones basadas en el modelo de manera oportuna. Además, la presión por cumplir con plazos estrictos de los procesos de licitación podría llevar a decisiones apresuradas o a la falta de pruebas adecuadas antes de la implementación. Para mitigar este riesgo, es preciso establecer un cronograma realista con márgenes de tiempo para acomodar retrasos imprevistos. También es fundamental realizar un seguimiento continuo del progreso y tomar medidas correctivas. Es importante evaluar y establecer plazos realistas y alcanzables en base a la información recopilada de procesos anteriores de licitación, además de comunicar claramente los plazos a todas las partes involucradas. Es un riesgo moderado, pero poco probable.

5. **Factores Externos:** Cambios económicos inesperados podrían afectar la validez de los supuestos en los que se basa el modelo. Por otro lado, los cambios en las regulaciones gubernamentales pueden requerir ajustes en el modelo para cumplir con los nuevos requisitos legales. Para mitigar este riesgo, se debe monitorear el entorno económico y realizar análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de los cambios económicos en el modelo. También es crucial mantenerse actualizado sobre las regulaciones gubernamentales y realizar ajustes en el modelo según sea necesario para cumplir con los nuevos requisitos legales. Es un riesgo posible e importante.
6. **Comunicación:** La colaboración y comunicación insuficientes entre los equipos involucrados en la evaluación y selección de proyectos podrían dar lugar a malentendidos y desalineación. Además, la falta de claridad en los requisitos del modelo o las expectativas de resultados podría llevar a resultados no deseados. Para mitigar este riesgo, es necesario establecer canales de comunicación claros y promover la colaboración entre los equipos involucrados en la selección y estudios de proyectos. Además, se debe documentar claramente los requisitos del modelo y los resultados esperados, así como realizar reuniones regulares para aclarar dudas y expectativas. Se considera un riesgo moderado pero muy probable.

La identificación de estos riesgos y la implementación de estrategias de mitigación ayudarán a reducir la probabilidad de que ocurran problemas significativos durante la implementación del modelo de optimización lineal binario y aumentarán las posibilidades de éxito del proyecto.

Ya definidos los aspectos anteriores, se realizó un plan de implementación para que el proyecto sea llevado a cabo. Se determinaron seis etapas: Análisis y diagnóstico, Diseño de planificación, Aprobación, Implementación, Monitoreo y ajustes y por último el Informe final y cierre del proceso. Cada etapa se desglosa en distintas sub etapas e hitos a cumplir.

PLANIFICACIÓN		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE	
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
Análisis y diagnóstico	Recopilar datos históricos														
	Análizar márgenes														
	Identificar factores														
Diseño de planificación	Selección tipo modelo														
	Realización encuestas para el modelo														
	Creación modelo														
	Evaluación implicaciones y riesgos														
Aprobación	Realizar planificación de la implementación														
	Presentación empresa														
	Revisión ajustes solicitados por la empresa														
Implementación	Implementación de los ajustes aprobados														
	Recopilación datos proyectos a evaluar														
	Revisión y corroboración de datos														
	Selección y asignación														
	Ajustes de gestión														
	Comunicación y capacitación de equipo														
	Evaluación del equipo														
	Reforzar puntos débiles a partir evaluación														
Monitoreo y ajustes	Presentación resultados a empresa														
	Recopilación e indentificación ajustes necesarios														
	Revisión de los ajustes necesarios														
	Implementación ajustes para la mejora continua														
Informe final y cierre	Desarrollo informe														
	Presentación final														
	Cierre proceso														
Informes de Avance/Final															
Presentaciones UAI/Empresa															
Evaluación desempeño															

5. Evaluación Económica:

Para la evaluación económica se utilizarán cinco proyectos ofertados en la actualidad. Para cada proyecto se le realizará su flujo de caja correspondiente en pesos chilenos (CLP), obteniendo los datos a partir de los estudios de proyectos realizados por la empresa, además se calculará para cada uno su VAN y TIR. Con ello armado, se procederá a comparar la sumatoria de las utilidades de los proyectos seleccionados en base a los criterios de la empresa y comparándolo con la selección en base a mi modelo de optimización. Se revisará que ambas cumplan con las restricciones establecidas. A continuación, se pueden observar los flujos de caja con sus VAN y TIR respectivas de cada proyecto:

1. PROYECTO BHP									
		AÑO 1				AÑO 2			
Año	0	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Ingresos		\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577	\$27.818.577
Costos fijos (CF)		-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991	-\$26.555.991
Resultado Operacional		\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586
Resultado no Operacional		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad antes impuestos		\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586
Utilidad después impuestos		\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586
Flujo Operacional		\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586
Inversión fija (I)	\$ -8.851.997								
Capital de trabajo (CT)	-\$26.555.991								
Recuperación del capital de trabajo (CT)									\$26.555.991
Flujo Captales	-\$35.407.988	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$26.555.991
Flujo de Caja Privado (FC)	-\$35.407.988	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$1.262.586	\$27.818.577
TASA	0,43%						Participacion	costo	Prom ponderado
VAN	\$154.941			CAPM 0,43%	Deuda	\$0	0,00%	0%	0,00%
TIR	0,49%			Beta Damoradan 1,20	Recursos propio	\$8.851.997	100,00%	0,43%	0,43%
				Tasa libre de riesgo 0,90%	Total	\$8.851.997	100,00%		
				Variacion esperada 0,51%	CAPM	0,43%			WACC
					tasa interes	0%			0,43%
					impuestos	27%			
					costo deuda	0%			

2. PROYECTO PMCHS									
		AÑO 1				AÑO 2			
Año	0	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Ingresos		\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311	\$2.623.068.311
Costos fijos (CF)		-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312	-\$2.487.443.312
Costos variables (CV = cv*q)									
Depreciaciones legales (Dep)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Resultado Operacional		\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999
Resultado no Operacional		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad antes impuestos		\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999
Utilidad después impuestos		\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999
Flujo Operacional		\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999
Inversión fija (I)	\$ -829.147.771	\$0							
Valor residual de los activos (Vr)									
Capital de trabajo (CT)	-\$2.487.443.312	\$0							
Recuperación del capital de trabajo (CT)									\$2.487.443.312
Flujo Captales	-\$3.316.591.082	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2.487.443.312
Flujo de Caja Privado (FC)	-\$3.316.591.082	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$135.624.999	\$2.623.068.311
TASA	0,43%		1.084.999.994	135624999,3			Participacion	costo	Prom ponderado
VAN	\$150.741.340						0,00%	0%	0,00%
TIR	1,08%						100,00%	0,43%	0,43%
				CAPM 0,43%	Deuda	\$0			
				Beta Damoradan 1,20	Recursos propio	\$829.147.771			
				Tasa libre de riesgo 0,90%	Total	\$829.147.771	100,00%		
				Variacion esperada 0,51%	CAPM	0,43%			WACC
					tasa interes	0%			0,43%
					impuestos	27%			
					costo deuda	0%			

