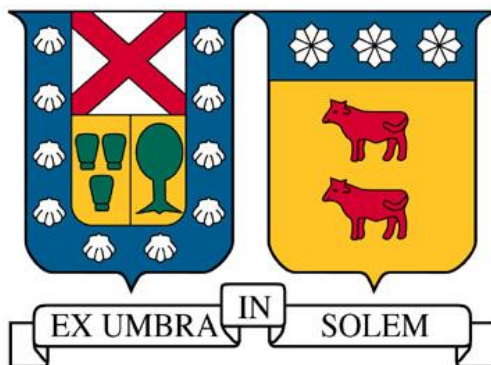


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS
VALPARAISO – CHILE



EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE ALIMENTACIÓN PARA LA
OPTIMIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS EN LA SI DE SERVICIOS AL
PERSONAL

MAXIMILIANO IVÁN ABOGASI RABI

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE ACTIVOS Y MANTENIMIENTO

PROFESOR GUÍA

: SR. EDWARD JOHNS

ABRIL 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☐ Memoria o trabajo de título; ☒ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE ALIMENTACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS EN LA SI DE SERVICIOS AL PERSONAL

Nombre del candidato(a): Maximiliano Iván Abogasi Rabi

Carrera / Grado: Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento

Campus: Santiago Vitacura ; **Departamento:** Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Edward Johns Neumann, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha:

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha:

; Firma:

24-06-25

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Resumen Ejecutivo.

El presente estudio presenta un análisis asociado a los servicios de alimentación para el personal de faenas mineras de baja ley.

El desarrollo comprende el detalle de la gestión de los activos asociados al modelo de servicio de alimentación, detallando los procesos y equipos involucrados junto con los datos de costos y dotaciones.

Se propone un análisis desde el concepto Lean, partiendo desde el cuestionamiento inicial al proceso y modelo de funcionamiento actual, es decir, ¿es necesario?, ¿se puede hacer de forma diferente? Lo anterior desde la existencia de activos asociados, el rol de quienes los gestionan, de los costos asociados al modelo y los riesgos involucrados, tanto de negocio como de seguridad.

Paralelamente desde la visión Lean y de mejoramiento continuo, se analiza la eficiencia en el uso de los recursos y si el actual proceder está asociado estrategia de las compañías y su alineamiento con los objetivos del negocio.

Para complementar el análisis, se presenta un desglose de costos de los modelos en estudio y su costo anual equivalente CAE para estimar la probabilidad de ahorro de costos, mediante simulación de Monte Carlo.

Resultados esperados

Como resultado del presente estudio se espera introducir variables que permitan visualizar un modo de optimizar la toma de decisiones en cuanto al funcionamiento de los servicios, desde una mirada operativa de mejora continua y la consideración de variables que comúnmente no son estudiadas en las licitaciones o modelamiento de servicios, tales como la gestión de los activos, suministros asociados a los modelos de producción y los costos directos e indirectos de las operaciones.

Índice

RESUMEN EJECUTIVO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
ALCANCE	5
METODOLOGÍA PROPUESTA.....	5
MARCO TEÓRICO	6
DESARROLLO	17
CONCLUSIONES.	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

Introducción.

Modelos de servicios.

Los servicios de alimentación son un recurso estratégico fundamental para asegurar la continuidad de las operaciones en la industria minera con operaciones remotas, brindando la alimentación y nutrición acorde a las labores a realizar con los servicios de desayuno, almuerzo y cena, así como alimentos para llevar durante las jornadas de trabajo.

En faenas donde se establecen campamentos, existen distintas modalidades de servicio, siendo la predominante en las faenas mineras de la segunda región de Chile, el Catering en sitio, esto quiere decir, la preparación de comidas en el mismo sitio utilizando infraestructura propia de las compañías mineras.

En el Catering en sitio, las empresas prestadoras de servicio disponen de personal en turnos continuos, día y noche para preparar y disponer las preparaciones en los puntos de entrega. Desde el punto de vista de la elaboración de los alimentos, el método de Cook and Chill es el predominante. Este método considera lo siguiente:

1.- Preparación de alimentos: Los alimentos estos se preparan en instalaciones de cocina central en la faena minera, utilizando equipamientos específicos para cada preparación.

2.- Enfriamiento rápido: Luego de la cocción, los alimentos se enfrían rápidamente, en equipos específicos, llevándolos a rangos de temperatura segura de acuerdo con lo dispuesto por el reglamento sanitario (0°C a 5°C), para evitar el crecimiento bacteriano y salvaguardar la seguridad e inocuidad alimentaria.

3.- Almacenamiento: Una vez enfriados, los alimentos se almacenan en equipos de frío y para luego trasladarlos a su lugar de servicio.

4.- Retermalizado: Antes de disponer los alimentos en servicios, estos se recalientan a una temperatura segura (>70°C) en hornos convectores, asegurando que estén calientes y sean seguros para los consumidores.

Este método de proceso ofrece ventajas en contextos de campamentos mineros ya que permite preparar grandes cantidades de alimentos de una vez y almacenarlos durante periodos largos de tiempo antes de ser consumidos. Lo anterior permite flexibilidad en la programación de entrega de comidas y permite también efectuar controles de calidad durante las etapas de preparación.

Con el fin de determinar lo más atingente y que permita eliminar la mayor cantidad de mudas del modelo, el presente estudio presentará el análisis del flujo de procesos, los costos asociados a los modelos, los activos involucrados en los servicios junto con el análisis de riesgo negocio y seguridad correspondiente. Todo enmarcado en un análisis Lean de la mejora de los procesos.

Objetivos.

Objetivo General

Presentar una propuesta de modelo de servicio que consiga la optimización en la gestión de los activos asociados a los servicios de alimentación de faenas mineras remotas, mediante la implementación de mejora continua y eliminación de mudas.

Objetivos Específicos

- Analizar el modelo de trabajo predominante.
- Analizar los activos involucrados en los procesos.
- Modelar los costos globales de operación y sus CAE
- Aplicar métodos y/o prácticas de clase mundial que permitan un mejoramiento continuo y disminuir el riesgo negocio.
- Eliminar mudas y procesos que no agregan valor.
- Optimizar el uso de los recursos existentes.

Alcance

El alcance del estudio se circunscribe a las empresas de gran minería y baja ley ubicadas en la segunda región de Chile, más en particular en la zona comprendida entre las ciudades de Calama y Antofagasta.

Metodología propuesta.

Para el desarrollo se utilizará el Mapa de flujo de procesos para poder identificar las actividades que no agregan valor en el mismo, es decir el proceso de conversión Lean y eliminación de MUDA. Hacer más y más con menos y menos.

Junto a lo anterior se utilizará la estimación de un valor esperado del CAE como un indicador para la elección del modelo de servicios.

Estado del arte.

Para describir el estado del arte en los servicios, se exponen dos sistemas que deben cruzarse para establecer un óptimo modelo de servicio.



Fuente: Elaboración propia

Por un lado, la minería actual apunta a satisfacer los retornos esperados de sus inversionistas mediante modelos de producción verde que logren que los procesos productivos se lleven a cabo con la menor huella de carbono e hídrica posible, siendo

eficientes con el uso de la energía y manteniendo buenas relaciones con las comunidades. La seguridad es también un pilar fundamental sobre el que se basa el crecimiento y estabilidad del negocio.

Los servicios por otro lado han evolucionado cada vez hacia la experiencia del cliente, generando modelos de innovación que permitan ser flexibles y lograr lo que el cliente busca, a tiempo, con calidad e inocuidad. Explorar metodologías y materiales amigables con el cuidado del medio ambiente, son tendencia en el desarrollo del negocio por cuanto le aseguran ser sostenibles y adecuarse a las nuevas exigencias legales y de los clientes.

Marco Teórico

Para situar el contexto teórico a desarrollar, se inicia con la base de análisis, el concepto de valor.

El valor es el conjunto de beneficios que una empresa ofrece a sus clientes a través de sus productos o servicios. Estos beneficios pueden ser tanto tangibles (como calidad, características, precio) como intangibles (como imagen de marca, servicio al cliente).

En otras palabras, el valor es lo que hace que un cliente esté dispuesto a pagar por un producto o servicio en lugar de elegir una alternativa de la competencia. Es la diferencia entre lo que cuesta producir un producto o servicio y lo que el cliente está dispuesto a pagar por él.

Valor, es un concepto clave para entender cómo las empresas generan ingresos y satisfacen las necesidades de sus clientes. Al analizar la cadena de valor, las empresas pueden identificar sus fortalezas y debilidades, y tomar decisiones estratégicas para mejorar su desempeño.

Existe valor cuando un producto tiene atributos que son percibidos por los clientes y estos están dispuestos a pagar por ellos.

Habiendo definido valor, se procede a analizar los conceptos de Lean Thinking o Pensamiento Ajustado.

Origen y Evolución del Lean thinking

El Lean Thinking o “pensamiento ajustado” es un enfoque de gestión que busca la eficiencia y la mejora continua, eliminando actividades que no agregan valor para el cliente

Se puede entender como una filosofía de gestión que se enfoca en maximizar el valor para el cliente eliminando desperdicios y optimizando los procesos. Se basa en la mejora continua y la eficiencia operacional, buscando la excelencia en la entrega de valor

La metodología Lean, tiene sus raíces en la industria manufacturera japonesa y ha evolucionado significativamente desde sus inicios y ha trascendido las fronteras de la producción y se ha aplicado en diversos sectores.

El Lean Management ha evolucionado desde un sistema de producción específico de Toyota hasta convertirse en una filosofía de gestión generalizada, aplicable a diversas organizaciones y sectores. Su enfoque en la eliminación del desperdicio, la mejora continua y la satisfacción del cliente lo ha convertido en una herramienta valiosa para aumentar la eficiencia y la competitividad.

La aplicación de esta metodología conlleva a los siguientes beneficios:

- Aumento de la productividad.
- Reducción de costos.
- Mejora de la calidad.
- Mayor satisfacción del cliente.
- Mayor agilidad y flexibilidad.

En el contexto del Lean Thinking, "muda" (en japonés) o “desperdicio” se refiere a cualquier actividad o proceso que consume recursos pero no agrega valor para el

cliente final, siendo un desperdicio que debe ser identificado y eliminado para optimizar la eficiencia.

Se aplica a cualquier actividad que no sea esencial para el producto o servicio que el cliente está dispuesto a pagar.

El objetivo entonces está puesto en identificar y eliminar la muda para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la productividad.

Ejemplos:

- Sobreproducción: Fabricar más de lo que se necesita o antes de que se necesite.
- Espera: Tiempo de inactividad o retrasos en el proceso.
- Transporte: Movimientos innecesarios de materiales o productos.
- Inventario: Almacenar más materiales de los necesarios.
- Movimiento: Desplazamientos innecesarios de personal o equipos.
- Sobre procesamiento: Realizar pasos innecesarios en un proceso.
- Defectos: Productos defectuosos que requieren ser corregidos o desechados. (sobre todo en las etapas finales del proceso completo)
- Talento no utilizado: No aprovechar el potencial de los empleados.

Los Impulsores del Lean Thinking: Toyota y la Segunda Guerra Mundial

Dentro de los nombres relevantes en el desarrollo de la metodología, se pueden identificar actores fundamentales que aportaron en su génesis.

Sakichi Toyoda: El inventor de los telares automáticos. fue el precursor de muchas de las ideas que más tarde conformarían el sistema de producción de Toyota. Su enfoque en la detección temprana de errores y la mejora continua sentó las bases de la filosofía Lean.

Kiichiro Toyota: Hijo de Sakichi, aplicó estos principios a la fabricación de automóviles. Tras la Segunda Guerra Mundial, con recursos limitados y una competencia feroz, Toyota se vio obligada a buscar formas innovadoras de producir vehículos de alta calidad a bajo costo.

