

IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA EN LA ELECCIÓN DE PROVEEDORES



Alumno: Diego Miranda Prat

Universidad: Universidad Adolfo Ibáñez

Carrera: Ingeniería Civil Industrial

Empresa y Área: Bonatti S.p.A, Procura

Profesor: Fernando Vásquez Acuña

Fecha: 2023

Resumen Ejecutivo

Bonatti S.p.A es una empresa italiana con más de 70 años de experiencia dedicada a la minería en la cual se especializa en la construcción, mantención e instalación de procesamiento de gas y petróleo, así como excavación y perforación de pozos. La empresa ha logrado crear una excelente reputación gracias a su desempeño en el área de la ingeniería y construcción a través de los años, junto a asociaciones estratégicas con las empresas locales, competidores claves y estrategia de expansión consistente permitiendo estar cerca de sus clientes atendiendo de manera eficaz a las demandas de proyectos de gran envergadura dando paso a proyectos internacionales. Se caracteriza por su desempeño a nivel global expandiéndose en múltiples países.

El área de procura se desenvuelve en la adquisición de todos los recursos, bienes o servicios que se necesitan para la empresa, área fundamental para garantizar que la empresa obtenga los insumos necesarios para operar de manera correcta y efectiva. Es esencial para garantizar que la empresa obtenga los recursos y servicios que requieren de manera eficiente, contribuyendo al éxito de la empresa. La empresa Bonatti S.p.A lleva 4 años operando en Chile por lo que queda mucho en que progresar y mejorar de la empresa siendo una de estas la selección de proveedores, proceso en el cual presenta múltiples problemas con tiempos de toma de decisión efectiva de 4 a 5 días hábiles acompañado de un porcentaje de tasa de cumplimiento de entrega que rodea el 55%, retrasando y estancando el proceso y la cadena de suministros. Con esto podemos darnos cuenta de que la empresa no cuenta con un sistema apropiado en la selección de proveedores para poder optar por la mejor opción entre sus proveedores.

Para lograr solucionar los problemas mencionados se investigaron diversas soluciones en el cual se logró concluir que la automatización de una metodología AHP era la más apropiada y efectiva para resolver este problema. La metodología AHP consiste en realizar un análisis con matriz multicriterios anclado a una jerarquía en el cual se analiza, valga la redundancia, cada uno de los criterios fundamentales elegidos para poder tomar la mejor decisión y aumentar la eficiencia y efectividad de las negociaciones. Este sistema puede resultar tedioso de realizar, motivo por el cual se automatizó en lenguaje Python y así poder hacer uso de él reiteradas veces de manera accesible logrando resultados que superó el objetivo general de un **3 a 5 %** a un **8,33%** logrando solucionar los problemas encontrados logrando así un desempeño eficiente en el área de procura.

Abstract

Bonatti S.p.A is an Italian company with more than 70 years of experience dedicated to mining in which it specializes in the construction, maintenance and installation of gas and oil processing, as well as excavation and drilling of wells. The company has managed to create an excellent reputation thanks to its performance in the area of engineering and construction over the years, together with strategic partnerships with local companies, key competitors and a consistent expansion strategy allowing it to be close to its clients, serving effectively meet the demands of large-scale projects, giving way to international projects. It is characterized by its global performance, expanding into multiple countries.

The procurement area is involved in the acquisition of all resources, goods or services that are needed for the company, a fundamental area to guarantee that the company obtains the necessary inputs to operate correctly and effectively. It is essential to ensure that the company obtains the resources and services it requires efficiently, contributing to the success of the company. The company Bonatti S.p.A has been operating in Chile for 4 years, so there is still much to progress and improve in the company, one of which is the selection of suppliers, a process in which it presents multiple problems with effective decision-making times of 4 to 5. business days accompanied by a delivery compliance rate percentage that is around 55%, delaying and stagnating the process and the supply chain. With this we can realize that the company does not have an appropriate system for selecting suppliers to be able to choose the best option among its suppliers.

To solve the aforementioned problems, various solutions were investigated in which it was concluded that the automation of an AHP methodology was the most appropriate and effective to solve this problem. The AHP methodology consists of carrying out an analysis with a multi-criteria matrix anchored to a hierarchy in which, despite the redundancy, each of the fundamental criteria chosen is analyzed to be able to make the best decision and increase the efficiency and effectiveness of the negotiations. This system can be tedious to implement, which is why it was automated in Python language and thus be able to use it repeatedly in an accessible manner, achieving results that exceeded the general objective from **3 to 5% to 8.33%**, managing to solve the problems encountered, thus achieving efficient performance in the procurement area.

Contenido

1.0 Introducción.....	5
1.1 Contexto.....	5
1.2 Descripción del problema.....	7
2.0 Objetivos.....	8
2.1 Objetivo General.....	8
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3.0 Estado del arte.....	9
4.0 Solución.....	11
4.1 Alternativas de solución.....	11
4.2 Selección de solución.....	13
5.0 Metodología.....	14
5.1 Metodología por objetivos específicos.....	14
5.2 Planificación.....	16
6.0 Medidas de desempeño.....	16
6.1 Métrica por objetivos específicos.....	16
6.2 Métrica objetivo general.....	18
7.0 Desarrollo.....	18
7.1 Metodología AHP.....	18
7.2 Automatización y plan de implementación.....	20
8.0 Riesgos y mitigaciones.....	22
9.0 Evaluación Económica.....	24
10.0 Resultados.....	28
9.1 Resultados: Cambios en el proceso.....	28
9.2 Resultados: Tiempo y monetario.....	29
11.0 Conclusiones.....	30
10.1 Recomendaciones.....	31
12.0 Referencias.....	32
13.0 Anexos.....	33

1.1 Contexto

Bonatti S.p.A es una empresa italiana con más de 70 años de experiencia y 6.500 empleados alrededor del mundo dedicada a la minería en la cual se especializa en la construcción, mantención e instalación de procesamiento de gas y petróleo, así como excavación y perforación de pozos y no solo eso, sino que también como la energía, medio ambiente e infraestructura, creando una gran reputación a escala tanto nacional como internacional.

Con el paso del tiempo, la empresa ha desarrollado una gran reputación en el área de la ingeniería y construcción a lo largo de los años gracias a la participación en proyectos internacionales. Una de las características distintivas de Bonatti es su presencia global, la empresa ha logrado expandirse en varios países entre los que destacan Italia, Arabia Saudita, Nigeria, Angola, Mozambique, Kazajistán, Rusia, Turquía, Brasil, México, Estados Unidos y finalmente Chile llevando 4 años en este último. Esta presencia se obtuvo a través de asociaciones estratégicas con las empresas locales, competidores claves y estrategia de expansión consistente permitiendo estar cerca de sus clientes atendiendo de manera eficaz a las demandas de proyectos de gran envergadura y obstáculo en cualquier parte del mundo.

El modelo de Bonatti consiste en gestionar todo el ciclo de vida del proyecto en ejecución directa a lo largo de todas las fases: desde ingeniería, procura y logística, pasando por construcción civil, montaje mecánico y de tuberías e instalaciones de E&I, hasta la puesta en marcha con el objetivo de integrarse en el país, cumplir con HSEW y adoptar un enfoque sostenible en la entrega de proyectos sostenible en la entrega de proyectos EPC llave en mano o proyectos de construcción independiente.¹

El departamento de procura se dedica a la adquisición de bienes, recursos o servicios necesarios para la empresa, es fundamental para garantizar que la empresa obtenga acceso a los insumos necesarios para trabajar de manera efectiva y eficiente. El área de procura incluye la selección de proveedores, negociación de contratos, gestión de proveedores, control de costos, gestión de inventario, cumplimiento normativo, evaluación de riesgos, sostenibilidad y responsabilidad social corporativa entre otras. Es esencial para garantizar que la empresa obtenga los recursos y servicios que requieren de manera eficiente, contribuyendo al éxito de la empresa.

¹ ID | Bonatti. (s. f.). ID | Bonatti. <https://www.bonattinternational.com/about-us/id>

Actualmente el área de procura gestiona mensualmente un promedio de **180 órdenes** de compra sumado con la respectiva activación y seguimiento de esta, de igual forma se tiene una base de datos de proveedores de **230 aproximadamente**. A esto se le agrega otras actividades diarias del departamento como la interacción con las áreas usuarias, la planificación de materiales y gestión para la recolección de estos entre otras.