3. PROYECTO CAMPAMENTO Y CASINO									
		AÑO 1				AÑO 2			
Año	0	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Ingresos		\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987	\$438.283.987
Costos fijos (CF)		-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450	-\$419.712.450
Costos variables (CV = cv*q)									
Depreciaciones legales (Dep)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Resultado Operacional		\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537
Resultado no Operacional		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad antes impuestos		\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537
Utilidad después impuestos		\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537
Flujo Operacional		\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537
Inversión fija (I)	\$ -10.499.688	\$0							
Valor residual de los activos (Vr)									
Capital de trabajo (CT)	-\$419.712.450	\$0							
Recuperación del capital de trabajo (CT)									\$419.712.450
Flujo Capitales	-\$430.212.138	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$419.712.450
Flujo de Caja Privado (FC)	-\$430.212.138	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$18.571.537	\$438.283.987
TASA	0,43%		148.572.293	18571536,63					
VAN	\$120.998.169						Participacion	costo	Prom ponderado
TIR	4,05%								
			CAPM	0,43%	Deuda	\$0	0,00%	0%	0,00%
			Beta Damoradan	1,20	Recursos propio	\$10.499.688	100,00%	0,43%	0,43%
			Tasa libre de riesgo	0,90%	Total	\$10.499.688	100,00%		
			Variacion esperada	0,51%	CAPM	0,43%			WACC
					tasa interes	0%			0,43%
					impuestos	27%			
					costo deuda	0%			

1. Análisis sensibilidad proyecto BHP			
Variable	VAN - 20%	VAN Esperado	VAN +20%
Ingresos	-\$43.501.827	\$154.941	\$43.811.708
Costo fijo	\$43.780.720	\$154.941	-\$43.470.839
Inversión fija (I)	\$2.105.377	\$154.941	-\$1.795.496

2. Análisis sensibilidad proyecto PMCHS			
Variable	VAN - 20%	VAN Esperado	VAN +20%
Ingresos	\$343.395.765	\$150.741.340	-\$41.913.085
Costo fijo	\$4.237.075.504	\$150.741.340	-\$3.935.592.825
Inversión fija (I)	\$333.434.623	\$150.741.340	-\$31.951.943

3. Análisis sensibilidad proyecto Campamento y Casino			
Variable	VAN - 20%	VAN Esperado	VAN +20%
Ingresos	\$123.969.534	\$120.998.169	\$118.026.803
Costo fijo	\$782.514.589	\$120.998.169	-\$540.518.252
Inversión fija (I)	\$123.098.106	\$120.998.169	\$118.898.231

4. Análisis sensibilidad proyecto ITO Desaladora			
Variable	VAN - 20%	VAN Esperado	VAN +20%
Ingresos	\$3.418.886	\$2.145.434	\$871.982
Costo fijo	\$279.871.688	\$2.145.434	-\$275.580.820
Inversión fija (I)	\$18.770.636	\$2.145.434	-\$14.479.768

5. Análisis sensibilidad proyecto OTS Marcos			
Variable	VAN - 20%	VAN Esperado	VAN +20%
Ingresos	\$268.823.243	\$205.547.118	\$142.270.993
Costo fijo	\$2.033.699.897	\$205.547.118	-\$1.622.605.661
Inversión fija (I)	\$260.510.588	\$205.547.118	\$150.583.648

Del análisis de sensibilidad se puede desprender que los factores que más influyen en la variación del VAN son los Costos Fijos y le siguen los ingresos en una menor medida. Por consiguiente se procedió a comparar los VAN de los proyectos seleccionados en base a los criterios de la empresa, versus los seleccionados por el algoritmo.

ID proyecto	VAN	Selección empresa	Selección algoritmo
1	\$154.941	✗	✗
2	\$150.741.340	✓	✓
3	\$120.998.169	✗	✓
4	\$2.145.434	✓	✓
5	\$205.547.118	✓	✗
VAN total:		\$358.433.891	\$274.884.942

El Valor Actual Neto (VAN) dió mayor para el los proyectos seleccionados por la empresa, por lo que se procedió a revisar si está cumplía con las restricciones establecidas para la selección de la cartera de proyectos. La imagen izquierda son los valores de los proyectos propuestos por la empresa y la imagen derecha son los proyectos seleccionados por el algoritmo. Los valores a continuación están en miles de millones (MM) y en CLP:

Selección empresa:		
% Utilidad Selec. empresa vs. Meta utilidad	0.629 >= 0.078	✓
Ingreso Selec. empresa vs. Ingreso Esperado	1.226 >= 1.1	✓
3 meses de facturación vs. Devengado posible	3.679 >= 3.3	✗

Selección algoritmo:		
% Utilidad Selec. empresa vs. Meta utilidad	0.599 >= 0.078	✓
Ingreso Selec. empresa vs. Ingreso Esperado	1.099 >= 1.1	✓
3 meses de facturación vs. Devengado posible	3.3 >= 3.3	✓

De lo que se puede desprender de ambas imágenes y del Valor actual neto calculado anteriormente (VAN)) es, si bien los proyectos seleccionados por la empresa tienen un mayor VAN y cumplen las primeras dos restricciones: que sean mayor a la meta de utilidad y que superen los ingresos esperados mensuales, sin embargo la selección propuesta por la empresa es inviable ya que no cumple con la restricción de la capacidad de endeudamiento que tiene la compañía por lo que el óptimo es el resultado obtenido del algoritmo ya que cumple todas las restricciones que son necesarias respetar para la nueva cartera de proyectos.

En el contexto de este proyecto de optimización del portafolio de proyectos, es fundamental resaltar que no se requiere una evaluación ambiental ni social. El alcance y la naturaleza del proyecto se centran en la gestión y en la implementación de un modelo de optimización para la selección de proyectos, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa y aumentar los márgenes de utilidad. Dado que no implica la ejecución de nuevos proyectos de construcción ni actividades que puedan generar un impacto significativo en el entorno ambiental o social, no es necesario llevar a cabo una evaluación en estos ámbitos. La principal preocupación del proyecto se enfoca en la mejora de los procesos y la toma de decisiones internas, y no se anticipa que tenga efectos negativos en el medio ambiente o en la comunidad.

6. Metodologías:

Se empleará una metodología cascada para el desarrollo del proyecto, pero también se considera la posibilidad de integrar la metodología Agile. La adaptabilidad en los procesos es fundamental para abordar cambios en los requisitos o circunstancias imprevistas durante la ejecución del proyecto.

El proceso de desarrollo del proyecto está estructurado en cuatro pasos fundamentales, tomando como base la metodología cascada propuesta:

1. **Análisis de Datos Históricos:** En esta fase inicial, se llevará a cabo una exhaustiva recopilación y análisis de los datos históricos de estudios y proyectos previos realizados por la gerencia. Esto incluye aspectos críticos como los costos, ingresos y márgenes de contribución y utilidad. El objetivo principal es identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo, proporcionando así una base sólida que respalde la toma de decisiones informadas y guíe la planificación del proyecto.
2. **Modelado de Optimización:** La segunda etapa, el modelado de optimización, implica la construcción de un modelo integral que simule diversos escenarios de asignación de proyectos. A través de esta simulación, se evaluará detalladamente las distintas combinaciones de proyectos y modelos de optimización, así como su posible impacto en los márgenes de utilidad. El objetivo es identificar con precisión las combinaciones estratégicas más rentables y eficientes, permitiendo la optimización del portafolio de proyectos y maximizando los márgenes.
3. **Análisis de Sensibilidad:** En el tercer paso, se llevará a cabo un análisis de sensibilidad detallado para evaluar cómo variables específicas, como prioridades, costos operativos y requerimientos de clientes, pueden influir en los márgenes de utilidad. Esta evaluación profunda proporcionará una comprensión más completa de los factores críticos que afectan el rendimiento financiero. Además, permitirá ajustar y refinar las estrategias de optimización de acuerdo con diferentes escenarios y condiciones.
4. **Evaluación de Riesgos:** En la fase de evaluación de riesgos, se identificarán y analizarán minuciosamente los posibles riesgos asociados con la optimización del portafolio de proyectos. Estos riesgos pueden variar, por ejemplo, podría presentarse el caso en el que, debido a la falta de proyectos con estrategias de entrada para nuevos clientes, se genere una disminución del margen. Basándose en esta identificación, se desarrollarán estrategias de mitigación sólidas y efectivas. El objetivo es anticipar y abordar de manera proactiva los posibles obstáculos y desafíos que podrían surgir durante la implementación y ejecución del portafolio optimizado. La evaluación continua asegurará la consistencia y sostenibilidad de los resultados obtenidos.