Taiichi Ohno: Considerado el padre del Toyota Production System (TPS), Ohno desarrolló muchas de las herramientas y técnicas que hoy asociamos con Lean, como el sistema Kanban, el jidoka y el kaizen.

Los 5 principios del Lean Thinking

Los principios fundamentales del Lean se desarrollaron a partir de la observación de los procesos de producción y la búsqueda de la perfección en cada etapa. Estos principios son:

1.- Identificar Valor: Definir lo que el cliente realmente valora en un producto o servicio. (por lo que el cliente está dispuesto a pagar)

2.- Mapear Flujo de Valor: entender los procesos e identificar las cadenas de valor y eliminar las interrupciones, cuellos de botella o mudas que destruyen valor. (graficar lo que se realiza) contar con indicadores, ¿qué porcentaje del tiempo agrego valor?

3.- Crear Flujo Continuo y Valor: Un sistema siempre tiene una restricción o cuello de botella que limita su rendimiento. Identificar y gestionar este cuello de botella es clave para mejorar el desempeño global. No se trata de equilibrar la capacidad de todas las estaciones de trabajo, sino de equilibrar el flujo a través del cuello de botella.

4.- Kanban-Demanda Jala: Buscar la mejora continua en todos los procesos.

5.- Buscar Perfección.

La Difusión de la metodología Lean Thinking.

A partir de la década de 1980, el sistema de producción de Toyota comenzó a ser estudiado y adoptado por empresas de todo el mundo. La publicación del libro "La máquina que cambió el mundo" de Womack, Jones y Roos en 1990 fue un hito en la difusión de la metodología Lean fuera de Japón.

Evolución y Adaptación de Lean Thinking.

La manera Lean de analizar y gestionar los procesos ha evolucionado desde sus orígenes en la manufactura para adaptarse a diversos sectores, como servicios, salud y tecnología de la información. Algunas de las adaptaciones y ampliaciones más significativas incluyen:

- **Lean Six Sigma:** Combina las herramientas estadísticas de Six Sigma con los principios de Lean para una mejora aún más rigurosa.
- **Lean Startup:** Adaptación de Lean al desarrollo de nuevos productos y servicios, con un enfoque en la validación temprana de hipótesis y la iteración rápida.
- **Lean Healthcare:** Aplicación de los principios de Lean al sector sanitario para mejorar la calidad de la atención y reducir los costos.

Adaptación de la metodología a los Servicios:

La metodología Lean, nacida en la industria manufacturera, ha demostrado su eficacia en la optimización de procesos y la reducción de desperdicios. Sin embargo, su aplicación en el sector de servicios presenta desafíos únicos debido a la naturaleza intangible de los productos y la alta variabilidad de los procesos. A continuación, se presenta cómo se pueden adaptar los principios fundamentales de Lean al contexto de los servicios.

Concepto de Valor en los Servicios

En la manufactura, el valor suele ser más tangible y fácil de medir. Por ejemplo, un automóvil tiene características físicas y funcionalidades que el cliente puede percibir como valor. Sin embargo, en los servicios, el valor es más subjetivo y depende en gran medida de la experiencia del cliente.

¿Qué constituye valor en un servicio?

- **Resultados tangibles:** Aunque los servicios son intangibles, pueden generar resultados tangibles, como un diagnóstico médico preciso o un asesoramiento financiero que genere ganancias.
- **Experiencia del cliente:** La forma en que se entrega el servicio, la atención al cliente y la relación con el proveedor son elementos clave que influyen en la percepción de valor.
- **Emociones:** Los servicios pueden generar emociones positivas en los clientes, como confianza, seguridad o satisfacción.

Ejemplos:

- En un restaurante, el valor puede estar en la calidad de la comida, la atención del camarero y el ambiente del lugar.
- En un consultorio médico, el valor radica en la precisión del diagnóstico, la empatía del médico y la rapidez de la atención.

Flujo de Valor en Servicios

El flujo de valor en servicios se refiere a la secuencia de actividades que transforman una solicitud del cliente en un servicio entregado. A diferencia de la manufactura, donde el flujo suele ser más lineal, en los servicios puede ser más complejo y con múltiples puntos de contacto.

¿Cómo identificar el flujo de valor en servicios?

- **Mapeo del proceso:** Utilizar herramientas como el Value Stream Mapping para visualizar el flujo de valor completo, desde la solicitud del cliente hasta la entrega final.
- **Identificación de actividades que no agregan valor:** Eliminar aquellas actividades que no aportan valor al cliente o que generan demoras o errores.
- **Optimización del flujo:** Reducir los tiempos de espera, minimizar la mano de obra y eliminar los cuellos de botella.

El Tirón en los Servicios (Pull)

El principio de "tirón" o "Pull" (por su denominación en inglés) implica producir solo lo que el cliente necesita y cuando lo necesita. En los servicios, esto se traduce en:

- **Personalización:** Adaptar los servicios a las necesidades individuales de cada cliente.
- **Demanda real:** Basar la producción de servicios en la demanda real del cliente, evitando la sobreproducción o la escasez.
- **Colaboración con el cliente:** Involucrar al cliente en el proceso de diseño y entrega del servicio.

Perfección en los Servicios

La búsqueda de la perfección en los servicios implica la mejora continua de todos los procesos. Esto se logra a través de:

- **Kaizen:** Realizar pequeñas mejoras de forma continua en todos los aspectos del servicio.
- **Estandarización:** Establecer procesos estándar para garantizar la calidad y la consistencia del servicio.
- **Medición y análisis:** Utilizar indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir la eficiencia y la calidad del servicio y tomar decisiones basadas en datos.

En resumen, adaptar Lean a los servicios requiere una comprensión profunda del valor que el cliente percibe, la identificación y eliminación de desperdicios en los

procesos, y un enfoque en la mejora continua. Al aplicar estos principios, las empresas de servicios pueden mejorar la satisfacción del cliente, reducir costos y aumentar la eficiencia.

Costo anual equivalente (CAE)

El Costo Anual Equivalente (CAE) es el costo anual constante que tendría un activo o proyecto a lo largo de su vida útil o tiempo de proyecto, considerando el valor del dinero en el tiempo. En concreto, convierte el valor presente neto de todos los costos asociados con una inversión o un proceso en una serie de pagos anuales iguales.

El CAE permite comparar alternativas de inversión o procesos que tienen:

Diferentes vidas útiles: Al convertir todos los costos a un flujo anual equivalente, se pueden comparar opciones con horizontes temporales distintos de manera equitativa.

Diferentes patrones de flujo de caja de costos: Facilita la comparación de alternativas con diferentes distribuciones de costos a lo largo del tiempo (por ejemplo, una inversión inicial alta con bajos costos operativos versus una inversión inicial baja con altos costos operativos).

De forma general el CAE se puede calcular de la siguiente manera.

$$CAE = VA \times \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Fuente: Ingeniería económica, Blank, Leland T., & Tarquin, Anthony J

Donde:

CAE = Costo Anual Equivalente.

VA = Valor Actual (o Valor Presente Neto de los costos totales) del activo o proyecto.

r = Tasa de descuento o costo de capital.

n = Vida útil del activo o proyecto en años.

De forma análoga, si se tiene el costo actual neto (CAN), del modelo en evaluación, que corresponde a la suma del valor presente de todos los costos asociados a lo largo del periodo de análisis, incluyendo la inversión inicial (que ya está en valor presente) y descontados a la tasa de descuento. Luego, se puede obtener el CAE mediante:

$$CAE = CAN \times \left[\frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Fuente: Ingeniería económica, Blank, Leland T., & Tarquin, Anthony J

Donde:

CAE = Costo Anual Equivalente

CAN = Costo Actual Neto

r = Tasa de descuento o costo de capital por período

n = Vida útil del activo o proyecto en años.

Entonces, el CAE es una herramienta para comparar diferentes opciones de inversión cuando el objetivo es minimizar los costos a largo plazo o en una evaluación de proyecto con un tiempo determinado.

Luego al comparar modelos se debe elegir la alternativa con el menor CAE, es decir, se selecciona la opción que representa el menor costo anualizado durante su vida útil y comparativamente más conveniente en el análisis de costos y probables ahorros.

Simulación de Monte Carlo

El método de simulación Monte Carlo es una técnica computacional que utiliza el muestreo aleatorio repetido para obtener resultados numéricos. Es decir, en lugar de calcular una solución exacta a un problema complejo, se realizan muchas simulaciones utilizando números aleatorios para estimar la probabilidad de diferentes resultados.

El nombre "Monte Carlo" hace referencia al famoso casino de Mónaco, conocido por sus juegos de azar. La naturaleza aleatoria de los juegos de casino es similar al proceso de muestreo aleatorio que se utiliza en esta técnica de simulación.

El desarrollo de este método permite comprender la incertidumbre asociada al problema y tomar decisiones informadas basadas en las posibles consecuencias.

Pasos Básicos del Método Monte Carlo:

1. Definir el Modelo:

- Identificar las variables clave del problema que tienen incertidumbre (es decir, que pueden tomar diferentes valores).
- Definir la relación matemática entre estas variables y el resultado que se desea analizar.

2. Definir las Distribuciones de Probabilidad:

- Para cada variable incierta, se debe especificar una distribución de probabilidad que describa los posibles valores que puede tomar y la probabilidad de cada valor. Estas distribuciones pueden ser uniformes, normales (gaussiana), exponenciales, triangulares, etc., dependiendo de la naturaleza de la variable y la información disponible.

3. Generar Números Aleatorios:

- Se utiliza un generador de números aleatorios para obtener valores específicos para cada variable incierta, basándose en sus distribuciones de probabilidad definidas en el paso anterior.

4. Ejecutar la Simulación:

- Para cada conjunto de valores aleatorios generados en el paso 3, se ejecuta el modelo definido en el paso 1 para obtener un resultado.
- Este proceso se repite miles o millones de veces, generando una gran cantidad de posibles resultados.

5. Analizar los Resultados:

- Se analizan todos los resultados obtenidos en las simulaciones para obtener estadísticas descriptivas, como la media, la desviación estándar, los percentiles y la probabilidad de diferentes escenarios.

La simulación Monte Carlo aplicada al CAE

La aplicación del método de simulación Monte Carlo para estimar el CAE implica modelar las incertidumbres de las variables que influyen en el valor presente neto y la vida útil del proyecto, realizar múltiples simulaciones para obtener una distribución de probabilidad del CAE, y analizar esta distribución para comprender el rango de posibles costos anuales equivalentes y los riesgos asociados.

Para ello, se puede utilizar software especializado en simulación de riesgos, hojas de cálculo con complementos de simulación (como Crystal Ball o @RISK para Excel), o lenguajes de programación como Python con librerías como NumPy y SciPy.

Utiliza esta herramienta para la estimación del CAE trae consigo importantes beneficios tales como:

- Manejo de la Incertidumbre: Permite incorporar explícitamente la incertidumbre de las variables clave en la estimación del CAE.
- Análisis de Riesgo: Proporciona una comprensión del riesgo asociado con el CAE, mostrando la probabilidad de resultados desfavorables o favorables.
- Toma de Decisiones Informada: Ayuda a tomar decisiones más robustas al considerar una gama de posibles resultados en lugar de un único valor determinista.

- Comunicación: Facilita la comunicación de la incertidumbre a las partes interesadas.

Desarrollo

Modelos de Servicios de alimentación en faena.

Para efectos del presente análisis, se expondrán 2 modelos que desde su base consideran el servicio tercerizado, es decir, que lo desarrolla una empresa especialista en el rubro de servicios de alimentación, con personal propio y procesos de trabajos internos.

Entonces se exponen los siguientes modelos:

1.- Modelo predominante: Producción en el sitio de la minera.