Como se mencionó anteriormente la empresa lleva solo 4 años en Chile por lo que queda mucho por hacer siendo una de estas la selección de proveedores, proceso el cual presenta múltiples dificultades a la hora de tener que seleccionar el proveedor apropiado en el cual no cumplen con los plazos acompañado de amplios periodos de tiempo para la selección de estos. Estas dificultades se ven reflejadas en problemas en los tiempos de toma de decisión efectiva, proceso el cual retrasa el avance del proyecto y a su vez también retrasa las órdenes de compra. Con esto podemos darnos cuenta de que la empresa no cuenta con un sistema apropiado en la selección de proveedores para poder optar por la mejor opción entre sus proveedores. A diferencia de Chile, Bonatti S.p.A en el resto del mundo en los países presentes, usa una plataforma llamada “SupplHi”, plataforma en la cual los proveedores se pueden registrar manteniendo visibilidad, calificación, conexión con el sistema de compras (cuando se realiza una OR el sistema propone inmediatamente a los vendedores registrados) y actualización de información. Esto lo podemos ver en el siguiente párrafo:

“Para optimizar estas áreas y seleccionar solo proveedores/subcontratistas que estén calificados y cumplan con las regulaciones y principios corporativos de calidad y seguridad, Bonatti seleccionó un socio para llevar a cabo la calificación de proveedores: SupplHi, una plataforma especializada para la calificación de proveedores industriales con un enfoque en la industria del petróleo y el gas. SupplHi es una plataforma especializada que cubre materiales de proyectos y servicios de logística e ingeniería. La plataforma reúne a empresas como Bonatti para construir una comunidad de compradores y luego recopila información de registro de los proveedores, quienes brindan un conjunto de información a partir de sus categorías de suministro.”²

Si bien esta plataforma ayuda al momento de necesitar un recurso, bien o servicio, aun así, no ayuda para entregar cuál sería el más indicado para cada caso siendo esta una solución no viable para nuestro problema señalado.

² *Suppliers Qualification | Bonatti*. (s. f.). Suppliers Qualification | Bonatti.
<https://www.bonattinternational.com/suppliers>

En resumen, Bonatti S.p.A es una empresa que trabaja en proyectos mineros de gran envergadura con bastante potencial y un gran camino por seguir y desenvolverse.

1.2 Problema

Como mencionamos anteriormente, la empresa Bonatti S.p.A lleva 4 años operando en Chile por lo que queda mucho trabajo y avance por realizar. Uno de los problemas que pude apreciar las primeras semanas es que no existe un ranqueo de proveedores a la hora de tomar una decisión, no cuenta con un sistema apropiado para poder tomar la mejor decisión al momento de ejecutar un negocio de bienes, recursos o servicios por lo que genera bastantes problemas, entre ellos el retraso en la toma de decisiones, la toma de decisión demora en promedio 4,33 días hábiles generando un estancamiento y retraso en el proceso y en la cadena de suministro, siendo la toma de decisiones crucial a la hora de ir desarrollando un proyecto ya que arrastra consigo todo el proceso generando un cuello de botella, además, de un análisis de muestreo podemos calcular que en promedio entre julio y septiembre la tasa de cumplimiento de entrega era de un 54,37%. Cifra preocupante ya que consta casi de la mitad de las entregas. Esto se desglosa en la siguiente tabla.

Tabla 1: Medidas de desempeño³

Medidas de Desempeño	Julio	Agosto	Septiembre
Tasa de cumplimiento de entrega en tiempo y forma	53,1%	58,1%	51,9%
Tiempo aproximado de toma de decisión efectiva	5 días hábiles	4 días hábiles	4 días hábiles
Tiempo de colocación de la orden de compra	7,6 días hábiles	6,6 días hábiles	7,1 días hábiles

Esto se debe a que las decisiones tomadas no fueron siempre las correctas ya que no se hizo un análisis sólido para poder tomar la mejor decisión a la hora de decidir entre una oferta u otra.

³ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

Estos datos demuestran que la toma de decisiones no ha sido la mejor perjudicando el progreso y el desempeño local en la empresa, motivo por el que se decidió trabajar y solucionar.

Por otro lado, podemos visualizar que el tiempo aproximado de toma de decisión efectiva promedia 4,5 días hábiles retrasando el proceso de la cadena de suministro generando demora innecesaria en los proyectos.

2.0 Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es que la empresa Bonatti S.p.A en un plazo de 3 meses reduzca el proceso total de compra en un 3 a 5%. Para lograr esto tenemos que mejorar y agilizar la eficiencia en la selección de proveedores.

2.2 Objetivo específico

Los objetivos específicos son:

- Implementar un sistema para agilizar y optimizar el proceso de selección de proveedores y así lograr disminuir los **tiempos de toma de decisión efectiva** de acuerdo con las alternativas de proveedores en un **25%**. La eficiencia en la selección de proveedores es fundamental e impacta directamente en la buena distribución de recursos en los productos.
- Automatizar el proceso correspondiente de análisis logrando así un sistema eficaz sin tener que calcular manualmente el método correspondiente. Con esto lograr que la **tasa de cumplimiento de entrega** en tiempo y forma mejore de un **70% o superior**.
- Reducir el **tiempo de colocación de orden de compra**, esto quiere decir reducir el tiempo desde que se crea la orden de requisición hasta que se efectúa la orden de compra con el objetivo de reducirlo en un **25%**.
- Diseñar y ordenar las **mejores alternativas** de proveedores para poder disminuir las posibilidades de incumplimiento de entrega por parte de los proveedores.

3.0 Estado del arte

Con todo lo mencionado anteriormente, la selección de proveedores impacta en gran medida y es un proceso importante para el desarrollo y éxito de una empresa formando parte fundamental en la cadena de suministro. Esto lo podemos visualizar en la siguiente cita: *“En la búsqueda de mejores desempeños competitivos, una tendencia mundial es la gestión de las cadenas de abastecimiento. Para este propósito, la selección de proveedores constituye una decisión estratégica de alto impacto en el desempeño de la organización.”*⁴, lo que hace reflejar la importancia de la selección de proveedores, no solo para una empresa en particular, sino que para cualquier tipo de empresa o pyme.

En relación con la problemática mencionada anteriormente se hizo una estrategia de búsqueda en redes académicas como google scholar en el cual existen varios casos tales como la plataforma WMS (Warehouse Management System) en el CEDI (Centro de distribución) que busca incrementar potencialmente la eficiencia y satisfacción de los requerimientos del cliente. Para aquello, utilizan el método AHP mencionando lo siguiente: *“Para apoyar las decisiones se pueden utilizar técnicas basadas en la experiencia de expertos en TIC logísticas o emplear técnicas de análisis de decisiones como el AHP (Analytic Hierarchy Process), el cual, se basan en un método cuantitativo, criterios y alternativas para apoyar decisiones que permita tomar decisiones que contribuyan a los objetivos de la empresa, y en este caso la selección de un WMS para el CEDI (...) la utilización de métodos de análisis de AHP permiten combinar la experiencia del decisor y la utilización de métodos cuantitativos de investigación de 66 Scientia et Technica Año XVII, No 52, Diciembre de 2012. Universidad Tecnológica de Pereira. operaciones para apoyar decisiones empresariales, y en procesos logísticos”*⁵

Con todo lo mencionado anteriormente, la metodología AHP ha sido fuertemente usada en diversas oportunidades que se pueden presentar hasta en las cosas más simples y cotidianas. Como si pareciera poco, el método AHP se ha usado en ecosistemas naturales de la comunidad valenciana el cual se especializa en producción forestal, presentando problemas de valoraciones de los ecosistemas naturales valencianos utilizando así, el método AHP como solución a sus problemas:

⁴ Ariel, S. C. W. (n.d.). *Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-35922009000100008&script=sci_arttext

⁵ Varela, P. D. M. (2012). *Selección de proveedor de WMS utilizando método AHP*. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84925149011>

“Se trata de un método multicriterio interactivo discreto conocido por AHP que ha tenido un gran impacto tanto a nivel teórico como aplicado. También habría que destacar la adaptabilidad del método a cualquier tipo de entorno económico, territorial, estratégico etc. (...) El método AHP ha sido utilizado, con notable éxito, en una amplia gama de aplicaciones en campos muy diversos desde la planificación empresarial, planificación estratégica, selección de proyectos, inversiones y equipos, investigación comercial, auditoría, etc. hasta la resolución de conflictos internacionales”⁶

El método AHP aparte de, como vimos anteriormente, facilitar la selección de proveedores y se puede a su vez usar como evaluación de desempeño, ha logrado utilizarse como evaluación de costos, totales de adquisición, utilizando costos tales como, transporte, inventario y costos de calidad. Por otro lado, este método constituye un elemento de gran utilidad y de soporte en la elección del modelo matemático analítico como la técnica ideal para el diseño de un modelo de inventario, esto lo podemos ver reflejado de mejor manera en la siguiente cita:

“Con respecto al caso de aplicación, podemos destacar que la aplicación de un juicio de expertos enfocado en un proceso analítico jerárquico (AHP) constituye un elemento de gran utilidad y de soporte en la elección del modelo matemático analítico que reconoció todo un conjunto de juicios individuales de forma integral, sin caer en sesgos atribuidos a sofismas, juicios propios, u opiniones informales de los autores del proyecto”⁷

Por otro lado, según el artículo de la página Scielo, el cual realizó un análisis de las metodologías para seleccionar proveedores en la cadena de suministro de la minería del cobre en Chile, nos habla de un método conocido llamado proceso de red analítica (ANP) clasificándolo como el tercero mejor después de AHP.⁸

⁶ Reyna, S. [Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo] & Cardells, F [Conselleria de Medio Ambiente]. (s. f.). *VALORACIÓN AHP DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA*. researchgate.net. Recuperado 12 de octubre de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Reyna-3/publication/284628291_Valoracion_AHP_de_los_ecosistemas_naturales_de_la_comunidad_valenciana/links/5655915608ae4988a7b0b75c/Valoracion-AHP-de-los-ecosistemas-naturales-de-la-comunidad-valenciana.pdf

⁷ Mendoza, A. M., Solano, C., Palencia, D., & De La Fuente García, D. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 348-360. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052019000300348>

⁸ Gahona-Flores, O. F., & Juárez-Rubio, F. (2022b). Metodologías para seleccionar proveedores en la cadena de suministro de la minería del cobre en Chile. *Información tecnológica*, 33(3), 107-116. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000300107>

Finalmente tenemos la empresa Provemel Ltda la cual se especializa en varillas de aluminio, utiliza el método TOPSIS que relacionado al AHP también es un análisis multi criterio empleado. Nos entrega lo siguiente información al respecto: “Ante la situación planteada el método TOPSIS es uno de los más utilizados en la actualidad, debido a que es la metodología que conlleva a elegir la solución más cercana al ideal ante todas las alternativas posibles que existen, ya que define un índice de similitud que se construye combinando la proximidad al ideal positivo y la lejanía respecto al ideal negativo. El método TOPSIS se basa en el concepto del ideal y del anti-ideal en la elección de alternativas, ya que en este método las alternativas elegidas deben tener la distancia geométrica más corta de la solución ideal positiva (ideal) y la distancia geométrica más larga de la solución ideal negativa”⁹

Con esto podemos confirmar que el método TOPSIS es un método efectivo en la resolución de problemas en la selección de proveedores.

En resumen, no existe el mejor método aplicable, sino que existe el que mejor se adapte de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la empresa.

4.0 Solución

4.1 Alternativas de solución

De acuerdo con lo mencionado anteriormente en el estado del arte, se analizó cómo diferentes empresas abordan el tema planteado en cuanto a la selección de proveedores llegando cada una de ellas a una solución ideal. Se llegó a la conclusión de que las tres alternativas potenciales para solucionar el problema son las siguientes:

- 1) ANP, es un método multicriterio que permite modelar relaciones y dependencias más complejas entre los criterios y las alternativas.
- 2) AHP, es un método multicriterio anclado a una jerarquía en la cual se pueden evaluar todas las alternativas y criterios que uno desee permitiendo también analizar variables cualitativas como cuantitativas.

⁹ Andrés, L. O. H. (2017). *Aplicación de métodos multicriterio para el soporte de selección de proveedores en la empresa Provemel Ltda*. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/36662>

- 3) TOPSIS, es un método multicriterio en el cual calcula y clasifica de acuerdo con las distancias euclidianas entre las alternativas con la solución ideal y anti ideal asignando así las puntuaciones para cada una de ellas.

A partir de estas soluciones, se realizará una tabla de comparaciones para las 3 soluciones y ver el alcance que tienen para cumplir con las expectativas y objetivos específicos del proyecto:

Tabla 2: Comparación de soluciones¹⁰

Objetivo Específico	Solución 1 ANP	Solución 2 AHP	Solución 3 TOPSIS
Implementar sistema para agilizar y optimizar proceso de selección de proveedores	La solución podría aumentar la eficiencia en el proceso de selección de proveedores debido a su sistema con contextos complejos	La solución aumentará la eficiencia en el proceso de selección de proveedores debido a su habilidad de jerarquía reduciendo los tiempos de selección de proveedores	La solución podría aumentar la eficiencia en el proceso de selección de proveedores gracias a su sistema considerando los puntos ideales y los anti ideales.
Automatizar el proceso de análisis haciendo uso de Python	La solución podría ser automatizada bajo un proceso bien detallado en conjunto a la dificultad que esta conlleva.	La solución podría ser automatizada con el paso a paso respectivo entregando de manera más accesible la mejor opción sin tener que hacer uso manual del método.	La solución difícilmente podría ser automatizada debido a su complejidad para calcular los puntos ideales y anti ideales sin hacer uso de ejercicios manuales.
Reducción de tiempo de colocación de orden de compra	Esta solución podría reducir los tiempos de colocación de orden de compra debido a que entrega un análisis sólido facilitando la toma de decisión.	La solución aumentará la eficiencia en la colocación de órdenes de compra debido a la jerarquía utilizada facilitando y beneficiando la comunicación y obteniendo decisiones sólidas.	La solución se basa en encontrar la solución ideal facilitando la elección acortando los tiempos de decisión que por ende reduciría los tiempos de colocación de orden de compra
Diseñar y ordenar las mejores alternativas de proveedores	La solución mediante su método puede dar un orden particular de acuerdo con las mejores opciones	La solución entrega un orden prioritario de acuerdo con las ofertas y jerarquías empleadas por los proveedores y usuarios que lo usan respectivamente.	La solución mediante su método puede proporcionar una puntuación para cada alternativa teniendo la mejor y peor elección.

¹⁰ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

4.2 Selección de solución

En relación con la selección de la mejor solución para este proyecto, tomando la tabla comparativa ya mencionada, se asignaron ponderaciones a criterios de acuerdo con su importancia dentro de la empresa para así lograr tomar la mejor solución adaptable de acuerdo con los requisitos de la empresa.

Tabla 3: Criterios y ponderaciones de la empresa¹¹

Criterio	Descripción	Ponderación
Automatización del proceso	Disminución de los errores de naturaleza humana	30%
Alineación con la empresa	Concuerda con la forma de trabajo de la empresa	25%
Tiempo de ejecución del proceso	Relacionado con el tiempo de ejecución y la volumetría de los datos.	30%
Tiempos de implementación	Tiempo de estudio necesario para el desarrollo, implementación y capacitación	15%

A partir de esta tabla presentando los criterios junto a sus ponderaciones relacionados con los objetivos específicos, se analizará con el fin de asignar notas y obtener un promedio para ver qué solución será la óptima para el proyecto. Para esto se utilizarán puntajes con una escala de Likert utilizando puntos de medición del 1 al 5 siendo el 1 el más bajo y 5 el más alto:

¹¹ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

Tabla 4: Selección de solución mediante comparación¹²

Solución	Automatización del proceso 30%	Alineación con la empresa 25%	Tiempo de ejecución del proceso 30%	Tiempos de implementación 15%	Promedio
ANP	3	3	2	3	2,7
AHP	5	4	4	3	4,15
TOPSIS	2	2	3	1	2,15

Como se puede visualizar en la tabla anterior, es más conveniente utilizar el método AHP versus las soluciones utilizadas por las otras empresas siendo el método AHP el ideal según los requisitos de la empresa, el ANP en segundo lugar con una puntuación de 2,7 y TOPSIS en tercer lugar con una puntuación de 2,15.

5.0 Metodología

El área de procura de Bonatti S.p.A se encarga, como se mencionó anteriormente, de la adquisición de todos los recursos, bienes o servicios que se necesitan para la empresa, área fundamental para garantizar que la empresa obtenga los insumos necesarios para operar de manera correcta y efectiva. Es esencial para garantizar que la empresa obtenga los recursos y servicios que requieren de manera eficiente, contribuyendo al éxito de la empresa. Para lograr esto se hará la metodología en base a los objetivos específicos.

5.1 Metodología por objetivos específicos.

Para que el proyecto se logre de manera exitosa es necesario acatar los objetivos específicos ya que son fundamentales para lograr nuestro objetivo general.