7. Medidas de desempeño:

En esta sección, teniendo como base las metodologías definidas anteriormente, se establecerán indicadores clave de desempeño (KPI) los cuales permitirán evaluar el éxito y la efectividad de la implementación de la optimización del portafolio de proyectos. Estos KPI se basarán en los márgenes de utilidad y contribución, así como también en comparar los ingresos, en relación con las metas y la data histórica. El seguimiento se realizará de manera mensual, lo que proporcionará una visión continua y detallada del progreso del portafolio optimizado.

Los KPI del portafolio se evaluarán mediante dos enfoques clave: Sumatoria de Márgenes de Contribución y Utilidad vs. Metas: para ambas se evaluará el porcentaje obtenido de los proyectos seleccionados, donde se le otorgará una nota dentro de una escala de Regular a Excelente, en intervalos calculados por la diferencia de las metas del año 2023 con el promedio histórico de las metas.

Para el cálculo del margen de contribución no se considerará el GAV global que se había definido antes, debido a que cada proyecto aporta un porcentaje diferente del GAV dependiendo de la estrategia que se quiera lograr. Todos los datos de ingresos, costos, gastos generales y GAV se desprenderán de los estudios de proyectos. Las sumatorias irán recorriendo el listado ofertado de proyectos, del proyecto 0 al n.

	Meta Utilidad 2023 :	7,8%		Meta Ut Promedio:	10%	
<div>01 KPI Metas Utilidad</div> $\sum_0^n MU = \sum_0^n \left(\left(\frac{Ingresos_i - Costos_i - Gastos\ Generales_i - GAV_i}{Ingresos_i} \right) \cdot Y_i \right)$ <div> <div>Excelente</div> <div>Buena Nota</div> <div>Regular</div> </div> <div> <div>12,2% ≤ X</div> <div>10% ≤ X < 12,2%</div> <div>7,8% ≤ X < 10%</div> </div>						

	Meta Contribución:	12,9%		Meta C Promedio:	15%	
<div>02 KPI Margen Contribución</div> $\sum_0^n MC = \sum_0^n \left(\left(\frac{Ingresos_i - Costos_i - Gastos\ Generales_i}{Ingresos_i} \right) \cdot Y_i \right)$ <div> <div>Excelente</div> <div>Buena Nota</div> <div>Regular</div> </div> <div> <div>17,2% ≤ X</div> <div>15% ≤ X < 17,2%</div> <div>12,9% ≤ X < 15%</div> </div>						

El siguiente KPI es para medir la calidad en términos cualitativos de los proyectos seleccionados, este será por medio del cálculo de la nota de la matriz cualitativa y se medirán en intervalos desde Mala nota hasta Muy buena nota.

03 KPI Notas

$$\sum \left(\frac{((Monto \cdot 0.3) + (Riesgo \cdot 0.33) \cdot (Cliente \cdot 0.1) + (ImagenCyD \cdot 0.10) + (RH \cdot 0.15))}{N} \cdot Y(i) \right)$$

Sumatoria de los proyectos del 0 al N

Muy buena nota	4	≤	X	<	5
Buena Nota	3	≤	X	<	4
Regular	2	≤	X	<	3
Mala nota	1	≤	X	<	2

El seguimiento constante de estos indicadores permitirá tomar decisiones informadas y oportunas para ajustar las estrategias de optimización y garantizar el logro continuo de los objetivos del portafolio optimizado.

Por otro lado, los siguientes KPI no miden directamente el proyecto ya que tienen que ver más con el desempeño de la empresa son los siguientes: KPI de Márgenes de Utilidad y Contribución: Se medirá el desempeño en función de los márgenes de utilidad y contribución obtenidos en comparación con las metas predefinidas para el 2023, las cuales son un 12,9% para el margen de contribución y un 7,8% para el margen de utilidad. Los porcentajes reales de márgenes de utilidad y contribución se restarán de sus respectivas metas, para el KPI del margen de utilidad real se le restará el gasto de administración y ventas (GAV) el cual va destinado al Back-Office de la empresa. El valor del GAV para un conjunto de proyectos se considerará de manera global, como el promedio de este porcentaje de los últimos 3 años solo para la gerencia de minería, este tiene una desviación despreciable del 0,44% por lo que se considerará como fijo. Con todo ello definido, resultados se evaluarán de la siguiente manera:

01 KPI Margen Contribución	02 KPI Margen Utilidad	LEYENDA
KPI MC : MC Real - MC Meta.	KPI MU : MU Real - UT Meta.	GAV: Gasto administración y ventas (BackOffice)
t : Mes de Diciembre	t : Mes de Diciembre GAV: 5.1%	MC: Margen Contribución
MC Meta 2023: 12,9%	MC Meta 2023: 12,9%	MU: Margen Utilidad
MC Real : $\frac{(\text{Ingresos}_t - \text{Costos}_t - \text{GG}_t)}{\text{Ingresos}_t}$	MU Meta 2023: 7,8%	GG: Gastos Generales
	MU Real : MC Real - GAV	

Como son KPI los cuales miden el desempeño de la gerencia con respecto al cumplimiento de las metas, los gerentes definieron los siguientes rangos.

- Muy desfavorable: Menor a -5 (es crucial aumentar los márgenes).
- Desfavorable con posibilidad de mejora: Entre -5 y -2.
- Normal y controlable, aunque no es lo esperado: Entre -2 y 2.
- Bueno: Entre 2 y 5.
- Extraordinario: Mayor a 5.

Los cálculos y evaluaciones se llevarán a cabo mensualmente, permitiendo una evaluación constante y un ajuste reactivo si es necesario.

8. Desarrollo del proyecto:

Al finalizar la elaboración del algoritmo, se procedió a utilizar datos reales de una cartera de proyectos ofertados actualmente. Al ejecutar el código se compararon los resultados obtenidos con los resultados subjetivos de la empresa.

Con todos los elementos anteriores claramente definidos, se procedió a llevar a cabo la implementación del proyecto. En primera instancia, se elaboró un informe detallado que describe paso a paso cómo utilizar el algoritmo desarrollado, el cual fue revisado minuciosamente para asegurar su comprensión. A continuación, se llevó a cabo una reunión con los responsables de la toma de decisiones, incluyendo al gerente de minería, el gerente de la zona norte y los jefes de proyectos, para presentar y comparar los resultados obtenidos por el algoritmo con las expectativas previas. Además, se brindó una explicación detallada sobre el funcionamiento del algoritmo, se mostró y explicó el manual elaborado, recopilando sus respuestas para realizar ajustes pertinentes.