Para establecer el modelo de cocina o producción en sitio, la empresa minera mandante debe contar con los activos que permitan desarrollar los procesos de preparación de alimentos, dentro del marco regulatorio que establece la normativa sanitaria de acuerdo con el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Decreto 977/96.

Se proceden a detallar los requisitos normativos ya que su cumplimiento supone impactos considerables en los costos de los modelos de servicio.

Requisitos normativos

En lo atinente al modelo de cocina en sitio, se debe considerar lo indicado por el Decreto 977/96; en sus Artículos 6 y 7.

“ARTÍCULO 6.- La instalación, modificación estructural y funcionamiento de cualquier establecimiento de alimentos deberá contar con autorización del Servicio de Salud correspondiente.”

“ARTÍCULO 7.- Al solicitar la autorización para la instalación de un establecimiento, el interesado deberá presentar, según corresponda:

- 4.1. Autorización municipal de acuerdo con plano regulador de la DOM correspondiente a la comuna.*
- 4.2. Plano o croquis de planta e instalaciones sanitarias a escala de esta;*
- 4.3. Croquis de los sistemas de eliminación del calor, olor o vapor y sistema de frío;*
- 4.4. Descripción general de los procesos de elaboración;*
- 4.5. Materias primas que empleará;*
- 4.6. Rubros a los que se destinará;*
- 4.7. Sistemas de control de calidad sanitaria con que contará;*
- 4.8. Tipos de alimentos que elaborará;*
- 4.9. Sistema de eliminación de desecho”*

Desde el punto de vista de los requisitos y para establecer los activos asociados que permitan dar cumplimiento a los requisitos sanitarios, es menester especificar y detallar la infraestructura y procesos asociados a la elaboración de alimentos ya que también representan costos que deben ser considerados.

Detalle de Áreas del proceso.

Cocina de producción alimentos.

Ubicación.

El emplazamiento para cualquier instalación debe estar aislado de focos de insalubridad, olores, humo, polvo, etc. Y no expuesta a inundaciones (Artículo 22 RSA). Todas las áreas deberán contar con zonas de preparación de alimentos separadas de los recintos destinados a almacenamiento, servicios higiénicos, vestuario y acopio de desechos. Debe estar separado de las zonas de contaminación internas o externas (depósitos de basura, Servicios para usuarios, alejado de plagas, animales, almacenamiento de materiales químicos o combustibles, etc.) reduciendo así los riesgos de contaminación.

Debe contar con conexión al sistema de alcantarillado público. Por ejemplo, poseer fosa, contar con resolución emitida por la autoridad correspondiente (SEREMI y DOM)

para la obra de alcantarillado particular. Contar con conexión al sistema de agua potable de red pública: Ejemplo, poseer pozo de abastecimiento de agua, contar con resolución emitida por la autoridad correspondiente (SEREMI y DOM), que autorice la obra de agua potable particular.

Estructura física

La estructura de la planta física donde se ejecutan los procesos de producción de alimentos juega un rol fundamental en la calidad nutricional y sanitaria del producto y finalmente, en la satisfacción de las necesidades y expectativas de los comensales.

En su diseño se debe contemplar las superficies requeridas para el desarrollo de cada una de las tareas, acciones y procedimientos; llevados a cabo según manual de aseguramiento de la calidad, con un flujo unidireccional de la línea productiva; clara separación de áreas limpias de aquellas de mayor contaminación; así como el estricto cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Sanitario de los Alimentos, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción de nuestro país, Norma Técnica y cualquier otra normativa aplicada a este tipo de servicio de alimentación.

Dependiendo de la complejidad de la cocina, los requerimientos mínimos para la estructura física serán los siguientes:

1. Las vías de acceso y zonas de circulación que se encuentren dentro del recinto del Cocina o en sus inmediaciones, *deberán tener una superficie dura, pavimentada o tratada de manera tal que controlen la presencia de polvo ambiental.*
2. Contar con estructura adecuada para el proceso, en cuanto a higiene y fluidez. El flujo de trabajo deberá ser unidireccional.
3. El área espacial requerida por el centro de producción estará determinada por el volumen de producción diaria, no obstante, al margen de su clasificación, deberá considerar un mínimo de tres áreas.

Áreas de trabajo:

Se debe cumplir, con 4 zonas mínimas, las que se detallan a continuación.

- I. Área Recepción y Almacenamiento. (por tipo y familia)
- II. Área de Producción (por tipo de preparación)
- III. Área de Lavado loza y Plonge.
- IV. Otras dependencias. (SSHH, Esclusa, Basuras, Oficina, etc.)

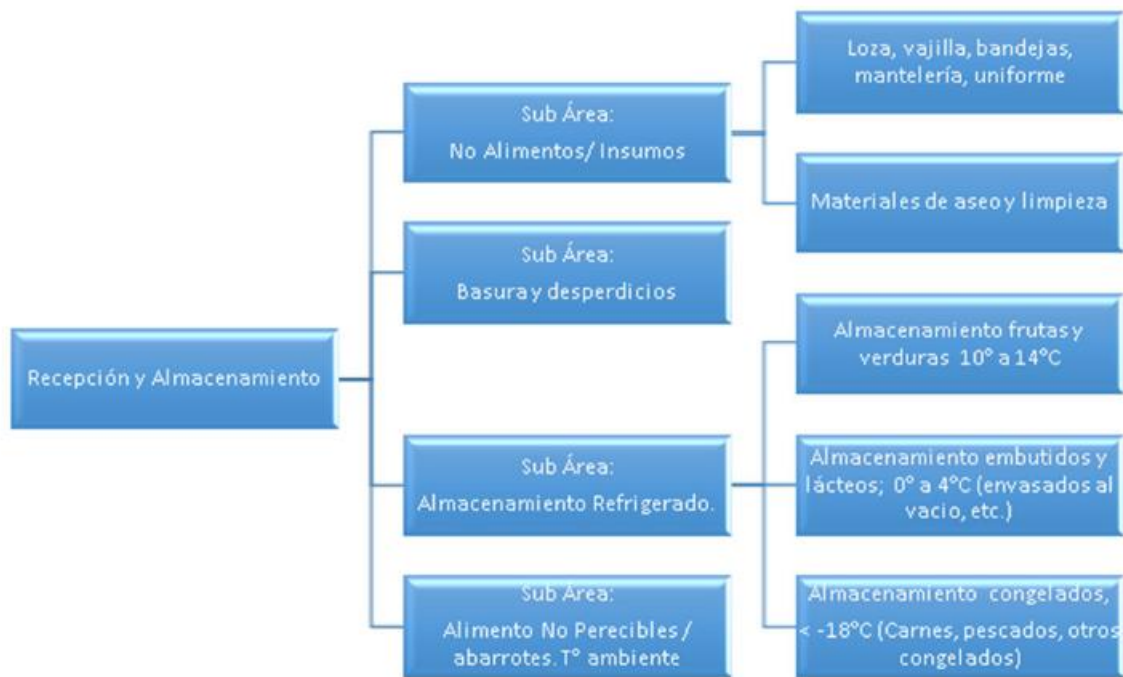
Las áreas de trabajo permiten cumplir cabalmente los objetivos generales y específicos planteados, siendo posible que los establecimientos adopten diferentes estructuras o modelos, pero dando garantía del cumplimiento de los objetivos ya señalados.

I. Área recepción y almacenamiento:

El recinto será independiente de otros servicios, tendrá comunicación directa al exterior y estará complementado con un patio y/o plataforma de descarga que facilite el acceso de vehículos, carga y descarga de productos e insumos. Las vías de acceso y zonas de circulación que se encuentren dentro del recinto del establecimiento o en sus inmediaciones, deberán tener una superficie dura, pavimentada o tratada de manera tal que controlen la presencia de polvo ambiental.

Para la cafetería, quioscos u otros puntos de alimentación, los productos e insumos llegarán por mano, y con el mayor preelaborado, para evitar la contaminación cruzada y eliminación de basuras, ya que no se deben considerar mucha pre-elaboración en estos recintos pequeños.

A continuación, se presenta un diagrama del Área de Recepción y Almacenamiento, sus componentes, Sub-áreas y secciones según corresponda.



Fuente: Elaboración propia

Descripción de las dependencias, secciones y/o subáreas que componen el área de recepción y almacenamiento:

- a. **Sub-Área Almacenamiento Refrigerado:** Zona destinada al almacenamiento de alimentos naturales, preelaborados; envasados o congelados, tales como hortalizas, frutas, cárneos entre otros; que requieren para su conservación temperaturas controladas por termómetros a la vista, de máxima y mínima temperatura y en grados Celsius (°C), o según indicaciones del proveedor.

Esta área refrigerada se subdivide en tres secciones:

1. Sección almacenamiento refrigerado entre 10° y 14° C de temperatura, destinado a hortalizas y frutas frescas, tubérculos.

2. Sección almacenamiento refrigerado entre 0° y 4° C de temperatura, destinado a lácteos en general, embutidos, postres elaborados envasados, etc.; aparte o diferenciado interiormente por tipo de producto o en refrigeradores separados.
3. Sección almacenamiento refrigerado a temperatura igual o inferior a 0° C (congelados), destinado a productos cárneos: vacuno, ave, pescado, mariscos, cerdo y alimentos congelados en general. Aparte o diferenciado interiormente por tipo de producto o en congeladores separados; por lo general, las carnes o pescados congelados, necesitan ser descongelados en antecámaras o refrigeradores de baja temperatura y no mezclar con otros alimentos, antes de ingresar a las áreas de cocción o preparación.

b. Sub-Área Almacenamiento alimentos no perecibles: zona destinada al almacenamiento de abarrotes en general. Dependiendo del volumen de productos que se almacenan, se distinguen dos tipos de recintos:

1. Bodega abarrotes: destinado al almacenamiento de alimentos no perecibles, para cubrir las necesidades y stock de reserva de un servicio de alimentación por un período de uno a varias semanas.
2. Bodega tránsito: destinada al almacenamiento de pequeñas cantidades de abarrotes, o productos en proceso, o han sido abiertos y aun no consumidos.

c. Sub-Área almacenamiento de artículos no comestibles: zona destinada al almacenamiento de mantelería, ropa, equipos de limpieza, accesorios, elementos de papel y artículos de escritorio.

d. Sub-Área Basuras y Desperdicios: zona destinada a la disposición de basuras y desperdicios en forma manual o mecánica (compactador externo), con superficie necesaria para el estacionamiento de contenedores de desperdicios.

II. Área de producción y servicio.

El recinto será independiente y conocida como área limpia y tendrá comunicación directa con el área de almacenamiento, pasando antes por un área de limpieza de las

materias primas. A continuación, se presenta un diagrama del área de producción y Servicio y sus componentes: Sub-áreas y secciones según corresponda.



Fuente: Elaboración propia

- a. *Sub-Área de preliminares*: zona destinada a la ejecución de los primeros procedimientos aplicados en la manipulación de alimentos: operaciones de limpieza, corte, arreglo y auxiliares. Estos procedimientos se ejecutan en secciones separadas según si la materia prima utilizada sea vegetal, frutas, productos cárneos o pescados. La temperatura ambiental no debe sobrepasar los 21° C para reducir el riesgo de desarrollo de microorganismos. Para servicios de alimentación grandes, ambas secciones deben estar separadas.

Mientras mayor sea el nivel de preprocesamiento de las materias primas, menor es la superficie requerida para dicho proceso, el cual, por la naturaleza de la materia prima el área debe estar separada entre Frutas y Verduras, de Carnes, pescados y huevos.