En primer lugar, tenemos el aumento de la **tasa de cumplimiento de entrega** en el cual se puede usar como comparación de proveedores para asegurar su compromiso y cumplimiento los siguientes puntos:

- Capacidad de respuesta

¹² Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

- Experiencia y reputación
- Comunicación y colaboración

En segundo lugar, lograr disminuir el **tiempo aproximado de toma de decisión efectiva** debido a que la toma de decisión forma parte importante del desarrollo de los proyectos y así llevar un ritmo productivo. El sistema AHP puede facilitar la comunicación entre los integrantes del área de procura ya que el análisis de las ofertas es sólido y decisivo influyendo directamente en los tiempos que toma decidirse por las ofertas presentadas. Gracias al sistema AHP se puede acortar el tiempo aproximado de toma de decisión efectiva ya que el sistema nos entrega:

- Análisis de comparación
- Jerarquía variable
- Facilidad de comunicación

En tercer lugar, lograr la **reducción de tiempo de colocación de la orden de compra**, el cual forma parte fundamental del proceso donde es ideal contar con las necesidades en los tiempos adecuados. El sistema AHP al facilitar la comunicación y análisis sólido de oportunidades, logra aumentar la eficiencia del proceso de compra.

En cuarto lugar, lograr **diseñar y ordenar las posibilidades** debido a que el primero elegido puede tener dificultades inesperadas, situación que ocurre frecuentemente, y así poder recurrir a la segunda mejor opción sin tener que iniciar nuevamente un análisis. Todas estas desafortunadas ocasiones causan pérdida de tiempo crítico retrasando el proceso adecuado. El sistema AHP nos entrega:

- Orden prioritario
- Peso a los criterios

5.2 Planificación

Para que la realización de este proyecto sea ejecutada de manera correcta y entendible con el transcurso del tiempo se realizó una carta Gantt, en el siguiente cuadro se muestra detalladamente:

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				% de avance
Actividad	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Elegir proyecto																					100%
Presentación																					100%
Avance 1																					100%
Análisis programa automatizado																					100%
Desarrollo																					100%
Review proceso																					100%
Plan de implementación																					100%
Avance 2																					100%
Preparación Informe final																					100%
Avance General																					100%

En esta carta Gantt se pueden apreciar todas las actividades ancladas a los meses de duración del proyecto con los respectivos meses y semanas.

6.0 Medidas de desempeño

Para verificar si el proyecto efectivamente ha generado un cambio y un éxito en la resolución del problema es necesario que se cumpla el objetivo general propuesto junto a las medidas de desempeño empleadas con los objetivos específicos. Las métricas por objetivos específicos son las siguientes:

6.1 Métrica por objetivos específicos

- 1) Tasa de cumplimiento de entrega en las adquisiciones con los proveedores

$$T = \text{Tasa de cumplimiento de entrega}$$

Esta medida de desempeño permite ver la tasa de cumplimiento de entrega donde se verifica si el proveedor entregó lo que se solicitaba en el tiempo propuesto. Se espera que la tasa de cumplimiento supere o iguale el 70%

Tabla 5: Métrica de desempeño primer objetivo específico ¹³

KPI Inicial	KPI esperado
54,3%	>=70%

2) *Tiempo aproximado de toma de decisión efectiva en la selección de proveedores*

$$TDE = \frac{(n^{\circ} \text{ fecha final de decisión} - n^{\circ} \text{ fecha inicial de decisión})}{n^{\circ} \text{ de fechas analizadas}}$$

Esta medida de desempeño permite medir el tiempo aproximado en la toma de decisión efectiva en la selección de proveedores con un valor aproximado inicial de 4,33 días hábiles. Se espera que se logre reducir un 25% llegando a valores cercanos de 3,05 días hábiles aproximados.

Tabla 6: Métrica de desempeño segundo objetivo específico

KPI Inicial	KPI esperado
4,33 días hábiles	3,05 días hábiles

3) *Tiempo de colocación de la orden de compra*

$$TCC = \frac{(n^{\circ} \text{ fecha orden de compra} - n^{\circ} \text{ fecha orden de requisición})}{n^{\circ} \text{ de fechas analizadas}}$$

Esta medida de desempeño permite analizar el tiempo de colocación de la orden de compra, esto quiere decir, el tiempo que pasa entre que se crea la orden de requisición (OR) y efectivamente se crea la orden de compra (OA).

Tabla 7: Métrica de desempeño tercer objetivo específico

KPI Inicial	KPI esperado
7,2 días hábiles	5,4 días hábiles

¹³ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

4) *Diseño de orden de acuerdo con las mejores alternativas*

Este objetivo específico es importante ya que por múltiples motivos o razones el proveedor ya analizado como el mejor a elegir puede tener dificultades posteriores y en caso de emergencia no enfocarse solo en el primero, sino que tener en cuenta la siguiente posibilidad.

6.2 Métrica objetivo general

Los objetivos específicos van directamente relacionados con el objetivo general para lograr conseguir el aumento de eficiencia en el proceso de compras logrando la reducción del personal de procura en un 50% debido a que quedarían muchos trabajadores para el trabajo estimado pendiente. Es por esto por lo que el aumento de la eficiencia se verá reflejado monetaria y porcentualmente como se verán en los resultados y generando una reducción del tiempo total del proceso de compra en un 3 a 5%.

7.0 Desarrollo

Para el desarrollo de este proceso es necesario lograr entender cómo funciona el método AHP para así poder interpretar correctamente los resultados. Luego, se automatizará el proceso en lenguaje Python facilitando su uso y evitando errores de naturaleza humana.

7.1 Método AHP

Comienzo por explicar que, tanto para este método como para la automatización de este, se usa la escala de Likert que es la siguiente:

Tabla 9: Tabla de Likert

Escala Numerica	Escala Verbal	Explicación
1	Igualmente importante	Dos elementos contribuyen en igual medida al objetivo
3	Moderadamente importante	Preferencia leve de un elemento sobre el otro
5	Fuertemente importante	Preferencia fuerte de un elemento sobre el otro
7	Importancia muy fuerte o demostrada	Mucho mas preferencia de un elemento sobre otro. Predominancia demostrada
9	Importancia extremadamente fuerte	Preferencia clara y absoluta de un elemento sobre el otro

Esta escala se usa para lograr comparar cualquier aspecto tanto **cualitativo** como **cuantitativo**.

El método AHP tiene una serie de pasos a seguir para que efectivamente lo que se está calculando son resultados consistentes y razonables de acuerdo con la jerarquía y ofertas entregadas por los proveedores. Los pasos son los siguientes:

1. Definir criterios y objetivos

Hay que definir los criterios fundamentales para compararlos entre los proveedores.

2. Definir jerarquía

Lograr darles un orden prioritario a los criterios y así darle más pesos a los criterios que correspondan.

3. Comparación de criterios y alternativas

Se evalúan las ofertas entregadas por los proveedores y se comparan entre todas ellas

4. Calcular los vectores y valores propios

Calcular los vectores y valores propios para cada matriz de comparación y normalizar los vectores propios dividiendo cada elemento del vector por la suma de los elementos.

5. Calcular los pesos relativos

Calcula el promedio de los vectores propios normalizados para cada nivel de la jerarquía (criterios y alternativas). Estos promedios representan los pesos relativos de cada elemento.

6. Calcular la consistencia

Calcular el índice de consistencia (CI) para cada matriz de comparación, el índice de consistencia aleatorio (RI) correspondiente al tamaño de cada matriz. Si el CI excede el valor de 0.1 las comparaciones pueden ser inconsistentes y habría que revisarlo nuevamente.

7. Calcular los resultados finales

Calcular la puntuación total multiplicando los pesos relativos de los criterios por las puntuaciones relativas de las alternativas en cada criterio. Suma estas puntuaciones y así obtener la calificación final.

8. Toma de decisión

Ya con la información obtenida tener un orden de acuerdo con las mejores opciones y tomar la decisión final.

Como se puede visualizar, el método es largo y puede parecer bastante tedioso, motivo por el cual se automatizará y así reducir los errores de naturaleza humana.

Al entender cómo funciona este método, lo único que quedaría restante es entender las puntuaciones y el uso final del código y cualquier persona ya estaría capacitada para su uso ya que, gracias a la automatización, lo único primordial para lograr darle un correcto uso a esto es saber que las comparaciones entre las alternativas tienen que ser siempre comparadas con la escala de Likert mencionada anteriormente.

Habrà un manual de uso de método AHP de manera accesible y rápida para cualquier persona interesada y obviamente para el personal a cargo de procura.



7.2 Automatización y plan de implementación

Para lograr el desafío de poder automatizar el método AHP se utilizó el lenguaje Python con la plataforma visual studio. Para lograr realizar este desafío tenemos que considerar procesos importantes e indispensables como la **jerarquía** y el **índice de consistencia** que como se mencionó anteriormente, sin un índice de consistencia válido el resultado entregado puede ser totalmente irracional. Es por esto por lo que el código que se generó está tomando todos los procesos indispensables para este método.