Seguidamente, se llevó a cabo otra reunión con el equipo de evaluación de proyectos, teniendo en cuenta los ajustes y comentarios derivados de la reunión anterior. En esta sesión, se proporcionaron detalles sobre cómo poner en marcha el algoritmo y descargar los resultados. Al concluir la reunión, se distribuyó una encuesta para evaluar a los miembros del equipo y obtener información sobre los aspectos que podrían requerir refuerzo. Con base en los resultados de la encuesta, se considerará la posibilidad de llevar a cabo una capacitación. Una vez finalizadas las sesiones informativas, se entregará

el manual al equipo y se llevará a cabo una evaluación adicional para determinar la necesidad de proporcionar capacitación en el lenguaje Python al equipo de evaluación de proyectos.

9. Resultados cualitativos y cuantitativos:

Resultados Cuantitativos:

El análisis económico detallado revela que la implementación del modelo de optimización generará un Valor Actual Neto (VAN) proyectado de 233.663.413 CLP para los proyectos seleccionados. Este resultado representa una mejora sustancial en comparación con la metodología previa, validando la eficacia del enfoque cuantitativo. La maximización de la utilidad global, considerando tanto aspectos cualitativos como cuantitativos, posiciona a la empresa para alcanzar metas financieras de manera más efectiva.

Al comparar los flujos de efectivo, el VAN y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de los proyectos seleccionados por el algoritmo con los elegidos por la empresa, se evidencia una ventaja significativa en favor de la nueva metodología. Aunque los proyectos seleccionados por la empresa tienen un VAN mayor, el análisis de capacidad de endeudamiento revela que no cumplen con las restricciones financieras de la compañía, haciendo inviable su elección. En cambio, los proyectos propuestos por el algoritmo no sólo maximizan la utilidad, sino que también cumplen con todas las restricciones, incluida la capacidad de endeudamiento. Además, según las medidas de desempeño definidas el algoritmo cumple de manera excelente por sobre el 60% en el margen de contribución y utilidad y cumple de manera regular con una nota cualitativa de 2.9. Por lo que, de manera general, cumple satisfactoriamente las restricciones y medidas de desempeño.

Resultados Cualitativos:

Desde una perspectiva cualitativa, la selección de proyectos basada en el algoritmo demuestra ser más viable y estratégica. La metodología incluye una matriz cualitativa que evalúa criterios como el riesgo, la captación del cliente, la imagen de la empresa y la dificultad para reclutar personal. Estos elementos cualitativos son cruciales para la toma de decisiones informadas y estratégicas.

La implementación del modelo optimizado no sólo asegura la selección de proyectos financieramente sólidos, sino que también considera aspectos intangibles, como el impacto en la imagen de la empresa y la facilidad de reclutamiento de personal. Al hacerlo, la empresa no sólo maximiza las ganancias, sino que también fortalece su posición en el mercado y optimiza la asignación de recursos humanos.

En resumen, los resultados cuantitativos y cualitativos confirman que la adopción de la metodología de optimización representa un paso significativo hacia la mejora de la eficiencia operativa y la alineación estratégica en CyD. Este enfoque no solo promete beneficios financieros tangibles, sino que también fortalece la posición competitiva y la capacidad de adaptación de la empresa en un entorno empresarial dinámico.

10. Conclusiones y discusión:

La empresa CyD se embarca en una transformación fundamental de su proceso de toma de decisiones en la selección de proyectos, reconociendo la necesidad de avanzar hacia un enfoque más sistemático y cuantitativo. La implementación de un modelo de optimización basado en programación lineal entera binaria (ILP) y el proceso analítico jerárquico (AHP) representa un paso significativo hacia la mejora de la eficiencia operativa y la alineación estratégica con los objetivos financieros de la organización.

El análisis económico meticuloso revela que la selección de proyectos basada en el algoritmo proporciona resultados superiores a la metodología subjetiva utilizada previamente. La optimización no solo maximiza la utilidad global, sino que también cumple con las restricciones críticas, ofreciendo una solución viable y estratégica para la cartera de proyectos de la empresa. Este hallazgo refuerza la importancia de adoptar enfoques más cuantitativos y basados en datos en la toma de decisiones estratégicas.

La metodología del proyecto, estructurada en seis etapas, ofrece una guía clara desde el análisis de datos históricos hasta la evaluación de riesgos, asegurando una implementación efectiva y sostenible. La flexibilidad incorporada en la metodología, con la posibilidad de integrar enfoques ágiles, garantiza la adaptabilidad a cambios y desafíos emergentes durante la ejecución del proyecto.

La definición de indicadores clave de desempeño (KPI) brinda un marco sólido para evaluar el éxito del proyecto de optimización del portafolio. Al centrarse en márgenes de utilidad y contribución, así como en la calidad cualitativa de los proyectos seleccionados, la empresa podrá realizar un seguimiento constante de su progreso y realizar ajustes proactivos cuando sea necesario.

En resumen, la implementación exitosa de este proyecto no solo mejorará la eficiencia y rentabilidad de la selección de proyectos en CyD, sino que también sentará las bases para una toma de decisiones más informada y estratégica. Este enfoque no solo representa una evolución en la gestión de proyectos, sino también un catalizador para el crecimiento y la sostenibilidad a largo plazo de la empresa en un entorno empresarial dinámico y competitivo. CyD está posicionada para cosechar los beneficios de esta iniciativa, marcando un hito significativo en su trayectoria hacia el éxito sostenible.

11. Referencias:

Chen, W. (2015). "Artificial Bee colony Algorithm for constrained Possibilistic portfolio optimization problem." ("Artificial bee colony algorithm for constrained possibilistic portfolio ...") *Physic D: Nonlinear Phenomena*, 429, 125-139.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378437115001776?via%3Dihub>

García, C. D. C. (2020). "Selección óptima del portafolio de proyectos utilizando metaheurísticas de población y trayectoria meta-optimizadas." ("Selección óptima del portafolio de proyectos utilizando metaheurísticas ...") <https://www.redalyc.org/journal/1492/149264860024/html/>

Vista de selección óptima de proyectos económicos bajo incertidumbre: Ilustración de una compañía de servicios públicos. (s. f.).
https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/2462/3212

ANDREA VASCONCELLOS, C. A. V. G., GAETE [CLAUDIA VASCONCELLOS]. (2011, septiembre). "RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE SELECCIÓN DE PORTAFOLIO BI-OBJETIVO UTILIZANDO ALGORITMOS." CULTURALES. ("RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE SELECCIÓN DE PORTAFOLIO BI-OBJETIVO ... - PUCV")
http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-0500/UCF0912_01.pdf

Kendrick, J. D. K., [John David Kendrick], & Saaty, D. S., [Dan Saaty]. (2007, agosto). Use Analytic Hierarchy Process For Project Selection.
http://sewiki.ru/images/a/a7/WP_Analytic_Hierarchy_Process_Project_Selection.pdf

CRISTÓBAL VIDELA, J. C. V. W., WEBB [JUAN VIDELA]. (2018). "MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIO PARA PROYECTOS DE INNOVACIÓN MINERA CODELCO-DIVISIÓN EL TENIENTE." ("Modelo de optimización de portafolio para proyectos de Innovación ...") repositorio.uchile.cl.