- b. *Sub-Área de Preparación de Alimentos:*** zona destinada a los procesos ejecutados con el propósito de producir cambios de consistencia, cocción disolvente, cocción concentrante o combinaciones, elaboración de masas, etc. Asimismo, comprende el tratamiento de los alimentos tales como sazonar, mezclar, espumar, etc. En esta subárea es necesario considerar tres secciones para la ejecución de los procesos destinados a las preparaciones:

1. Preparaciones en frío – Repostería – Panadería.
2. Preparaciones por calor
3. Montaje / Autoservicio

- c. *Sub-Área Distribución y Servicio:*** zona destinada a la entrega de las preparaciones recién elaboradas calientes y frías a granel, abastecidas desde las áreas de preparación por medio de carros térmicos hacia la línea de Autoservicio dispuesto en el comedor funcionarios y colaboradores; el abastecimiento es por medio de un sistema de autoservicio asistido.

III. Área de lavado.

En esta área se efectúa el lavado de equipos, accesorios, vajilla, bandejas, utensilios u otros implementos utilizados en la producción. La secuencia de tareas que se cumplen en cada una de estas áreas se puede resumir en:

1. Recepción material sucio / Carros bandejeros.
2. Remoción de desperdicios / Desconche
3. Pre- enjuague / Prelavado
4. Lavado (manual o mecánico túnel de lavado)
5. Enjuague

6. Desinfección y / o sanitización, cuando corresponda.



Fuente: Elaboración propia

El área de lavado está constituida por:

- a. *Sub- Área Lavado Vajilla:* zona destinada al lavado de vajilla y bandejas provenientes del comedor de los funcionarios. En esta sub- área se ejecutan los procedimientos de recepción, remoción de desperdicios, preenjuague, lavado, enjuague y desinfección cuando proceda, lo que se hará diariamente.
- b. *Sub- Área Menaje y Otros Utensilios:* zona destinada al lavado de menaje, utensilios, ollas y otros elementos utilizados en el proceso de producción. Los procedimientos para ejecutar son los ya descritos en el párrafo anterior; esto tiene que ser separado en el área de producción, pero cercano o conectado y con acceso al retiro de desperdicios.
- c. *Sub- Área Lavado Carros y basureros:* zona destinada al lavado de los carros de alimentación y de los carros bandejeros, cajas tipo Wenco, etc.

IV. Otras dependencias:

Como otras dependencias se encuentran las oficinas y los espacios no considerados directamente para la elaboración de alimentos, a considerar.

- Oficina Control Proveedores y/o control personal.

- Oficina supervisor o Administrador contrato, etc.
- Punto control a Distribución o Autoservicio.

Se consideran dentro de este apartado los vestuarios para el personal y servicios Higiénicos (SSHH): todos los establecimientos deben contar con recintos propios para vestuario de personal. Esta zona destinada a vestuario y separada de los lockers; debe contar con servicios higiénicos: WC, lavamanos con agua fría y caliente y duchas. Separados por sexo. El acceso de los funcionarios con ropa de calle debe conducir directamente a este recinto, sin cruzar el área de producción.

La cantidad de artefactos se calcula por cantidad de manipuladores por turno de trabajo y se considera de acuerdo con la siguiente

No. de personas /turno	WC	Urinarios	Lavamanos	Duchas
1 - 10	1	1	1	1
11 - 20	2	1	2	2
21 - 30	2	1	2	3
31 - 40	3	1	3	4
41 - 50	3	1	3	5
51 - 60	4	1	3	6
61 - 70	4	2	3	7
71 - 80	5	2	5	8
81 - 90	5	3	5	9
91 - 100	6	3	6	10

Fuente: DS 594 Art. 23 y O.G.U.C. Art. 4.5.8:

Los vestuarios y servicios higiénicos deben ser independientes a otros trabajadores del establecimiento o que realicen tareas diferentes, y ubicados a no más de 75 m de la zona de trabajo. La cantidad de lockers se proyectan para el total de trabajadores contratados que requieren cambio de ropa, los casilleros no se comparten y son de uso personal.

Artículo 21: Todo lugar de trabajo estará provisto de servicios higiénicos, de uso individual o colectivo, que dispondrán como mínimo de excusado y lavatorio. Cada excusado se colocará en un compartimento con puerta, separado de los compartimentos anexos por medio de divisiones permanentes.

Cuando la naturaleza del trabajo implique contacto con sustancias tóxicas o cause suciedad corporal, deberán disponerse de duchas con agua fría y caliente para los trabajadores afectados. Si se emplea un calentador de agua a gas para las duchas, éste deberá estar siempre provisto de la chimenea de descarga de los gases de combustión al exterior y será instalado fuera del recinto de los servicios higiénicos en un lugar adecuadamente ventilado.”

Detalle de la construcción.

Independientemente del nivel de complejidad de los establecimientos, existen requerimientos mínimos exigidos que determinan los materiales en cuanto a su procedencia, calidades, características, métodos de construcción, procedimientos y controles requeridos para la correcta ejecución de las obras. Se entiende que los materiales son nuevos y de primera calidad de acuerdo con Párrafo IV del RSA y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) – Título 4.

Los procedimientos deberán atenerse a las mejores prácticas de la técnica, y cuando corresponda, deberán obtenerse los certificados de calidad respectivos de los productos o materiales (ensayos u otros).

Se debe cumplir con las siguientes especificaciones las que prevalecerán en cuanto a su implementación y sugerencias ya que deben cumplir normas exclusivas para esta especialidad.

Proyecto y construcción general:

- a. Los materiales de revestimiento de superficies de trabajo y equipos, no deberá ceder a sustancias tóxicas o contaminantes a los alimentos, deben ser

suficientemente impermeables a la absorción de grasa y humedad pudiendo ser de acero inoxidable, granito o mármol. No deben tener resaltes o protuberancias, de tal forma de permitir el deslizamiento y/o escurrimiento de aguas y elementos de limpieza.

- b.** Las superficies tanto de muros, pisos y cielos tendrán que ser lisas de fácil limpieza, que no requieran de encerado, pulido, antipolvo (esquinas redondeadas), resistentes a detergentes industriales, ser suficientemente impermeable a la absorción de grasa y humedad. Sin resaltes o protuberancias, de tal forma de permitir el deslizamiento y/o escurrimiento de aguas y elementos de limpieza, etc. Los materiales porosos están contraindicados por constituir un foco de infección, se incluye todo tipo de madera.
- c.** Contar con pasillos de circulación amplios, que permitan el desplazamiento seguro del personal. El pasillo de circulación entre maquinarias deberá poseer mínimo 150cm.
- d.** Contar con servicios higiénicos para el personal sin comunicación directa con la zona donde se manipulan alimentos.
- e.** Deberá proveerse una ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación de vapor de agua y acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado. La dirección de la corriente de aire no deberá desplazarse de una zona sucia a una zona limpia. Las aberturas de ventilación deberán estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo y que puedan retirarse fácilmente para su limpieza.
- f.** Deberá disponerse de abundante abastecimiento de agua potable, que se ajustará a lo dispuesto en la reglamentación vigente, a presión y temperatura conveniente, así como de las instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y con protección contra la contaminación.
- g.** Contar con sistema eficaz de evacuación de aguas residuales.
- h.** Pisos de material resistente a la corrosión, atóxico, impermeable, antideslizante y de fácil limpieza. Se le dará una pendiente (sugerida) entre 1 - 1,2% para que los líquidos escurran hacia las bocas de los desagües o canaletas.
- i.** Muros de materiales impermeables, de tono claro, atóxicos, de material sólido, lisos, no absorbentes, lavables, resistentes a la corrosión y con una altura apropiada para las operaciones como mínimo de 2,50m

- j. Cielos rasos que deberán proyectarse, construirse y acabarse de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación de vapor de agua y la formación de mohos y deberán ser de fácil limpieza.
- k. Todos los vanos se deberán ajustar perfectamente a sus marcos. Las puertas deberán ser de superficie lisa y no absorbente y cuando así proceda, deberán tener cierre automático. Las ventanas que comuniquen al exterior deben poseer rejillas contra insectos. Los alfeizares de las ventanas, deberán estar construido con pendientes para evitar que se utilicen como estantes.
- l. Iluminación natural o artificial adecuada, que no altere los colores y que permita la apropiada manipulación y control de los alimentos. Las lámparas que estén suspendidas sobre el material alimentario en cualquiera de las fases de producción deberán ser de fácil limpieza y estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.
- m. Depósitos para la disposición de basuras de material lavable, con tapa, en número y ubicación adecuada. Además, deberá disponerse de instalaciones separadas del lugar de elaboración para el almacenamiento de los depósitos de desechos y materiales no comestibles, donde permanecerán hasta su eliminación. Esta instalación deberá ser de fácil limpieza y desinfección.
- n. Contar con área para mantención de plaguicidas u otras sustancias tóxicas, separada de las zonas de elaboración, envase y almacenamiento de alimentos. Además de un área destinada al almacenaje y manipulación de productos químicos inflamables.
- o. Extintor de tipo y cantidad según normativa, con carga al día y ubicado a una altura máxima de 1,30m, medido desde el suelo a la base del extintor, debidamente señalados y de fácil acceso.
- p. Instalación eléctrica y de gas construida, instalada, protegida y mantenida de acuerdo con las normas establecidas por la autoridad competente (SEC). Por norma de seguridad, bidones y calefón deben estar fuera de las áreas de producción y/o servicios higiénicos.
- q. En caso de poseer una fuente fija de energía (equipo electrógeno, caldera, etc.), deberá contar con el registro de dicha fuente, otorgado por la Seremi de Salud.
- r. En todos los lugares señalados en planos, especialmente en sectores de rampas y escaleras para cualquiera de los recintos, debe instalarse film de seguridad

antideslizante rugoso, pegado al revestimiento de piso a manera de huinchas transversales de 2 cm., en todo el ancho de las circulaciones.

Requerimientos básicos para la cocina.

a. Pisos/ Pavimentos:

Se exigirá que todos los pisos presenten superficies impermeables, no absorbentes, lavables, antideslizantes, atóxicas, sin grietas y fáciles de limpiar. Las superficies de piso sector cocina serán de alto tráfico, de color claro y que cumpla las especificaciones sanitarias señaladas. Debe tomarse en consideración que toda persona que trabaje o acceda debe utilizar zapatos de suela antideslizante.

Las superficies deben tener una pendiente suficiente para que los líquidos escurran hacia las piletas de Acero inoxidable colocadas en piso (se sugiere entre 1% y 1.2 %).

El encuentro entre el piso y muro deberá ser *cóncavo*, para evitar la acumulación de polvo y facilitar la limpieza. Las piletas y/o rejillas de acero inoxidable y estarán cubiertas con rejillas fáciles de remover las cuales estarán perfectamente niveladas con el piso terminado. Las piletas contarán con un sistema de retención de sólidos y sifonados, con desnivel hacia el desagüe.

Para los encuentros de cielo y muro se recomienda considerar en área de cocina y preparación de alimentos cornisa producto apto para pintura, sobrepuestos en muros, no absorbentes y fácil de limpiar.

b. Muros:

En zonas de producción y lavado húmedo tipo cerámica como revestimiento color claro y lavable de piso a cielo o altura mínima de 1,80m.

Las superficies sobre las cuales se instalarán los revestimientos deberán estar limpias, secas, niveladas y sólidas. De existir imperfecciones en la superficie se deberán corregir con un mortero de reparación que permita poco espesor.

En los cantos de los muros como protección a golpes se recomienda un perfil "L" de acero inoxidable, calidad AISI 304L de espesor 1.5mm de 50x50mm hasta una altura de 1,60m., adheridos con silicona estructural.

Las paredes y techos de superficies porosas en general están contraindicadas ya que constituye un foco de contaminación. Las áreas de trabajo estarán debidamente señalizadas, con letreros visibles.

d. Cielos:

Las áreas de cocina deben tener una altura interior mínima de 2.50m. desde N.P.T. a cielo. Los cielos rasos de losa terminada (Art. 25 RSA) será de terminación blanca lisa, y consultará un tratamiento con pintura esmalte sintético al agua, epóxico poliamida o similar y de fácil limpieza y antihongos, exenta de resinas y derivados acrílicos; en dos capas, indicado como pintura de terminación en ambientes industriales, expuestos a la acción de álcalis, sales, solventes, aceites y a una diversidad de productos agresivos o similar.