En esta imagen de la codificación se puede visualizar un ejemplo de los cálculos que nos entrega junto al índice de consistencia y las elecciones finales enumeradas como veremos más adelante en la simulación de su uso.

```
Numero de criterios: 3
Nombre del criterio 1: Crit 1
Nombre del criterio 2: Crit 2
Nombre del criterio 3: Crit 3
Número de proveedores: 3
Nombre del proveedor 1: Prov 1
Nombre del proveedor 2: Prov 2
Nombre del proveedor 3: Prov 3
Comparación de Crit 1 con Crit 2 (1-9): 3
Comparación de Crit 1 con Crit 3 (1-9): 1
Comparación de Crit 2 con Crit 3 (1-9): 5
La matriz de comparación de criterios es consistente.
Peso para el criterio Crit 1: 0.3680555555555556
Peso para el criterio Crit 2: 0.36111111111111116
Peso para el criterio Crit 3: 0.27083333333333333
Comparaciones para el criterio Crit 1:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 5
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 7
Comparaciones para el criterio Crit 2:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 7
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 5
Comparaciones para el criterio Crit 3:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 5
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 3
La matriz de comparación de proveedores es consistente.
Peso para el proveedor Prov 1: 0.44558189655172414
Peso para el proveedor Prov 2: 0.3256172839506173
Peso para el proveedor Prov 3: 0.2288008194976586
La mejor elección final es el proveedor: Prov 1 con un puntaje total de: 0.34354980029918175
PS C:\Users\dmiranda\Documents\pasantia> |
```

Esto son los resultados entregados considerando criterios generales nombrados como “Crit 1”, “Crit 2” y “Crit 3” así como también los proveedores nombrados “Prov 1”, “Prov 2” y “Prov 3”. Cabe mencionar que el número de criterios y proveedores a utilizar depende netamente de la persona que, utilizando esta automatización, no existe ninguna restricción en cuanto a la cantidad a utilizar.

El plan de implementación para su exitosa ejecución se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 10: Plan de implementación¹⁴

Actividad	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Adquisición de equipo computacional						
Conexión estable a internet						
Descarga programa						
Descarga de manual						
Capacitación de software						
Capacitación de personal						
Reunión de orientaciones claves						
Lectura de resultados						
Actualización semanal						

Este plan de implementación está pensado y orientado para enfrentar cualquier posibilidad de fallo proporcionando una implementación exitosa minimizando cualquier posible inconveniente.

8.0 Riesgos y Mitigaciones

Para poder medir los posibles riesgos que puedan afectar el desempeño del proyecto se utilizarán los siguientes niveles

- **Bajo**
- **Medio**
- **Alto**
- **Muy alto**

Imagen: Matriz de probabilidad de ocurrencia de riesgo¹⁵

		Probabilidades				
		Raro	Poco Probable	Posible	Muy Probable	Casi Seguro
Consecuencias	Despreciable	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
	Menores	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
	Moderadas	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
	Mayores	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
	Catastróficas	Medio	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto

¹⁴Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

¹⁵ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

Dada la matriz anterior hay que definir la tabla con los posibles riesgos generados al implementar la solución del proyecto, el impacto que genera y las posibles mitigaciones.

Tabla 10: Matriz de riesgos y Mitigaciones¹⁶

Descripción	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo	Mitigaciones
Conexión a internet	Mayores	Poco probable	Medio	La oficina cuenta con internet estable, pero en caso de no estar funcionando, existirá un manual para poder hacer el cálculo manualmente tomando más tiempo, pero finalmente consiguiendo los resultados necesarios.
Sesgo en los criterios de evaluación	Moderadas	Posible	Medio	Establecer criterios de evaluación claros y objetivos. Realizar un análisis de sensibilidad y así identificar los criterios que tienen un impacto más significativo.
Cambios en la condición del proveedor	Mayores	Posible	Alto	Al ser un programa de fácil acceso y proceso automatizado, no consta de ninguna dificultad a la hora de hacer uso nuevamente de este por lo que es importante mantener evaluaciones del proveedor de manera regular.
Complejidad de la jerarquía de criterios	Moderadas	Posible	Medio	Mantener las jerarquías claras seguido de un alineamiento común dado los aspectos críticos para la empresa.

¹⁶ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

9.0 Evaluación Económica

A continuación se analiza la evaluación económica mediante un flujo de caja y cómo ésta impacta en el proceso de negocios, para visualizar los resultados primero es necesario explicar que como se mencionó anteriormente, la empresa trabaja en proyectos en el cual la cantidad de personal se comporta como una campana de gauss, en el cual comienza con poco personal, aumenta al punto de tener un pick que normalmente es a mitad de proyecto y luego comienza a liberar el personal debido a las tareas ya cumplidas.

Para realizar esto nos centraremos en una planificación confidencial de la empresa en la cual no se puede nombrar el nombre ni el lugar, solo usaremos la planificación de personal que se estimó para el proyecto con duración de 36 meses (3 años). Para lograr este desafío asumimos que el área de procura dedica el 100% de su tiempo distribuido equitativamente en 3 grandes bloques siendo las siguientes:

- 1. Activación y seguimiento**
- 2. Órdenes de Compra (OA)**
- 3. Gestión de despacho y recolección de materiales**

Como los números de días en un mes varían asumimos que los días hábiles son 21 trabajando un total de 168 horas mensuales dedicando 56 horas a cada uno de los bloques que mencionamos. El bloque en el que nos centramos para este proyecto es en las órdenes de compra, al reducir en un 25% el tiempo que tomaba ejecutar el proceso de la orden de compra pasaría de 7 días a 5,25 días aproximadamente, generando un ahorro de tiempo reduciendo un total de 1,75 días mensuales logrando adelantar trabajos por realizarse, si tomamos el proyecto mencionado anteriormente de 3 años, cada 12 meses se ahorraría un total de 21 días de trabajo ($1,75 \times 12$). Con esto podemos notar que al tiempo de 3 años de finalizado el proyecto, el área de procura habría mejorado su eficiencia liberando personal innecesario 3 meses antes. Para poder calcular cuantitativamente estos datos otorgamos sueldos referenciales de acuerdo con cuánto gana cada puesto, teniendo los siguientes valores:

- **Coordinador de adquisiciones/contrato: 4.000.000 \$ CLP**
- **Activador/Comprador SR: 2.000.000 \$ CLP**
- **Activador/Comprador JR: 1.000.000 \$ CLP**
- **Activador/Comprador subcontratos: 800.000 \$ CLP**

- **Secretario Técnico Adquisiciones: 600.000 \$ CLP**

Con esto se analizará el impacto a través de que avanzan los años hasta finalmente ver el cambio en el año 3 y fin del proyecto. Como se mencionó anteriormente, la empresa Bonatti trabaja con proyectos en el cual el personal utilizado es temporal, por lo que a medida que va finalizando los trabajadores se van liberando y así reduciéndose hasta llegar a ninguno, cabe recalcar que esto aplica para todos los trabajadores no operantes de la casa matriz. Ya explicado esto y los meses de adelanto gracias a la eficiencia con el proyecto, el personal reducido se traduce en 31 meses de pagos a trabajadores en el cual lo podemos visualizar de mejor manera en el próximo flujo de caja utilizando el modelo CAPM:

- **Cálculo CAPM:**

$$CAPM = K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

Prima de riesgo (ERP)

Ke= Coste de Capital

✓ **R_f = 7,05%** Rate free risk. Tasa activo libre de riesgo

β=es el coeficiente beta que mide el riesgo sistémico.
(R_m - R_f) prima de riesgo. **(equity risk Premium)**

Considerando que la empresa hace uso de recursos directos, no financiados por deudas, con valores de **R_f = 6,30%**, el **R_m - R_f = 6,28%** y un **Beta no apalancado = 1.00%**. Logrando así obtener una tasa libre de riesgo de **12,58%**. Ahora para poder analizar los índices financieros se realizó el siguiente flujo de caja tomando en consideración que la inversión se calculó con el sueldo de un ingeniero civil y no de practicante:

Tabla 11: Flujo de caja¹⁷

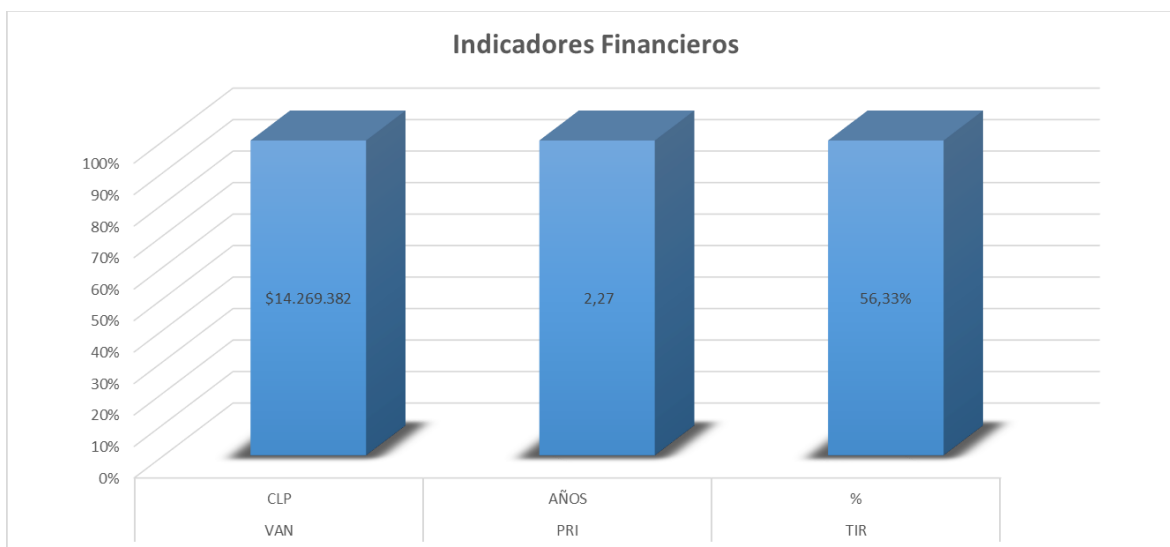
Detalles	Unidades				
		0	1	2	3
Ingresos	CLP		\$0	\$0	\$44.800.000
Sueldo	CLP		\$4.000.000	\$4.000.000	\$4.000.000
COORDINADOR DE ADQUISICIONES/CONTRATO			-	-	2
Sueldo	CLP		\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
ACTIVADOR/COMPRADOR SR					10
Sueldo			\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
ACTIVADOR/COMPRADOR JR					12
Sueldo	CLP		\$800.000	\$800.000	\$800.000
ACTIVADOR/COMPRADOR SUBCONTRATOS					3
Sueldo	CLP		\$600.000	\$600.000	\$600.000
SECRETARIO TECNICO ADQUISICIONES					4
Costos					
Mantenimiento			-300.000	-300.000	-300.000
Margen Bruto	CLP		-\$300.000	-\$300.000	\$44.500.000
Depreciación	CLP		\$0	\$0	\$0
Resultados antes de Impuestos	CLP		-\$300.000	-\$300.000	\$44.500.000
Impuestos a la Renta (27%)	CLP		-\$81.000	-\$81.000	-\$12.015.000
Utilidad Despues del Impuesto	CLP		-\$381.000	-\$381.000	\$32.485.000
Inversion A.Fijo	CLP	-\$8.100.000			
Inversion A.Intangible	CLP	-\$150.000			
Valor Libro	CLP				\$559.000
Flujo de Caja Neto (FCN)	CLP	-\$8.250.000	-\$381.000	-\$381.000	\$33.044.000
Indicadores	Un	Resultado	Tasa de Desc 12,580%		
VAN	CLP	\$14.269.382	Impuesto 27%		
PRI	AÑOS	2,27			
TIR	%	56,33%			
mayor a 12,58%					

Logrando finalmente reducir un total de **7,5% del personal**.

Por otro lado, podemos notar que el VAN tiene un valor de **14.269.382 \$**, el cual presenta una rentabilidad buena a primera vista, un PRI de **2,27** y finalmente la TIR con un valor de **56,33%** el cual es mayor a nuestra tasa de descuento de valor **12,58%**. Es importante mencionar que la tasa de descuento se calculó con el método **CAPM** ya que buscamos establecer una relación entre el riesgo y el retorno esperado.

¹⁷ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

Imagen: Indicadores financieros¹⁸



Ahora para concretar el resultado alineado con el objetivo general el cual es reducir el proceso del área de compra en un 3 a 5% podemos darnos cuenta de que al aumentar la eficiencia en el proceso de las OA se logró reducir los tiempos totales del área de procura generando un ahorro de 3 meses al cabo de 36 meses en lo que finalmente se traduce en un **8,33%**.

¹⁸ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.

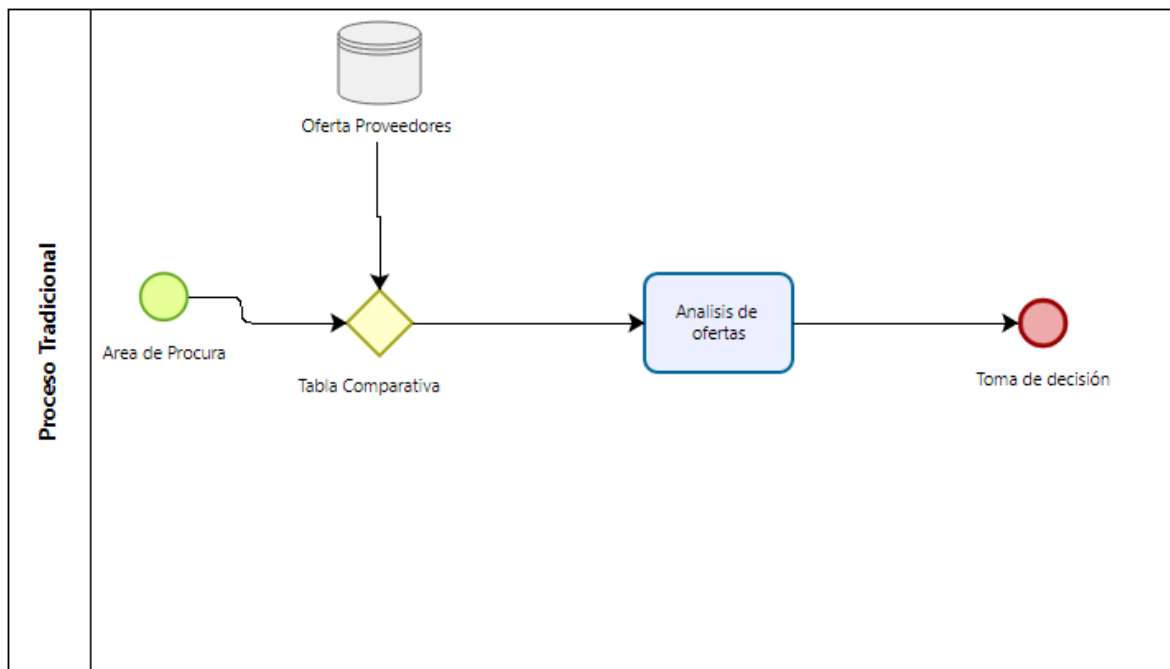
9.0 Resultados

Los resultados aplicando el método AHP en la selección de proveedores es el aumento de la eficiencia en el área de compra logrando así la reducción del 3 al 5% del tiempo estimado del proyecto.

9.1 Resultados: Cambios en el proceso

El método previo que la empresa Bonatti Spa usaba para la evaluación de selección de proveedores se puede explicar en el siguiente diagrama:

Imagen: Proceso ANTES¹⁹

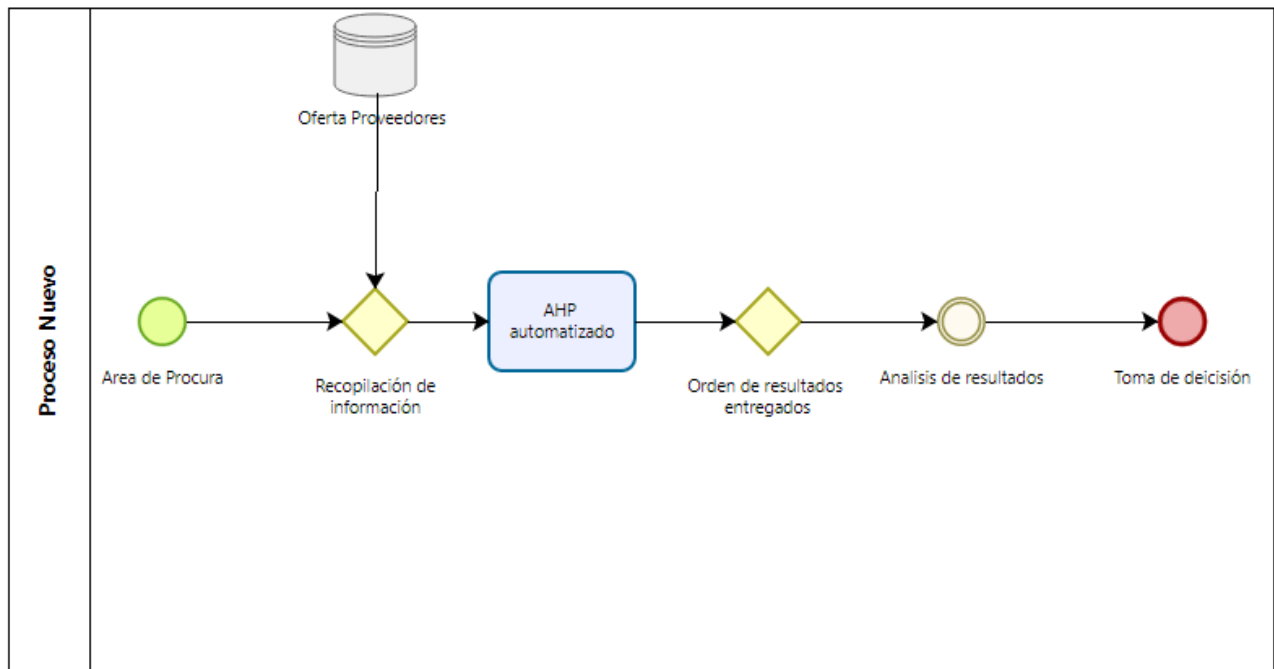


Como se puede apreciar, la manera previa de poder realizar el proceso de selección de proveedores era mediante una tabla dinámica donde básicamente se analizaba lo que ofrecía cada uno. Si bien, este método puede que tome bastante tiempo y obtenga resultados, también aumenta las posibilidades de tener problemas durante el tiempo, es por esto que hay que buscar minimizar los posibles riesgos para que no se generen problemas en el transcurso de los proyectos.

¹⁹ Diego Miranda, 2023. Desarrollo Proyecto.

Gracias a un análisis estructurado y madurado el nuevo método más eficiente se puede apreciar en el siguiente diagrama:

Imagen: Proceso selección de proveedores DESPUÉS²⁰



Como podemos notar, a diferencia del proceso anterior, podemos ver a priori que cuenta con más secuencias de pasos por lo que se podría intuir que es un proceso más largo, resulta ser un proceso mucho más eficiente donde la diferencia comienza en el primer cuadrado amarillo donde en lugar de crear una tabla comparativa, inicia una serie de pasos de análisis utilizando los implementos para finalmente hacer la toma de decisión.

Con esto podemos visualizar las diferencias en el proceso de selección de proveedores implementadas comparando el antes y el después.

9.2 Resultados: Tiempo y Financiero

Anteriormente se realizó una evaluación económica donde dio como resultado un ahorro de **44.800.000\$ CLP** acompañado de índices financieros con los siguientes resultados:

- **Van: \$14.269.382 CLP**
- **TIR: 56,33%** siendo esta mayor a la tasa de descuento de 12,58%

²⁰ Diego Miranda, 2023. Desarrollo Proyecto.

- **PRI: 2,27** siendo este el periodo de retorno de la inversión.

Estos índices financieros nos entregan buenas señales y confiabilidad para poder desarrollar el proyecto esperando un buen desempeño y desarrollo.

Al evaluar los tiempos de reducción debido al implemento de esta nueva metodología considerando los objetivos específicos, se logró superar el **objetivo general** como lo veremos en la siguiente tabla comparando las situaciones iniciales, esperadas y resultantes:

Tabla 11: Resultados Objetivo General²¹

Inicial	Esperado	Resultado
0%	3 a 5%	8,33%

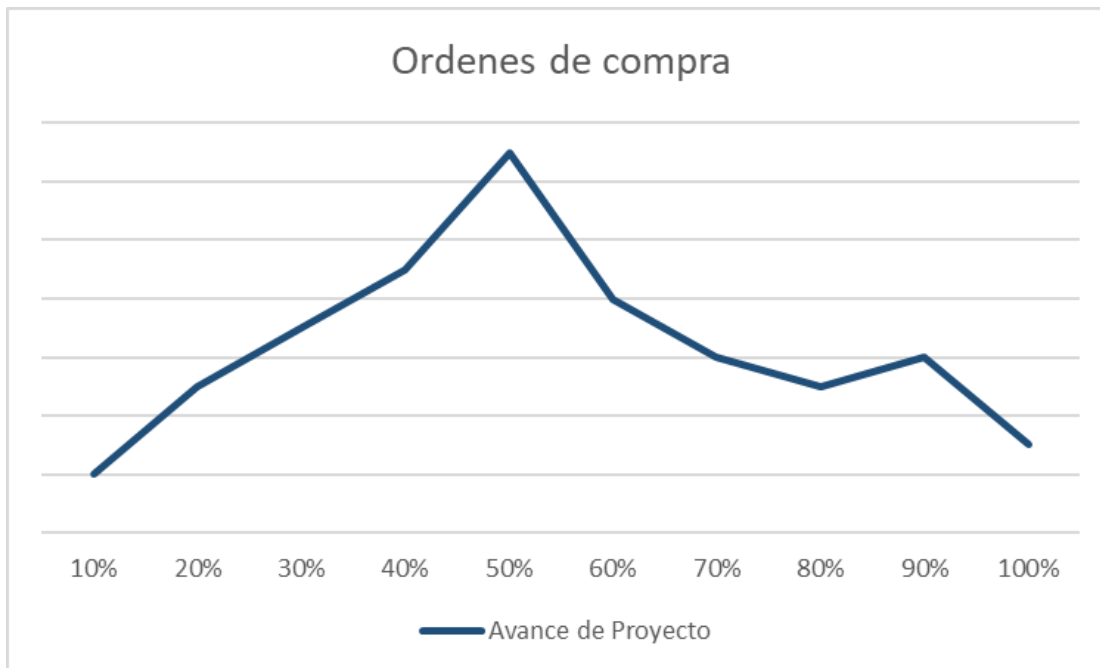
10.0 Conclusiones

En conclusión, después de un análisis completo y estructurado se puede ver como el nuevo sistema empleando el método AHP consigue traspasar los obstáculos empleados durante el informe, pero hay unas cosas que a medida que se fue avanzando, nos pudimos dar cuenta de factores tal como la construcción en obra en el cual requiere de toda una serie de pasos y planificaciones en el cual el proyecto no tiene cómo abordar ni interferir en los procesos generando una ruta crítica clara.

Por otro lado, el área en la cual nos desenvolvemos, el área de procura se ve con bastantes beneficios tanto como reducción de tiempos de trabajo como recursos mejor invertidos generando un impacto claro al proceso de negocios como pudimos ver anteriormente.

Al analizar los procesos involucrados en los proyectos junto a la cantidad de personal y trabajo que se necesita, se puede visualizar un patrón en el comportamiento representado por el siguiente gráfico:

²¹ Diego Miranda, 2023, Desarrollo Proyecto.



Es por este motivo que la cantidad de personal utilizada en proyectos se comporta como una campana de gauss debido al abasto que se requiere para las órdenes de compra emergentes.

10.1 Recomendaciones

En primer lugar, el proyecto implementado puede que a **corto plazo** no entregue beneficios tan visualizables ya que a pesar de que siempre será bueno utilizarse, no se distinguirá tan notablemente su impacto generando desconfianza, pero no dejando de ser totalmente eficaz.

En segundo lugar, una comunicación con los proveedores donde se transparente el método que se emplea puede generar grandes beneficios a **largo plazo** ya que al saber cómo es el ingreso de valores buscando en ellos mismos mejorar los criterios fundamentales.

En tercer lugar, se recomienda a **largo plazo** crear categorías con proveedores estratégicos como proveedores de bajo riesgo entre otras.

11.0 Referencias

- Gallego, L. V., & Giraldo, E. (2011). Revisión de los métodos, modelos y herramientas existentes para la selección de proveedores. Linköpings Universitet, 211.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44749542/PFC_LauraVirsedaGallego_Resumen-libre.pdf?1460697486=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRevision_de_los_metodos_modelos_y_herram.pdf&Expires=1700581470&Signature=PDBit6c6~BiN6~N7EQDt5pVDnQELYEbiQhgsYOmhnQ5i8AT8B6dWO9M1ezB~I30dOirPbNVp0GLVWjsHO9-5CssG4GVLmnqeKT12onQgv2OPRerZFAf1nPEliecOmkzwnB3G9xhWaK7vpXPidQFvg-DiTfq0IRBHNdIFx4vV3oHETerZCAOEUVvB9ER3Y7cx0MueWzDTKGBtarxS0IH~wnmx9gx6sjgki8NXhvG8-kNdoDYOrs07tHOtNCXYANXin-1NVBDNMm-1zGYK-ucRNeUxjJGS-yzP-B5vBeDohXGd38LsvbUzVbb30mWmBplk2OFerYdobs~yf0ybAswong__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- ID | Bonatti. (s. f.). ID | Bonatti. <https://www.bonattinternational.com/about-us/id>
- Suppliers Qualification | Bonatti. (s. f.). Suppliers Qualification | Bonatti. <https://www.bonattinternational.com/suppliers>
- Ariel, S. C. W. (n.d.). Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-35922009000100008&script=sci_arttext
- Varela, P. D. M. (2012). Selección de proveedor de WMS utilizando método AHP. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84925149011>
- Reyna, S. [Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo] & Cardells, F [Conselleria de Medio Ambiente]. (s. f.). VALORACIÓN AHP DE LOS ECOSISTEMAS NATURALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA. researchgate.net. Recuperado 12 de octubre de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Reyna-3/publication/284628291_Valoracion_AHP_de_los_ecosistemas_naturales_de_la_comunidad_valenciana/links/5655915608ae4988a7b0b75c/Valoracion-AHP-de-los-ecosistemas-naturales-de-la-comunidad-valenciana.pdf
- Mendoza, A. M., Solano, C., Palencia, D., & De La Fuente García, D. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 27(3), 348-360. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052019000300348>
- Gahona-Flores, O. F., & Juárez-Rubio, F. (2022b). Metodologías para seleccionar proveedores en la cadena de suministro de la minería del cobre en Chile. Información tecnológica, 33(3), 107-116. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000300107>
- Andrés, L. O. H. (2017). Aplicación de métodos multicriterio para el soporte de selección de proveedores en la empresa Provemel Ltda. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/36662>