<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168679/Modelo-de-optimizaci%C3%B3n-de-portafolio-para-proyectos-de-Innovaci%C3%B3n-Minera-Codelco-Divisi%C3%B3n-El-Teniente.pdf?sequence=1>
<https://etalpykla.vilniustech.lt/bitstream/handle/123456789/88359/published%2011410-Article%20Text-32766-2-10-20191210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Wheeler, D. W., [Douglas Wheeler]. (2013, agosto). Contributing factors to optimal project portfolio selection. eprints.qut.edu.au. https://eprints.qut.edu.au/61988/2/Douglas_Wheeler_Thesis.pdf

"Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (1999)." ("Innovation Performance Measurement | SpringerLink") New product portfolio management: practices and performance. *Journal of Production Innovation Management*, 16(4), 333–351.
https://www.researchgate.net/publication/263228801_New_Product_Portfolio_Management_Practices_and_Performance

Tansakul, Nantasak & Yenradee, Pisal. (2020). "Fuzzy Improvement-Project Portfolio Selection Considering Financial Performance and Customer Satisfaction." ("EconPapers: Fuzzy Improvement-Project Portfolio Selection Considering ...") *International Journal of Knowledge and Systems Science*. 11. 41-70. 10.4018/IJKSS.2020040103.
https://www.researchgate.net/publication/340494845_Fuzzy_Improvement-Project_Portfolio_Selection_Considering_Financial_Performance_and_Customer_Satisfaction

Asana, T. (2023, 14 mayo). Las 12 metodologías más populares para la gestión de proyectos [2023] • Asana. Asana. <https://asana.com/es/resources/project-management-methodologies>

Ghasemzadeh, F., & Archer, N. (2000). Project portfolio selection through decision support. *Decision Support Systems*, 29(1), 73-88.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167923600000658>

Archer, N., & Ghasemzadeh, F. (1999). An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*, 17(4), 207-216.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786398000325>

Gupta, M. (2023, 11 agosto). 10 Benefits of an effective project portfolio Management Strategy. *Resources Library*.

<https://www.saviom.com/blog/understand-10-benefits-of-an-effective-project-portfolio-management-strategy/>

Mohagheghi, V., Mousavi, S. M., Antucheviciene, J., & Mojtahedi, M. (2019). PROJECT PORTFOLIO SELECTION PROBLEMS: A REVIEW OF MODELS, UNCERTAINTY APPROACHES, SOLUTION TECHNIQUES, AND CASE STUDIES. ("Project portfolio selection problems: a review of models, uncertainty approaches, solution techniques, and case studies") *Technological and Economic Development of Economy*, 25(6), 1380-1412. <https://doi.org/10.3846/tede.2019.11410>

Blanco Murillo, M. A., Muñoz Peña, F. A., & Palacio León, Ó. (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), 71-86. [fecha de Consulta 2 de Octubre de 2023]. ISSN: 1794-8347. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151353628005>

Formulario "Factores en la decisión actual", Google Forms: https://docs.google.com/forms/d/1Fe7D3K7KWFT0SQ_Q-BRfjyb9Nta5olH9uMujbD9HeD8/viewanalytics

Formulario "Importancia Factores", Google Forms: <https://docs.google.com/forms/d/1X9Mzham5zPgW6n3KruWFTpszpNHvrRXYPvnRy72s19Q/viewanalytics>

Stefanovic, M. & Stefanovic, I. L. (2005). Decisions, decisions— Paper presented at PMI® Global Congress 2005—North America, Toronto, Ontario, Canada. Newtown Square, PA: Project Management Institute. (<https://www.pmi.org/learning/library/decisions-quantitative-making-process-7466#:~:text=Conclusions%20and%20Recommendations,of%20diverse%20courses%20of%20action>)

Kumar, V. (2015). Operations Research and Value Engineering-Role in Decision making and Productivity Improvement. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/273260506_Operations_Research_and_Value_Engineering-Role_in_Decision_Making_and_Productivity_Improvement#:~:text=The%20purpose%20of%20this%20paper,intuition%20coupled%20with%20quantitative%20analysis

Impuesto de primera categoría es 27%:

https://www.sii.cl/ayudas/aprenda_sobre/3072-1-3080.html

Manual Proyecto Optimización:

https://docs.google.com/document/d/1xOPBJRtUMswAVdZwTQmWZfDZ5jKydzS7m_CAh-jpdtg/edit?usp=sharing

Código del Proyecto de Optimización:

https://colab.research.google.com/drive/1EkmSUOu7RUIt3gSF4JmLzQcX_rvndQ4D?usp=sharing

Beta: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

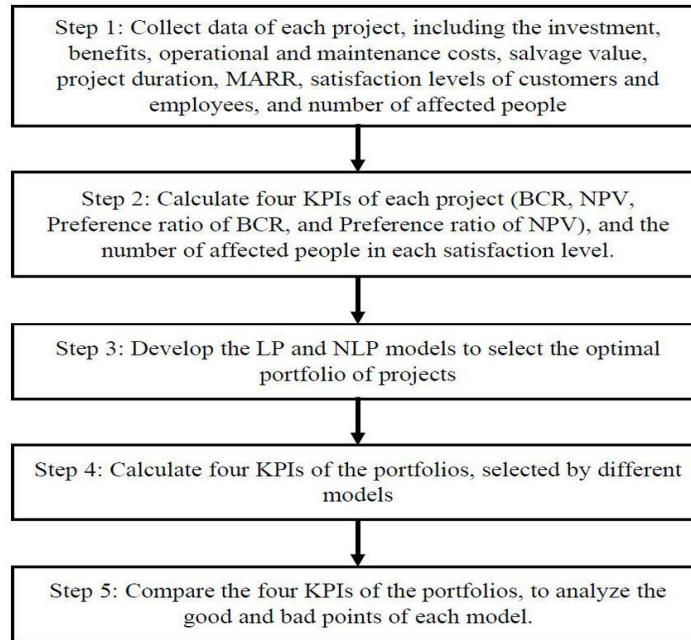
IGPA: <https://si3.bcentral.cl/siete/ES/Siete/Canasta?idCanasta=SO3923353>

Tasa libre de riesgo:

<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2022/06/Res-Ex-CNE-N%C2%B0535-2021-IT-Definitivo-TCC.pdf>

12. Anexos:

Tansakul, Nantasak & Yenradee, Pisal. (2020)



Mohagheghi, V., Mousavi, S. M., Antucheviciene, J., & Mojtahedi, M. (2019)