En caso de cielo falso, pueden ser planchas de volcánita HR en zonas distintas a las de preparación de alimentos, como oficinas, bodegas, etc. Con estructura en acero galvanizado. Se considera revestimiento esmalte sintético al agua, color claro y lavable.

Para áreas de producción de alimentos, deben ser cielos rasos. Las tapas de registros se deben ubicar en circulaciones o lugares fuera de áreas de manipulación de alimentos.

e. Puertas:

Deberán ser de superficies lisas y no absorbentes; cuando se requiera y por tipo de zona, deberán tener cierre automático. Se especifican puertas de abatir o cortina de aire. En las bases de las puertas se contemplarán celosías para la mejor ventilación de

los recintos, para evitar la entrada de vectores y de ser necesario, deberán contar con mallas mosquiteras.

Todas las puertas de servicio simples y dobles de vaivén serán de alto tráfico revestida en ABS con mirilla y cerradura de seguridad. Las puertas de oficina pueden ser de aluminio, abatir con cerradura de seguridad, vidrio termopanel y marco de aluminio anodizado, electro pintado en color claro o PVC blanco, con refuerzo en bisagras y alma doble, termopanel claro de cara lisa, burletes de goma clara o similar. Se sugiere para las zonas de producción y/o manipulación de alimentos como conexión entre la cocina fría y la cocina caliente, repostería, etc.; instalar una cortina de aire sin calefactor en reemplazo a las puertas. Esto permite una circulación de trabajo fluida, evitar golpes en puertas producidas por carros y mantener temperatura adecuada del recinto.

Las cortinas de aire, deben ser instaladas desde 220 a 300cm de altura, de acuerdo con recomendación del fabricante, adicionalmente se debe considerar acometida eléctrica monofásica para su funcionamiento a la misma altura de instalación del equipo.

f. Temperatura Ambiental:

Sobre las fuentes de calor (cocina, hornos, marmita, etc.) se contará con un adecuado sistema de extracción de vapores y gases. La temperatura ambiente debe ser adecuada a los procesos que se ejecutan en cada área o sub - área y no excederá los 21°C.

En las áreas preliminares, cocina fría, se sugiere considerar sistema de climatización, o bien, equipo individual de aire acondicionado a muro para disminuir la temperatura ambiente entre 10°C y 4°C promedio.

En sala de basuras orgánica, se recomienda considerar ventilación forzada y sistema de refrigeración, a fin de mantener temperatura bajo los 10°C.

En áreas de cocina caliente y lavado de vajilla, donde se han instalado campanas, considerar inyección de aire a través de filtros para compensar volúmenes de extracción.

En preliminares, lavado de ollas, utensilios y vajillas, sobre lava fondos, considerar sistema de extracción e inyección de aire para eliminar vapores.

En servicios higiénicos del personal y en áreas de bodegas, considerar la adecuada ventilación forzada de los recintos.

e. Iluminación:

Todo establecimiento deberá tener una iluminación natural o artificial adecuada, que no deberá alterar los colores, y permita la apropiada manipulación y control de los alimentos.

La iluminación no deberá ser menor a:

- 540lux en todos los puntos de inspección, (Área Recepción, Cocina Caliente, fría, preliminares) medida a altura de mesones de trabajo.
- 220 a 300lux en las salas de trabajo (Área de Lavado,)
- 110lux en otras zonas. (Pasillos, Baños, bodegas, etc.)

Las lámparas que estén suspendidas sobre el material alimentario en cualquiera de las fases de producción deben ser de fácil limpieza y estar protegidas para evitar la contaminación de los alimentos en casos de rotura, gracias a su hermeticidad evita la acumulación de polvo y suciedad en las pequeñas esquinas que son difíciles de limpiar, lo cual es importante para ambientes donde la higiene tiene que ser mantenida. La cantidad según proyecto eléctrico e iluminación.

La instalación de tubos LED herméticos, deben ser de fácil limpieza y estar protegidos para evitar la contaminación de los alimentos en caso de rotura.

f. Ventilación:

Deberá proveerse una ventilación adecuada para evitar el calor excesivo, la condensación de vapor de agua, acumulación de polvo y para eliminar el aire contaminado. La dirección de la corriente de aire no deberá desplazarse de una zona

sucia a una zona limpia. Las aberturas de ventilación deberán estar provistas de rejillas u otras protecciones de material anticorrosivo y que puedan retirarse fácilmente para su limpieza. Sobre las fuentes de calor, como cocinas, hornos, planchas marmita y sartén basculante, etc.; se dispondrá un sistema adecuado para la extracción de vapores y gases (con salida a los 4 vientos).

Las campanas de extracción deben estar instaladas a una altura de 190cm Desde NPT., opcional incorporar sistema de detección de humo y extinción de incendios.

Considerar equipos VIN y VEX ubicados en techumbre, proyecto específico acorde tamaño y equipos bajo ellos con la especialidad, cuya indicación de los caudales va señalada en siguiente tabla.

Campanas Industriales	Cantidad	Caudal Mínimo (m3/hr)	Caudal Total (m3/hr)
<u>Producción Caliente</u>			
Campana Mural Hornos Combinados 300x130 cm	4	5000	20000
Campana Isla Marmitas 300 x 130 cm	4	3870	15400
Campana Mural Sartén Basculante 200x130 cm	2	2970	5940
<u>Panadería</u>			
Campana Mural Hornos Combinados Bredenmaster 300x130 cm	1	5000	5000
<u>Repostería – Panadería</u>			
Campana Mural Cocina 200x130 cm	1	4100	4100
Campana Mural Horno Combinado 150x130 cm	1	3690	3690

Fuente: Elaboración propia

Las campanas ubicadas sobre equipos de cocina y que generen calor pueden incorporar sistema de iluminación, con la excepción de la campana ubicada sobre lavavajilla, la cual tampoco es necesario que cuente con filtros.

En campanas de producción sobre equipos de cocción, se recomienda un sistema de detección de humo y extinción de incendios.

g. Agua y Tuberías:

Se contará con un apropiado sistema de red de agua potable fría y caliente, convenientemente distribuida y con una presión adecuada. Las tuberías, y en el caso que ser visibles, se revestirán con una cubierta metálica y removible para su mantención. Los grifos de lavaplatos, lavafondos y otros, serán de tipo mezclador, con agua caliente y fría.

Los lavamanos contarán con llave de paleta accionada con el codo, pedal o rodilla, sensor automático u otro mecanismo; y en el caso de lava fondos o lavaplatos se utilizarán llaves corrientes. Los servicios higiénicos del personal de la cocina en general también deberán contar con agua fría y caliente en lavamanos y duchas. (DS 594).

Para lavavajillas se debe considerar entrada de agua caliente a temperatura 40°C en cañería de Cu de ¾", con un caudal de abastecimiento (lt/h) acorde al tamaño del equipo.

Se debe considerar la dotación de *agua blanda o tratada* para hornos de vapor combinados, lavavajillas y cualquier otro equipo que lo requiera por medio de un ablandador de agua.

h. Alcantarillado y Desagüe:

El alcantarillado y desagüe que procede de actividades propias de la cocina, deben tener un trazado separado de las instalaciones de alcantarillado y desagüe provenientes de servicios higiénicos (cumplirán con la reglamentación vigente para instalaciones sanitarias), deben ser independientes de las redes de piletas y canaletas de piso. El diseño del sistema de alcantarillado deberá responder para evitar el rebalse de artefactos por obstrucción de cañería.

Se debe considerar desagüe al piso en Cu de 2" para equipos con escurrimiento de agua a alta temperatura, como son los hornos a vapor combinado y lavavajillas.

Se revisarán estado de piletas industriales o rejillas de acero inoxidable, las que deben contar con rejilla de protección superior desmontable de 300x300 mm, con canasto filtro

para la recolección de residuos sólidos y salida de líquidos de fondo o lateral según corresponda.

Los desagües serán de PVC, con la excepción de piletas ubicadas en cocina caliente, que serán de Cu, ubicación según requerimientos sanitarios.

Se instalarán fuera de las cámaras de refrigeración y congelado en caso de contar, canaletas en acero inoxidable de 200x1000mm, adaptando el canasto filtro para recolección de residuos sólidos y salida de líquidos en fondo lateral, según corresponda, ubicándose en alguno de sus extremos. La profundidad de la canaleta en su extremo debe ser mínimo 5cm, con una pendiente entre el 1,5% a 2,0%, el desagüe será de PVC, dimensiones y ubicación según arquitectura.

La profundidad de la canaleta en su extremo debe ser de 5cm., con una pendiente entre el 1,5% a 2,0 %, el desagüe será de PVC, con la excepción de canaletas ubicadas en cocina caliente, bajo equipos que contengan líquidos calientes; los que serán de Cu, dimensiones y ubicación según especialidad.

i. Electricidad:

Se debe considerar regulador de voltaje para toda la cocina como sugerencia, para asegurar el buen funcionamiento de todos los equipos eléctricos, electrónicos o que usan tarjetas electrónicas.

Las instalaciones eléctricas (módulos) deben estar protegidos con tapas de acero Hidrobox, o similar para módulos ubicados sobre altura de mesones de trabajo.

Se debe considerar como mínimo, un módulo doble de 16A tras cada mesón de trabajo a 110 o 120cm del piso, con tapas Hidrobox así como también, mínimo 1 módulo doble de 16A a 30 o 40cm del piso dentro de cada área y pasillo de distribución, con tapas Hidrobox o similar.

Se debe considerar que toda la cocina y sistema de iluminación de emergencia quede respaldado a Tablero General y conectado a Grupo electrógeno.

j. Instalaciones Especiales:

En áreas de lavamanos o esclusa será de activación por pedal o rodilla para uso del personal, se debe considerar la provisión de jabón líquido y medios higiénicos para secarse las manos; tales como toallas de papel en rollo o equipos de aire caliente.

k. Ventanas:

Estas y otras aberturas se deberán construir de manera que se evite la acumulación de suciedad. Las que se abran, deberán estar provistas de protecciones contra vectores de interés sanitario (moscas, arañas, zancudos, etc.). Éstas deberán ser removibles para facilitar su limpieza y estar en buen estado de conservación. Los alfeizares deberán tener pendiente a fin de impedir que en ellos se coloquen objetos.

2.- Modelo propuesto: Producción en instalaciones propias del Catering.

Para establecer el modelo de cocina o producción en instalaciones propias del Catering o en la ciudad, la empresa minera mandante traspasa gran parte de los requisitos normativos y exigencias sanitarias de manufactura a los proveedores de servicios, quienes deben dar cumplimiento y contar con los activos que permitan desarrollar los procesos de preparación de alimentos, dentro del marco regulatorio que establece la normativa sanitaria de acuerdo con el Reglamento Sanitario de los Alimentos, Decreto 977/96, en sus centros de producción en ciudad, fuera de faena.

En este modelo, la empresa de catering se encarga de la preparación completa de las comidas en sus propias instalaciones y luego las transporta hasta. Una vez arribadas las preparaciones, un equipo reducido de personal de la misma empresa de Catering se encarga de la recepción, almacenamiento, retermalización y la distribución a los casinos y comedores donde realizan los servicios de alimentación los trabajadores.

Luego la empresa mandante no está exenta de estas exigencias, sino que debe cumplir en una cuantía menor y para procesos acotados, es decir, principalmente para

almacenamiento y retermalizado, lo que reduce la cantidad de activos involucrados en el modelo.