12.0 Anexos

- PPT donde se presenta el desarrollo del proyecto y Excel con cálculos realizados para el flujo de caja:
<https://drive.google.com/drive/folders/1lLgVcPf1tBGMOb2L817vb4wnzR2rFf4n?usp=sharing>
- Matriz de riesgo y mitigaciones

Tabla 10 : Matriz de riesgos y Mitigaciones¹⁵

Descripción	Consecuencias	Probabilidad	Riesgo	Mitigaciones
Conexión a internet	Mayores	Poco probable	Medio	La oficina cuenta con internet estable pero en caso de no estar funcionando, existirá un manual para poder hacer el cálculo manualmente tomando más tiempo pero finalmente consiguiendo los resultados necesarios.
Sesgo en los criterios de evaluación	Moderadas	Posible	Medio	Establecer criterios de evaluación claros y objetivos, y capacitar a los evaluadores para minimizar sesgos personales.
Cambios en la condición del proveedor	Mayores	Posible	Alto	Al ser un programa de fácil acceso y proceso automatizado, no consta de ninguna dificultad a la hora de hacer uso nuevamente de este por lo que es importante mantener evaluaciones del proveedor de manera regular.
Complejidad de la jerarquía de criterios	Moderadas	Posible	Medio	Mantener las jerarquías claras seguido de un alineamiento común dado los aspectos críticos para la empresa.

- Modelo CAPM

$$CAPM = K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f)$$

Prima de riesgo (ERP)

Ke= Coste de Capital

✓ **Rf= 7,05%** Rate free risk. Tasa activo libre de riesgo

β =es el coeficiente beta que mide el riesgo sistémico.
 $(R_m - R_f)$ prima de riesgo. (equity risk Premium)

Rf	6,30%						
Rm-Rf	6,280%						
Beta	1,00						
CAPM	Rf+beta*(Rm-Rf)			Rf	tasa libre de riesgo		
CAPM Calcul	0,1258			Rm-Rf	Prima de riesgo		
Tasa CAPM(%)	12,580%			Beta no apalancado	uso de recursos directo, no financiado por deudas		

Considerando que la empresa hace uso de recursos directos, no financiados por deudas, con valores de **Rf = 6,30%**, el **Rm - Rf = 6,28%** y un **Beta no apalancado = 1.00%**. Logrando así obtener una tasa libre de riesgo de **12,58%**.

- **Beta no apalancado:**

Created by:	Aswath Damodaran, adamodar@stern.nyu.edu					
What is this data?	Beta, Unlevered beta and other risk measures					Global
Home Page:	http://www.damodaran.com					
Data website:	https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html					
Companies in each industry:	https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/indname.xls					
Variable definitions:	https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/variable.htm					
Do you want to use marginal or effective tax rates in unlevering betas?					Marginal	
If marginal tax rate, enter the marginal tax rate to use					24.67%	
Industry Name	Number of firms	Beta	D/E Ratio	Tax rate	Unlevered beta	
Metals & Mining	1783	1.20	26.60%	4.36%	1.00	

Teniendo con esto un **Beta no apalancado (Unlevered beta)** de valor **1**.

- Flujo de caja

A continuación, se presenta el flujo de caja tomando como costo el sueldo promedio de un ingeniero civil industrial obteniendo lo siguiente:

Tasa de descuento = 12,58%

Detalles	Unidades	0	1	2	3
Ingresos	CLP	\$0	\$0	\$44.800.000	
Sueldo	CLP	\$4.000.000	\$4.000.000	\$4.000.000	
COORDINADOR DE ADQUISICIONES/CONTRATO		-	-	2	
Sueldo	CLP	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	
ACTIVADOR/COMPRADOR SR				10	
Sueldo		\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	
ACTIVADOR/COMPRADOR JR				12	
Sueldo	CLP	\$800.000	\$800.000	\$800.000	
ACTIVADOR/COMPRADOR SUBCONTRATOS				3	
Sueldo	CLP	\$600.000	\$600.000	\$600.000	
SECRETARIO TECNICO ADQUISICIONES				4	
Costos					
Mantenimiento		-300.000	-300.000	-300.000	
Margen Bruto	CLP	-\$300.000	-\$300.000	\$44.500.000	
Depreciación	CLP	\$0	\$0	\$0	
Resultados antes de Impuestos	CLP	-\$300.000	-\$300.000	\$44.500.000	
Impuestos a la Renta (27%)	CLP	-\$81.000	-\$81.000	-\$12.015.000	
Utilidad Despues del Impuesto	CLP	-\$381.000	-\$381.000	\$32.485.000	
Inversion A.Fijo	CLP	-\$8.100.000			
Inversion A.Intangible	CLP	-\$150.000			
Valor Libro	CLP				\$559.000
Flujo de Caja Neto (FCN)	CLP	-\$8.250.000	-\$381.000	-\$381.000	\$33.044.000
Indicadores	Un	Resultado	Tasa de Desc	12,580%	
VAN	CLP	\$14.269.382	Impuesto	27%	
PRI	AÑOS	2,27			
TIR	%	56,33%			

mayor a 12,58%

VAN = \$ 14.269.382, PRI = 2,27, TIR = 56,33%

Como se puede apreciar, considerando un sueldo de ingeniero el proyecto tiene buenos indicadores financieros con una TIR mayor a la tasa de descuento (**56,33% > 12,58%**), un PRI de **2,27** y finalmente un VAN de **\$14.269.382**.

- Códigos Python

```
Numero de criterios: 3
Nombre del criterio 1: Crit 1
Nombre del criterio 2: Crit 2
Nombre del criterio 3: Crit 3
Número de proveedores: 3
Nombre del proveedor 1: Prov 1
Nombre del proveedor 2: Prov 2
Nombre del proveedor 3: Prov 3
Comparación de Crit 1 con Crit 2 (1-9): 3
Comparación de Crit 1 con Crit 3 (1-9): 1
Comparación de Crit 2 con Crit 3 (1-9): 5
La matriz de comparación de criterios es consistente.
Peso para el criterio Crit 1: 0.3680555555555556
Peso para el criterio Crit 2: 0.36111111111111116
Peso para el criterio Crit 3: 0.27083333333333333
Comparaciones para el criterio Crit 1:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 5
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 7
Comparaciones para el criterio Crit 2:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 7
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 5
Comparaciones para el criterio Crit 3:
Comparación de Prov 1 con Prov 2 (1-9): 5
Comparación de Prov 1 con Prov 3 (1-9): 3
Comparación de Prov 2 con Prov 3 (1-9): 3
La matriz de comparación de proveedores es consistente.
Peso para el proveedor Prov 1: 0.44558189655172414
Peso para el proveedor Prov 2: 0.3256172839506173
Peso para el proveedor Prov 3: 0.2288008194976586
La mejor elección final es el proveedor: Prov 1 con un puntaje total de: 0.34354980029918175
PS C:\Users\dmiranda\Documents\pasantia>
```

Esto son los resultados de ejemplo entregados considerando los parámetros relevantes mencionados anteriormente como el índice de consistencia con la jerarquía y los criterios generales nombrados como “Crit 1”, “Crit 2” y “Crit 3” así como también los proveedores nombrados “Prov 1”, “Prov 2” y “Prov 3”. Cabe mencionar que el número de criterios y proveedores a utilizar depende netamente de la persona que está utilizando esta automatización, no existe ninguna restricción en cuanto a la cantidad a utilizar.