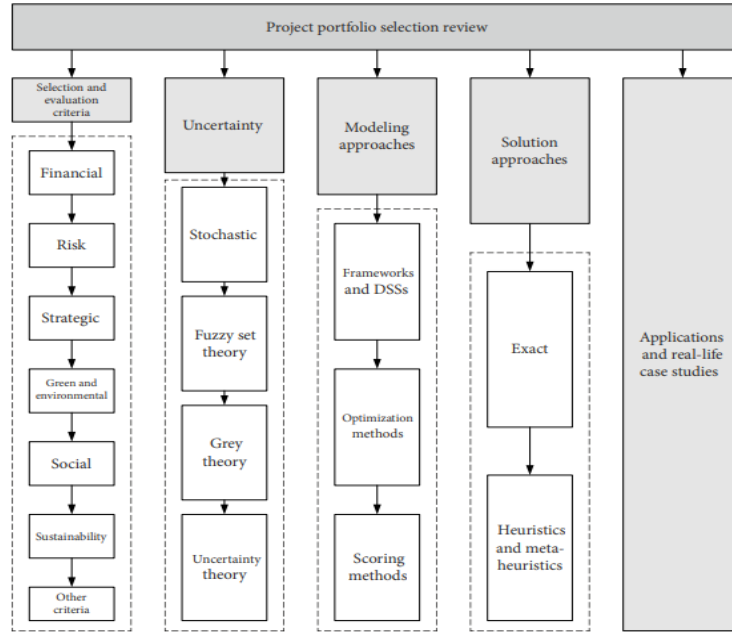


Figure 4. Taxonomy of the literature review

Table 11. Using framework and DSS in PPS

Authors	Model
Chu et al. (1996)	DSS and Dynamic Programming
Archer and Ghasemzadeh (1998)	DSS and Framework
Archer and Ghasemzadeh (1999)	Decision making Framework
Dong, Lai, and Wang (2005), Martins et al. (2017)	Web based DSS
Hu et al. (2008)	DSS and Multi objective IP
Stummer and Kiesling (2009)	Multi-criteria DSS
Khalili-Damghani et al. (2013)	Hybrid multi-objective framework: data mining model with the results from a Data Envelope Analysis (DEA) model and an Evolutionary Algorithm (EA)
Cruz-Reyes et al. (2013)	DSS and SMART method
Mira et al. (2013)	DSS software
Cruz-Reyes et al. (2014)	DSS by using argumentation theory
Hummel, Oliveira, e Costa, and Ijzerman (2017)	M-MACBETH DSS

4.2. Optimization methods

One of the most common approaches in PPS is using optimization methods. Single, bi, and multi-objective models have been widely used to address this problem. To address uncertainty, stochastic, fuzzy and robust optimization techniques have been used in PPS. In mathematical programming, integer programming (IP), mixed integer programming (MIP), linear programming (LP), non-linear programming (NLP), quadratic programming (QP), etc. are used. However, given the vast area of applications of PPS and its varying features, it cannot be stated that which approach is the best and each problem requires its approach. In Table 12 a review of optimization approaches is provided.

4.3. Scoring methods

A wide variety of scoring and ranking methods have been applied in project selection and PPS. Another approach used in this process is using hybrid methods. In these methods, a combination of ranking methods and optimization approaches is used to find the best portfolio of projects. Table 13 presents some of the scoring based methods used in PPS.

Table 12. Optimization approaches in PPS

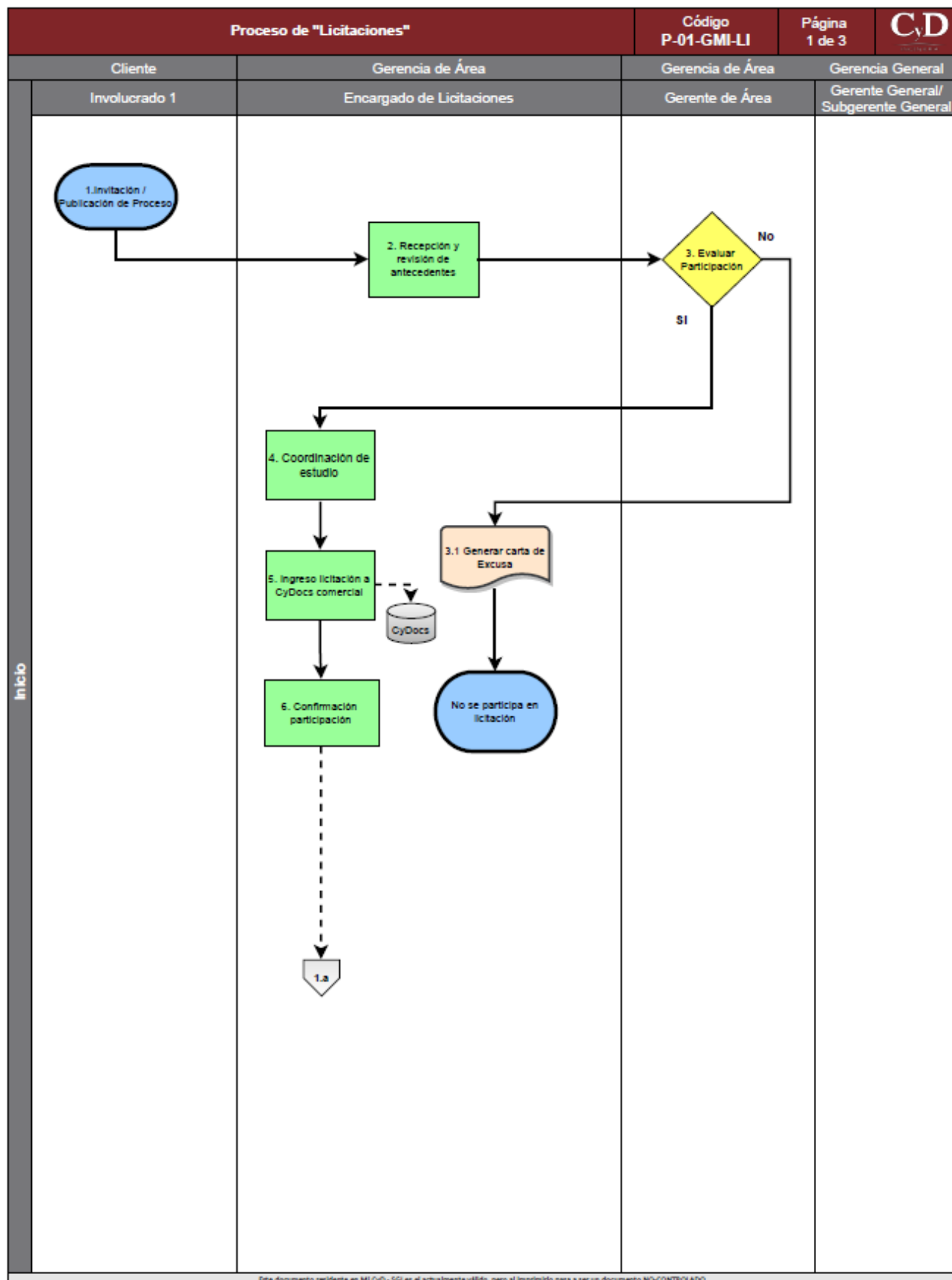
Authors	Model
Ghasemzadeh, Archer, and Iyogun (1999), Urli and Terrien (2010), Shou and Huang (2010), Zhu and Wang (2012), Yu, Wang, Wen, and Lai (2012), Nikkhahnasab and Najafi (2013), Tavana et al. (2015), Hassanzadeh et al. (2014), Wang and Song (2016)	Integer Programming
Doerner et al. (2006), Li et al. (2012), Rabbani et al. (2013), Jafarzadeh et al. (2015)	Integer Linear Programming
Carlsson et al. (2007), Bas (2012), Zhu and Wang (2012), Li et al. (2014), Qin et al. (2014), Jingmei and Peng (2015), Wu, Xu, Ke, Chen, and Sun (2018), Lifshits and Avdoshin (2016)	Fuzzy programming
Riddell and Wallace (2007), Gutjahr et al. (2008), Gutjahr and Reiter (2010), Naderi (2013), Li et al. (2015), Gang et al. (2015), Ghodoosi, Maftahi, & Yousefi (2016), Sefair et al. (2017), Schaeffer and Cruz-Reyes (2016), Li et al. (2018)	Mixed integer Programming
Hu et al. (2008), Gutjahr et al. (2010), Urli and Terrien (2010), Carazo et al. (2010), Fernandez et al. (2013), Rabbani et al. (2013), Hassanzadeh et al. (2014), Perez and Gomez (2014), Gang et al. (2015), Roland, Figueira, and De Smet (2016), Wu et al. (2018), Mohagheghi et al. (2016), Lifshits and Avdoshin (2016)	Multi objective programming
Gutjahr et al. (2008), Guo, Liang, Zhu, and Hu (2008), Gutjahr and Reiter (2010), Urli and Terrien (2010), Yu et al. (2012), Hall et al. (2015), Carazo (2015), Jingmei and Peng (2015), Ghodoosi et al. (2016), Li et al. (2018)	Non-linear Programming
Gurgur (2009), Gutjahr and Reiter (2010), Gutjahr and Froeschl (2013), Mavrotas and Pechak (2013a), Mavrotas and Pechak (2013b), Mavrotas and Pechak (2013), Yang et al. (2015)	Stochastic Programming
Zhang et al. (2011), Mohagheghi et al. (2015b), Mohagheghi et al., (2017a), Li et al. (2018)	Semi-variance, mean variance models
Sheng and Chen (2011), Sefair et al. (2017)	Quadratic programming