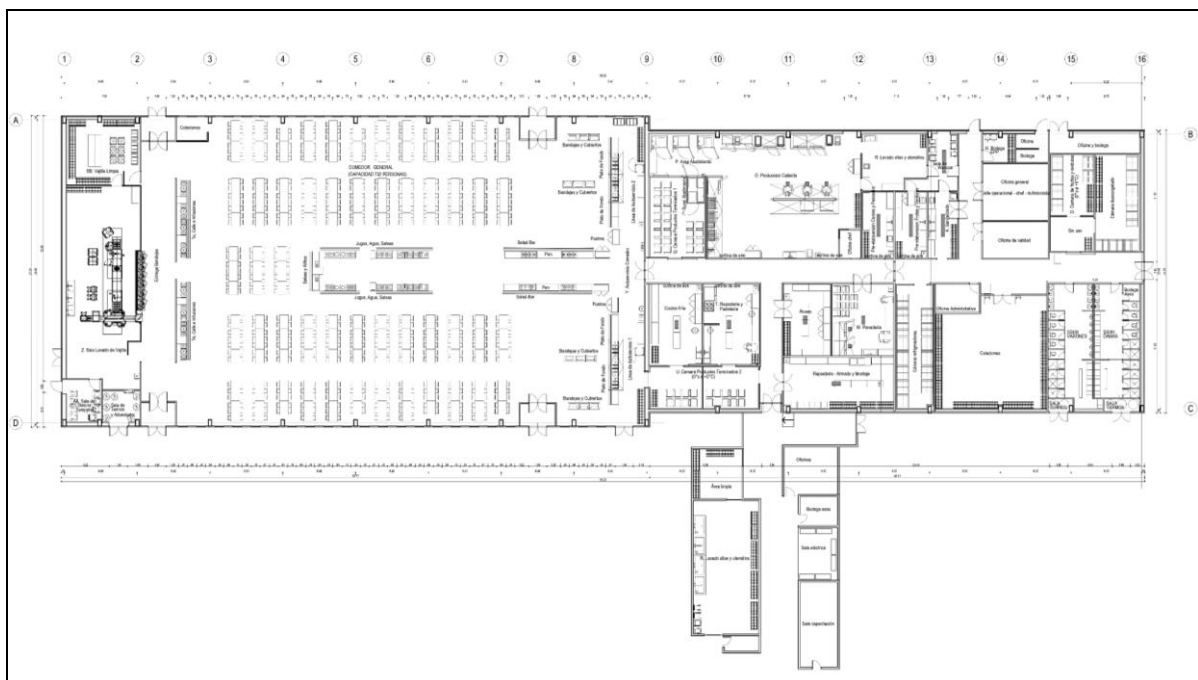
Detalle de Activos Involucrados en los procesos.

Los activos involucrados en los procesos responden a toda la infraestructura, equipos y elementos menores constitutivos de la operación.

En el presente caso de estudio, toda la infraestructura (edificios) y equipos (gastronómicos) son a activos de propiedad y responsabilidad de la empresa minera mandante.

Infraestructura.

Como infraestructura se entenderá toda edificación necesaria para el proceso de producción previamente detallado. A considerar, una arquitectura tipo de áreas de procesos de producción de alimentos con una superficie proyectada de 6335m²



Fuente: Propuesta de arquitectura óptima para zona de elaboración de alimentos, Ardima SPA, 2023.

Equipamiento gastronómico

Se procede a detallar listado de equipamiento tipo por áreas de producción

Equipo	Area	MODELO	MARCA/PROVEEDOR
CAMARA DESCONGELADO	BODEGA	S/MOD.	S/PROVEDOR
REEFER 1	BODEGA	69NT40-511-114	CARRIER
REEFER 2	BODEGA	69NT40-511-114	CARRIER
REEFER 3	BODEGA	69NT40-511-10	CARRIER
REEFER 4	BODEGA	69NT40-511-319	CARRIER
REEFER 5	BODEGA	69NT40-511-304	CARRIER
REEFER 6	BODEGA	69NT40-511-51	CARRIER
REEFER 7	BODEGA	69NT40-511-51	CARRIER
REEFER 8	BODEGA	69NT40-511-304	CARRIER
REEFER 9	BODEGA	69NT40-511-319	CARRIER
REEFER 10	BODEGA	CRR-40793	CARRIER
REEFER 11	BODEGA	69NT40-511-114	CARRIER
REEFER 12	BODEGA	69NT40-511-114	CARRIER
COCINA BIGGI 8 PLATOS N°1	COCINA CALIENTE	CG-8C	BIGGI
HORNO COMBINADO RACIONAL N°1	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°2	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°3	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°4	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°5	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°6	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
MARMITA BIGGI N°1	COCINA CALIENTE	MG-250	BIGGI
MARMITA BIGGI N°2	COCINA CALIENTE	MG-250	BIGGI
MARMITA BIGGI N°3	COCINA CALIENTE	MG-250	BIGGI
ABATIDOR ESTACIONAL 1	COCINA CALIENTE	MF-180.2	MARSOL
ABATIDOR ESTACIONAL 2	COCINA CALIENTE	MF-180.2	MARSOL
ABATIDOR ESTACIONAL 3	COCINA CALIENTE	MF-180.2	MARSOL
ABATIDOR DE TUNEL N°3	COCINA CALIENTE	MF-350.2	MARSOL
ABATIDOR DE TUNEL N°4	COCINA CALIENTE	MF-350.2	MARSOL
CAMARA DE PRODUCTOS EN TRANSITO	COCINA CALIENTE	S/MOD.	S/PROVEDOR
CAMARA DE ABATIMIENTO	COCINA CALIENTE	S/MOD.	S/PROVEDOR
SARTEN BASCULANTE N°2	COCINA CALIENTE	SB-150	BIGGI
SARTEN BASCULANTE N°3	COCINA CALIENTE	SB-150	BIGGI
PLANCHA A GAS N°1	COCINA CALIENTE	PG-90	BIGGI
PLANCHA A GAS N°2	COCINA CALIENTE	PG-90	BIGGI
SELLADORA AL VACIO MULTIVAC	COCINA CALIENTE	T-200	MARSOL
VARIOCOOKING 1	COCINA CALIENTE	VARIOPRO XL	MARSOL
VARIOCOOKING 2	COCINA CALIENTE	VARIOPRO XL	MARSOL
VARIOCOOKING 3	COCINA CALIENTE	VARIOPRO XL	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°13	COCINA CALIENTE	SCCWE201	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°14	COCINA CALIENTE	SCCWE202	MARSOL
LAVADORA VAJILLA DE CINTA	DESCONCHE	FTNi 2a	MARSOL
CORREA TRANSPORTADORA BANDEJAS	DESCONCHE	SN	MARSOL
MAGNETO PARA CUBIERTOS	DESCONCHE	BA400	MARSOL
SALAD BAR 1	ISLAS	MSBR-4	BIGGI
SALAD BAR 2	ISLAS	MSBR-4	BIGGI
SALAD BAR 3	ISLAS	MSBR-4	BIGGI
SALAD BAR 4	ISLAS	MSBR-4	BIGGI
BAÑO MARIA 1	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 2	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 3	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 4	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 5	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 6	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 7	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
BAÑO MARIA 8	LINEA AUTOSERVICIO	MAS-80E	BIGGI
HORNO COMBINADO RACIONAL N°7	REPOSTERIA	SCCWE201	MARSOL
HORNO COMBINADO RACIONAL N°12	REPOSTERIA	SCCWE201	MARSOL
COCINA A GAS 6 PLATOS N°2	REPOSTERIA	CG-6C	BIGGI
CAMARA DE DESAYUNO	REPOSTERIA	S/MOD.	S/PROVEDOR
BATIDORA PLANETARIA	REPOSTERIA	B-60	BIGGI
BATIDORA PLANETARIA	REPOSTERIA	BTF060	MARSOL
CAMARA DE PRODUCTOS TERMINADOS	REPOSTERIA/COCINA	S/MOD.	S/PROVEDOR

Fuente: Elaboración propia

Equipamiento Eléctrico

Se procede a detallar listado tipo de tableros eléctricos en áreas de producción.

Casino	Tablero Eléctrico	Cantidad
PRODUCCIÓN	10 COCINA	1
PRODUCCIÓN	10 COCINA	1
PRODUCCIÓN	11 COCINA	1
PRODUCCIÓN	11 COCINA	1
PRODUCCIÓN	12 COCINA	1
PRODUCCIÓN	COMEDOR 2	1
PRODUCCIÓN	COMEDOR 3	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 5	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 6	1
PRODUCCIÓN	CARPA AUDITORIO 1	1
PRODUCCIÓN	TDF LAVAVAJILLAS 3	1
PRODUCCIÓN	TDF Y ZONA 3	1
PRODUCCIÓN	T.D.F.Y A 7318SB-LP-001	1
PRODUCCIÓN	TDF LAVAVAJILLAS CARPA 2	1
PRODUCCIÓN	T.D.F Y A ZONA 2	1
PRODUCCIÓN	CASINO PRINCIPAL	1
PRODUCCIÓN	T.D.F Y A ZONA 1	1
PRODUCCIÓN	T.D.F Y A ZONA 1	1
PRODUCCIÓN	TGF CLIMA 09	1
PRODUCCIÓN	TGF CLIMA 09 COMEDOR	1
PRODUCCIÓN	TGF REEFER 1	1
PRODUCCIÓN	TGF REEFER 2	1
PRODUCCIÓN	7213.DYA-001	1
PRODUCCIÓN	LAVA VAJILLA CARP 2	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 1	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 2	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 3	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 4	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 5	1
PRODUCCIÓN	TABLERO 6	1
PRODUCCIÓN	PORTON ACCESO	1
PRODUCCIÓN	TDC 2	1
PRODUCCIÓN	TDC 6	1
PRODUCCIÓN	EXTRACTOR CAMPANA	1
PRODUCCIÓN	TABLERO N10	1
PRODUCCIÓN	TABLERO N11	1
PRODUCCIÓN	TDC 3	1
PRODUCCIÓN	TDC 3	1
PRODUCCIÓN	TDC 4	1
PRODUCCIÓN	TDC 7	1
PRODUCCIÓN	TDC 7	1
PRODUCCIÓN	TDC 8	1
PRODUCCIÓN	LINEA SERVICIO	1
PRODUCCIÓN	LINEA SERVICIO	1

Fuente: Elaboración propia

Análisis Económico

El análisis económico del presente estudio se evaluará mediante el costo anual equivalente, identificando los costos relevantes de los sistemas, en un horizonte de 5 años con una tasa de descuento determinada por el promedio de las empresas de gran minería y baja ley ubicadas en la segunda región de Chile, más en particular en la zona comprendida entre las ciudades de Calama y Antofagasta.

Para comparar, estimar el costo probable y evaluar los posibles escenarios, se modelarán los costos y se calculará mediante simulación de Montecarlo, con una certeza de 70%.

Para el estudio de costos, se tomará en consideración los precios promedio por preparación y servicio que se encuentran vigentes como parte de los contratos entre las empresas mineras y prestadoras de servicios.

Se considerarán también las necesidades de infraestructura requeridas conforme a los requisitos normativos vigentes y las renovaciones de equipamiento y activos de producción en el período de análisis.

Otro punto de análisis será también lo referido a los recursos, particularmente la energía necesaria para el desarrollo de procesos de producción de alimentos.

En lo referido al personal de producción, esto se analizará desde 2 aristas, la primera, la disminución proyectada como costo directo y también los costos que comprenden la estadía de cada uno de estos cargos en un campamento minero, considerando los costos promedio alojamiento y alimentación de personal contratista. También será parte de este análisis el costo que considera alojar distintos contratistas fuera de faena en periodos de parada de planta, que es traspasado a las mineras por no contar con cupos de campamento disponibles.

Costos de gestión de activos modelo producción en sitio. (Modelo actual)

Para establecer estos costos, se comienza con una base promedio de cantidades de servicios, para ello, consideran las personas presentes en turno en las mineras en el alcance del estudio y se realiza u promedio ponderado tanto de las raciones como de los costos. Se obtiene de esta forma la siguiente tabla de distribución de servicios y costos

Servicio de Alimentación	Costo medio (USD)	Media de raciones / día (un)	Costo servicio / día (USD)	Costo servicio / mes (USD)	Costo servicio / año (USD)
Desayuno	5,71	2.000	11.420	342.595	4.111.134
Desayuno Administrativo	5,53	100	553	16.589	199.065
Almuerzo	5,96	2.000	11.928	357.841	4.294.087
Cena	6,32	2.000	12.643	379.283	4.551.402
Cena de Trasnóche	5,93	600	3.558	106.732	1.280.790
Colación Reemplazo Almuerzo	8,05	200	1.610	48.306	579.666
Colación Reemplazo Noche	8,04	200	1.609	48.256	579.076
Colaciones Operaciones	4,94	350	1.731	51.915	622.985
Colaciones Bajada 4x4	5,97	400	2.388	71.647	859.762
Colaciones Bajada 7x7	7,85	1.200	9.423	9.423	113.077
Colacion Reemplazo Cena	8,81	300	2.644	2.644	31.728
			59.506	1.435.231	17.222.771

Fuente: Elaboración propia

Luego, los costos asociados a personal necesario para producción se obtienen con la distribución de personal y con el costo medio de alojamiento para el personal en campamento de las mineras de la zona, considerando 750 (USD / persona mes). Se tiene la siguiente tabla de distribución de personal y costo.

Personal	Cantidad	Costo medio / mes (USD)	Costo medio /año (USD)
ADC	1	750	9.000
Administrativo Recepción	1	750	9.000
Asesor Calidad	2	1.500	18.000
Asesor de HSEC	1	750	9.000
Asistente Finanzas	2	1.500	18.000
Asistente Técnico RR.HH	1	750	9.000
Aspirante	1	750	9.000
Auxiliar de Aseo	5	3.750	45.000
Auxiliares	61	45.750	549.000
Ayudante	17	12.750	153.000
Ayudante colaciones	2	1.500	18.000
Ayudante de bodega	6	4.500	54.000
Chef Ejecutivo	1	750	9.000
Chofer	3	2.250	27.000
Control Venta	4	3.000	36.000
Despachador	1	750	9.000
Digitador	1	750	9.000
Ecónomo	1	750	9.000
Jefe Calidad	1	750	9.000
Jefe de Bodega	1	750	9.000
Jefe de Operaciones	1	750	9.000
Jefe Producción	1	750	9.000
Maestro	4	3.000	36.000
Planificador	1	750	9.000
Supervisor	5	3.750	45.000
		93.750	1.125.000

Fuente: Elaboración propia

Para el modelamiento del costo del suministro de energía eléctrica, se consideran los equipos descritos en acápite anterior, necesarios para la producción y un costo promedio de energía de 87,2 (USD / MWh). Se tiene.

Equipos	Cantidad	Uso (hr/día)	Consumo energía (KW)	Consumo energía (MWh/año)	Costo energía año (USD)
Hornos Rational 202	7	20	60	3024	263.693
I Vario	3	20	60	1296	113.011
Abatidores Irinox	4	20	30	864	75.341
Hornos panadería	2	10	50	360	31.392
Reefer	12	24	25	2592	226.022
Cámaras Frío	4	24	20	691,2	60.273
					769.732

Fuente: Elaboración propia

Se procede con el análisis de los costos de alojamiento externo para las paradas de planta, que es traspasado a las mineras mandantes. Este costo se obtiene como promedio de los servicios de hotelería presente en las ciudades cercanas. A considerar: 150 (USD / noche).

Paradas de planta / año	Cupos externos	Días / Parada de planta	Costo alojamiento externo /año (USD)
4	500	4	1.200.000

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base el detalle de requisitos normativos a los que se debe dar cumplimiento, asociados a las distintas áreas de producción, se procede a estimar los costos por mantenimiento e inversión de infraestructura requeridos. Se tiene la siguiente tabla con el detalle.

Área	Necesidad	Costo (USD)
Recepción	Instalación de malla mosquitera, lamas, cortina de aire	7.500
Recepción	Pavimentación estacionamiento proveedores	50.000
Recepción	Construcción de bodega techada	80.000
Recepción	Mejora acceso reefer	45.000
Recepción	Antecámara zona de reefer	320.000
Recepción	Reparación pisos dañados	17.300
Recepción	Iluminación interior cámaras	3.000
Recepción	Cambio de piso de reefer	125.000
Bodegas	Puertas, instalación de malla mosquitera, lamas, cortina de aire	5.000
Bodegas	Climatización	22.000
Sanitización	Cambio de puertas	5.500
Cocina caliente	Mejorar sistema de extracción	78.000
Cocina caliente	Mejora iluminación	5.000
Cocina caliente	Mejora en desagües y alcantarillado	40.000
Cocina caliente	Cambio de piso	60.000
		863.300

Fuente: Elaboración propia

Los costos indicados obedecen a cotizaciones de proveedores de servicios de mantenimiento y construcción en el sitio.

Luego en el período de análisis del presente estudio, se estima proyección de inversiones conforme a falla y desgaste de activos (equipos e infraestructura), cuya tasa de fallo se asocia directamente a la operación de los activos. A considerar la siguiente tabla con los costos de proyectos de inversión.

Proyecto	Costo (USD)
Cámaras de frío	652.000
Reparaciones de infraestructura seremi	280.000
Rediseño de extracciones y campanas	150.000
Renovación equipamiento gastronómico	750.000
Cambio de pisos en zonas productivas	500.000
	2.332.000

Fuente: Elaboración propia

En línea con el punto anterior, se tienen los servicios de mantenimiento asociados a funcionamiento de los activos. A considerar.

Servicio	Costo anual (USD)
Mantenimiento infraestructura	600.000
Mantenimiento equipos gastronómicos	250.000
Mantenimiento tableros eléctricos	120.000
	970.000

Fuente: Elaboración propia

Costos de gestión de activos modelo producción externa. (Modelo Propuesto)

Para efectos de servicios de alimentación y poder hacer comparativos los modelos, se mantendrán las cantidades y distribución, no obstante, se variará el costo medio por servicio con un incremento de 10%. Esto se considera en vista que el costo de servicio propuesto es mayor cuando cubre gran parte de los servicios en esta modalidad. Además, el porcentaje considerado permite trabajar con condiciones más desfavorables y obtener predicciones más certeras.

Servicio de Alimentación	Costo medio (USD)	Media de raciones / día (un)	Costo servicio / día (USD)	Costo servicio / mes (USD)	Costo servicio / año (USD)
Desayuno	\$ 6,28	2000	\$ 12.562	\$ 376.854	\$ 4.522.247
Desayuno Administrativo	\$ 6,08	100	\$ 608	\$ 18.248	\$ 218.971
Almuerzo	\$ 6,56	2000	\$ 13.121	\$ 393.625	\$ 4.723.496
Cena	\$ 6,95	2000	\$ 13.907	\$ 417.212	\$ 5.006.542
Cena de Trasnoche	\$ 6,52	600	\$ 3.914	\$ 117.406	\$ 1.408.869
Colación Reemplazo Almuerzo	\$ 8,86	200	\$ 1.771	\$ 53.136	\$ 637.633
Colación Reemplazo Noche	\$ 8,85	200	\$ 1.769	\$ 53.082	\$ 636.984
Colaciones Operaciones	\$ 5,44	350	\$ 1.904	\$ 57.107	\$ 685.283
Colaciones Bajada 4x4	\$ 6,57	400	\$ 2.627	\$ 78.811	\$ 945.738
Colaciones Bajada 7x7	\$ 8,64	1200	\$ 10.365	\$ 10.365	\$ 124.385
Colacion Reemplazo Cena (kiosco)	\$ 9,69	300	\$ 2.908	\$ 2.908	\$ 34.900
			\$ 65.456	\$ 1.578.754	\$ 18.945.049

Fuente: Elaboración propia

Luego, los costos asociados a personal necesario para producción se obtienen con la distribución de personal y con el costo medio de alojamiento para el personal en campamento de las mineras de la zona, considerando 750 (USD / persona mes). En este caso, se tiene una reducción de cargos ya que la producción no es en el sitio. Entonces:

Personal	Cantidad	Costo medio / mes (USD)	Costo medio /año (USD)
ADC	1	USD 750	USD 9.000
Administrativo Recepción	1	USD 750	USD 9.000
Asesor Calidad	1	USD 750	USD 9.000
Asesor de HSEC	1	USD 750	USD 9.000
Asistente Finanzas	2	USD 1.500	USD 18.000
Asistente Técnico RR.HH	1	USD 750	USD 9.000
Aspirante	0	USD -	USD -
Auxiliar de Aseo	4	USD 3.000	USD 36.000
auxiliares	30	USD 22.500	USD 270.000
Ayudante	8	USD 6.000	USD 72.000
ayudante colaciones	2	USD 1.500	USD 18.000
Ayudante de bodega	4	USD 3.000	USD 36.000
Chef Ejecutivo	0	USD -	USD -
Chofer	3	USD 2.250	USD 27.000
Control Venta	4	USD 3.000	USD 36.000
Despachador	1	USD 750	USD 9.000
digitador	1	USD 750	USD 9.000
ecónomo	0	USD -	USD -
Jefe Calidad	0	USD -	USD -
Jefe de Bodega	1	USD 750	USD 9.000
Jefe de Operaciones	1	USD 750	USD 9.000
Jefe Producción	1	USD 750	USD 9.000
Maestro	2	USD 1.500	USD 18.000
Planificador	0	USD -	USD -
Supervisor	5	USD 3.750	USD 45.000
		USD 55.500	USD 666.000

Fuente: Elaboración propia

Respecto al costo del suministro de energía eléctrica, se considera el costo promedio de energía de 87,2 (USD / MWh) y una reducción de equipos y horas de uso ya que los procesos en el sitio se remiten solo a retermalizado y mantenimiento de alimentos en frío. Se tiene.

Equipos	Cantidad	Uso (hr/día)	Consumo energía (kW)	Consumo energía (MWh/año)	Costo energía año (USD)
Hornos Rational 202	7	5	60	756	65.923
I Vario	3	5	60	324	28.253
Abatidores Irinox	4	0	30	0	-
Hornos panadería	2	10	50	360	31.392
Reefer	6	24	25	1296	113.011
Cámaras Frío	4	24	20	691,2	60.273
					298.852

Fuente: Elaboración propia

Para los costos de alojamiento externo para las paradas de planta, que es traspasado a las mineras mandantes, se tiene una mayor disponibilidad de habitaciones y camas en campamento, producto de la reducción de personal necesario para la producción en sitio. Se considera el mismo costo promedio de 150 (USD / noche) y esto se traduce en:

Paradas de planta / año	Cupos externos	Días / Parada de planta	Costo alojamiento externo /año (USD)
4	296	4	710.400

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los requisitos normativos a los que se debe dar cumplimiento, asociados a las distintas áreas de producción, se considera que la disminución de procesos y flujos internos reduce la necesidad de inversión solo a lo crítico para los procesos de retermalizado y mantenimiento en frío de los alimentos. Luego se tiene:

Área	Necesidad	Costo (USD)
Recepción	Instalación de malla mosquitera, lamas, cortina de aire	USD 7.500
Recepción	Mejora acceso reefer	USD 45.000
Recepción	Reparación pisos dañados	USD 17.300
Recepción	Iluminación interior cámaras	USD 3.000
Recepción	Cambio de piso de reefer	USD 125.000
Bodegas	Puertas, instalación de malla mosquitera, lamas, cortina de aire	USD 5.000
Sanitización	Cambio de puertas	USD 5.500
Cocina caliente	Mejorar sistema de extracción	USD 78.000
Cocina caliente	Mejora iluminación	USD 5.000
Cocina caliente	Mejora en desagues y alcantarillado	USD 40.000
		USD 331.300

Fuente: Elaboración propia

Los costos indicados obedecen a cotizaciones de proveedores de servicios de mantenimiento y construcción en el sitio.