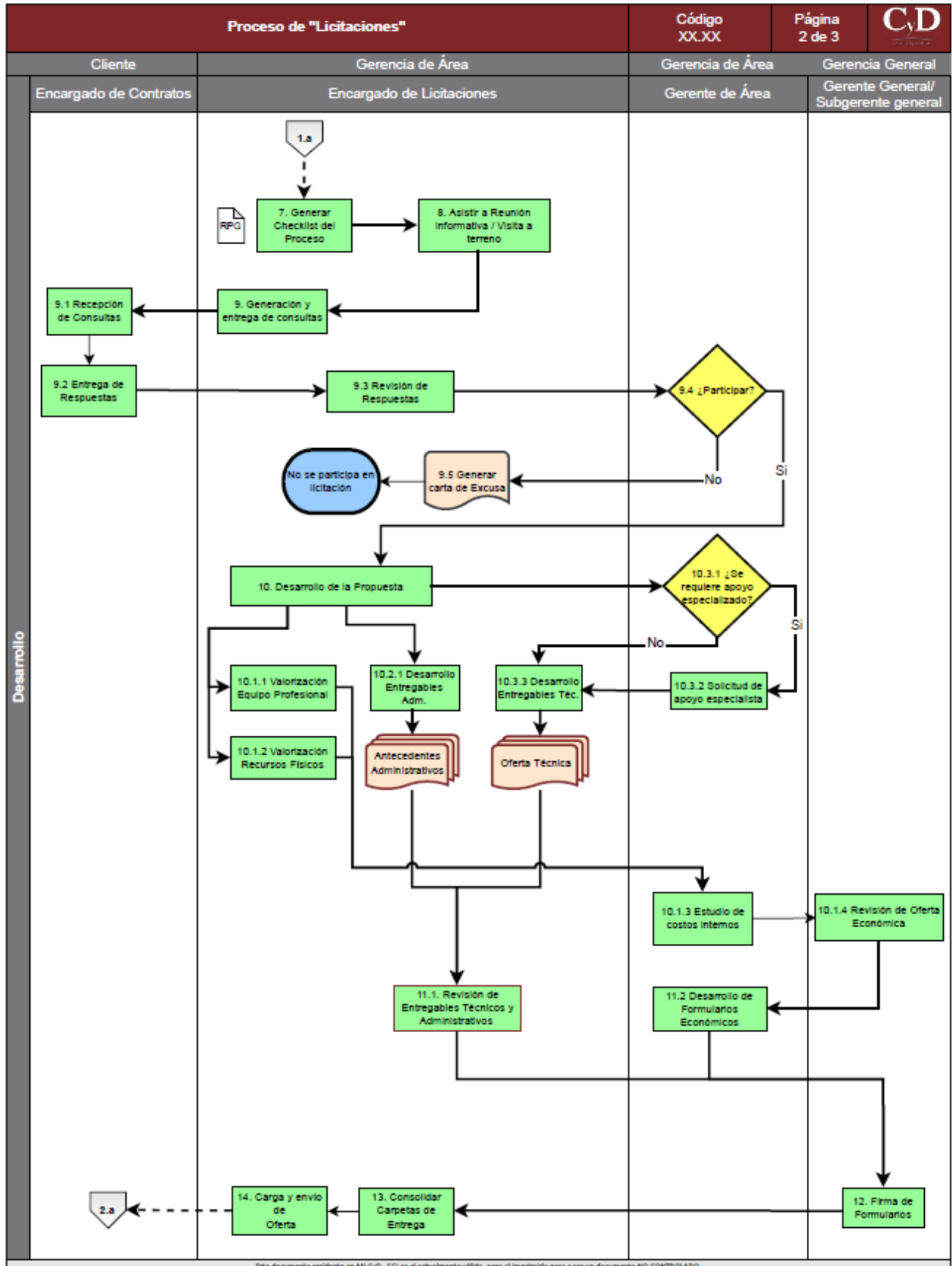
Table 2.1 – Project Selection Factors (Meredith and Mantel 2009)

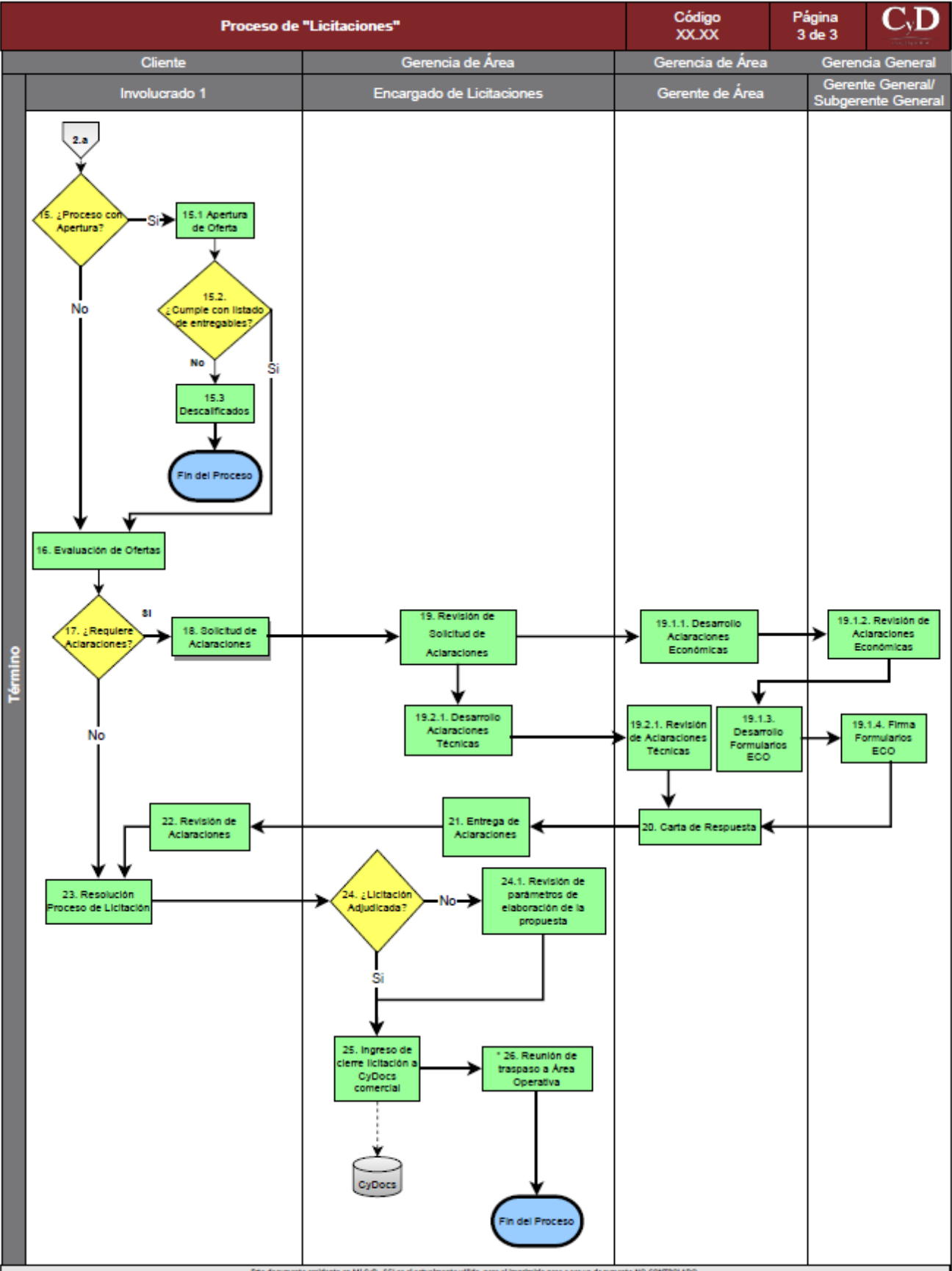
Production Factors <ol style="list-style-type: none"> 1. Time until ready to install 2. Length of disruption during installation 3. Learning curve – time until operation as desired 4. Effects on waste and rejects 5. Energy requirements 6. Facility and other equipment requirements 7. Safety of process 8. Other applications of technology 9. Change in cost to produce a unit component 10. Change in raw material usage 11. Availability of raw materials 12. Required development time and cost 13. Impact on current suppliers 14. Change in quality of output 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Payout period 4. Cash requirement 5. Time until break-even 6. Size of investment required 7. Impact of seasonal and cyclical fluctuations
Marketing Factors <ol style="list-style-type: none"> 1. Size of potential market for output 2. Probable market share of output 3. Time until market share is acquired 4. Impact on current product line 5. Consumer acceptance 6. Impact on consumer safety 7. Estimated life of output 8. Spin-off project possibilities 	Personnel Factors <ol style="list-style-type: none"> 1. Training requirements 2. Labour skill requirement 3. Availability of required labour skills 4. Level of resistance from current work force 5. Change in size of labour force 6. Inter- and intra- group communication requirements 7. Impact on working conditions
Financial Factors <ol style="list-style-type: none"> 1. Profitability, net present value of the investment 2. Impact on cash flows 	Administrative and Miscellaneous Factors <ol style="list-style-type: none"> 1. Meet government safety standards 2. Meet government environmental standards 3. Impact on information system 4. Reaction of stockholders and securities markets 5. Patent and trade secret protection 6. Impact on image with customers, suppliers and competitors 7. Degree to which we understand new technology 8. Managerial capacity to direct and control new process

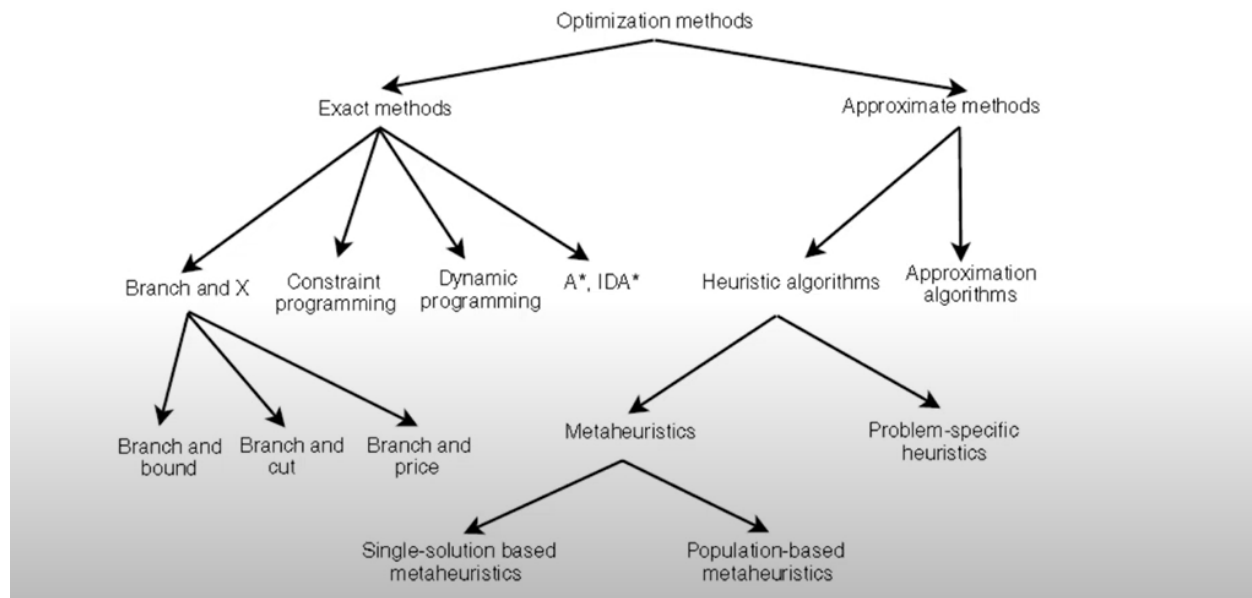
Table 2.2 Project selection criteria in different types of projects (Puthamont and Charoenngam 2006)

General project selection	Construction project selection	R&D Project Selection
<i>Intrinsic criteria</i> Project identification ability Resources requirements and availability Past experiences of the organisation in managing projects Management attitudes The time horizon of the project <i>Extrinsic criteria</i> The risk/ return ratio The market environment Government policies and regulations The socio-economic climate Legal and technological implications	Availability of capital Economic situation Profitability Political situation Benefit Management Competitive activities Viability Uncertainty and risk level Project competitiveness	Successful completion of the project Work related to existing products only New products/ processes Manufacturing plants association in selecting the research programs Patenting Publishing the work done Social objectives Image of the organisation Duration of the project Cost of the project Space availability Availability of executive manpower Availability of technical support staff
IS project selection Financial Organisational needs Competing environment Technical Risk Management support	Infrastructure project selection (from World Bank, 2003) Project development objective Strategic context Project description Project rationale Project analysis Sustainability and risks Main conditions Readiness for implementation Compliance with bank policies	









Talbi, E.G (2009). Metaheuristics: from design to implementation(Vol.74). John Wiley & Sons.