Luego se estima proyección de inversiones. En este caso se estima una menor tasa de falla respecto al desgaste de activos (equipos e infraestructura), ya que al estar directamente a la operación de los activos se está considerando la disminución de personal, procesos y equipos. Entonces se tiene:

Proyecto	Costo (USD)
Reparaciones de infraestructura seremi	280.000
Renovación equipamiento gastronómico	350.000
Cambio de pisos en zonas productivas	250.000
	880.000

Fuente: Elaboración propia

En línea con el punto anterior y al presentarse menor flujo de operaciones, personal y uso de equipos, se proyecta una disminución en los costos de mantenimiento, a considerar:

Servicio	Costo anual (USD)
Mantenimiento infraestructura	300.000
Mantenimiento equipos gastronómicos	125.000
Mantenimiento tableros eléctricos	120.000
	545.000

Fuente: Elaboración propia

Simulación de escenarios

Mediante el Método de simulación Monte Carlo se procede a estimar el costo anual equivalente de los modelos en análisis, tomando en consideración las incertidumbres en el comportamiento de las variables de los modelos.

Entonces agrupamos los costos ya determinados de los procesos, servicios e inversiones y consolidamos el costo anual equivalente. Los datos se presentan en la siguiente tabla de costos consolidados y modelo de CAE.

Modelo Actual			Modelo Propuesto		
Tasa de descuento r		8%	Tasa de descuento r		8%
Costo servicio		17.222.771 USD	Costo servicio		18.945.048 USD
Costo energía		769.732 USD	Costo energía		298.852 USD
Costo alojamiento		1.125.000 USD	Costo alojamiento		666.000 USD
Costo alojamiento ext		1.200.000 USD	Costo alojamiento ext		710.400 USD
Costo mejoras infra		863.300 USD	Costo mejoras infra		331.300 USD
Costo capex	\$	2.330.000	Costo capex	\$	880.000
Mantenición	\$	970.000	Mantenición	\$	545.000
Tiempo proyectado		5 años	Tiempo proyectado		5 años
Anual			Anual		
C Operación		17.992.503 USD/año	C Operación		19.243.900 USD/año
C Indirecto		2.325.000 USD/año	C Indirecto		1.376.400 USD/año
C Mtto e infra	\$	1.833.300 USD/año	C Mtto e infra	\$	876.300 USD/año
Valor Actual			Valor Actual		
Inversión	\$	2.330.000	Inversión	\$	880.000
C. Operación Año1		16.659.725	C. Operación Año1		17.818.426
C Operación		55.179.122	C Operación		59.016.887
C. Indirecto Año 1		2.152.778	C. Indirecto Año 1		1.274.444
C Indirecto		7.130.273	C Indirecto		4.221.122
C. Mtto e infra año 1		1.697.500	C. Mtto e infra año 1		811.389
C Mtto e infra	\$	5.622.335	C Mtto e infra	\$	2.687.423
CAN	\$	90.771.733	CAN	\$	86.709.691
costo actual neto			costo actual neto		
CAE		22.734.367 USD/año	CAE		21.717.002 USD/año

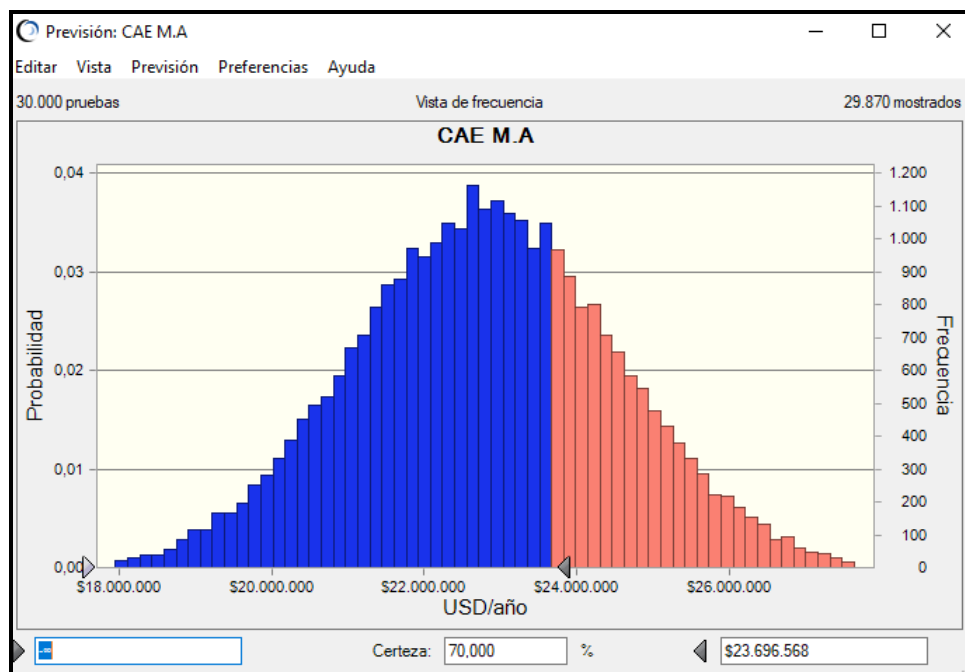
Fuente: Elaboración propia

Para efectos de analizar variabilidad se introducen modelos de probabilidad de comportamiento de las variables. Para esto se consideran datos históricos y propuestas referenciales de proveedores. Entonces se tiene:

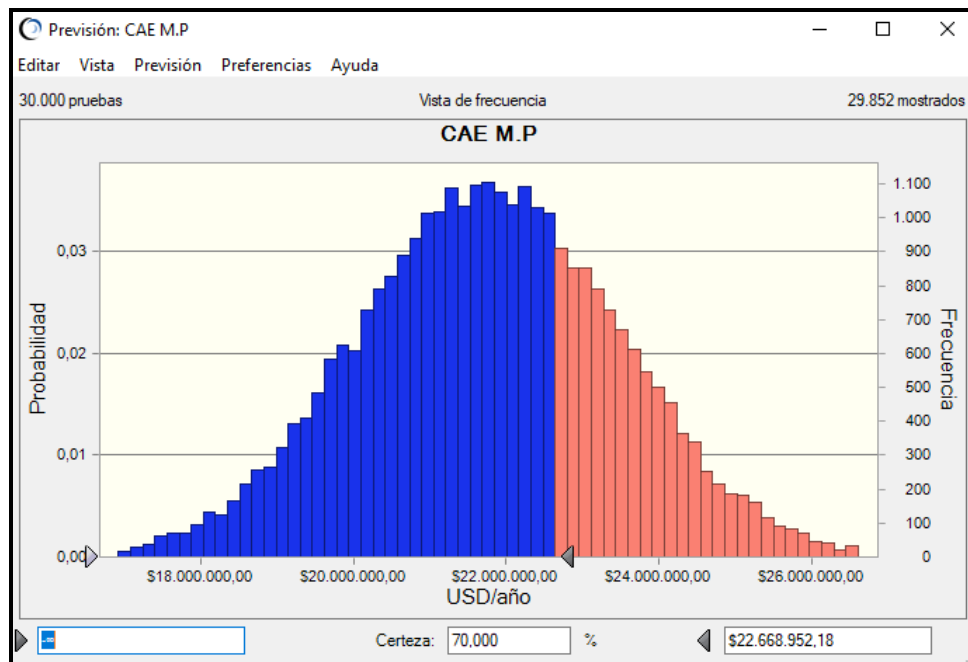
Variable	Modelo Actual	Modelo Propuesto
Costo servicio	Distribución normal, desviación estándar de 10%	Distribución normal, desviación estándar de 10%
Costo energía	Distribución normal, desviación estándar de 5%	Distribución normal, desviación estándar de 5%
Costo alojamiento	Distribución normal, desviación estándar de 5%	Distribución normal, desviación estándar de 5%
Costo alojamiento ext.	Distribución normal, desviación estándar de 10%	Distribución normal, desviación estándar de 10%
Costo mejoras infra.	Distribución uniforme, min. 0% máx. 15%	Distribución uniforme, min. 0% máx. 15%

Fuente: Elaboración propia

Luego ingresamos las variables en el modelo de simulación de Monte Carlo y ejecutamos 30.000 pruebas. Con esto se obtiene los siguientes resultados, expresados en los siguientes gráficos de comportamiento de CAE de los modelos en estudio, con un 70% de certeza.



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Luego de la simulación de los 2 CAE en estudio, se puede inferir que la mejor opción recae en la alternativa del modelo propuesto, ya que el valor crítico CAE para esta alternativa es de USD 22.668.952 o menos versus CAE del modelo actual que presenta un valor crítico de USD 23.696.568.

Lo que busca el análisis es establecer la alternativa que entregue un menor CAE, por tanto, luego de 30.000 escenarios posibles y con un 70% de certeza, el modelo propuesto se alza como una mejor alternativa.

Extrapolando este resultado en el período de análisis de 5 años, también se puede estimar un ahorro entorno a los USD 5.1M con la implementación del modelo propuesto.

Flujo de valor para los servicios.

Para vislumbrar el ciclo de pensamiento ajustado aplicado al presente caso de estudio, se procede a definir el valor, alcance e identificar procesos de la superintendencia.

Definición alcance del flujo de valor.

- **Foco de valor: Usuarios finales:** Usuarios o comensales en casinos y comedores

Luego el rol de la superintendencia deberá estar enfocada en diseñar los modelos de servicio, coordinar, supervisar y facilitar servicios que garanticen la satisfacción del usuario final.

Conforme a esta definición se genera una exclusión explícita que radica en separar de su rol los procesos internos de las empresas contratistas que prestan servicios. No obstante, los entregables como resultado de los servicios serán puntos de control.

Identificación de los procesos bajo el modelo actual.

- Supervisión de empresas contratistas con fiscalización de estándares de calidad.
- Supervisión de puntos de control crítico de procesos de los contratistas
- Gestión de fallas en los procesos de los contratistas
- Toma de decisiones en los procesos de los contratistas
- Subsidio de procesos con información clave
- Administración de contratos externos para satisfacer el proceso de un contratista
- Intermediarios de flujo de información.
- Revisión de cumplimiento de contratos.
- Recepción de retroalimentación de encuestas a usuarios.
- Manejo de quejas o sugerencias.
- Gestión interna y coordinación con áreas de Recursos Humanos.
- Solicitudes de mejoras o correcciones a contratistas.
- Reportes de cumplimiento.

- Evaluación de resultados y revisión de indicadores de satisfacción.

Flujo de valor actual

- **Actividades que agregan valor directo al usuario final:** Recolección datos de retroalimentación y encuestas.
- **Actividades que no agregan valor directo, pero son necesarias:** Auditorías a contratistas, gestión administrativa, cumplimiento de condiciones contractuales.
- **Actividades que no agregan valor y podrían eliminarse:** Subsidio de tareas que son responsabilidad de las empresas contratistas como la resolución de fallas operativas o control de calidad detallado en sus procesos.

Cuellos de botella

- Tiempo mal gastado por el personal de la superintendencia
- Tareas que están ocupando recursos, pero no benefician directamente al usuario final.
- Responsabilidades que deberían recaer en las empresas contratistas, pero actualmente son asumidas por la superintendencia, de forma directa o indirecta.

Flujo de valor futuro

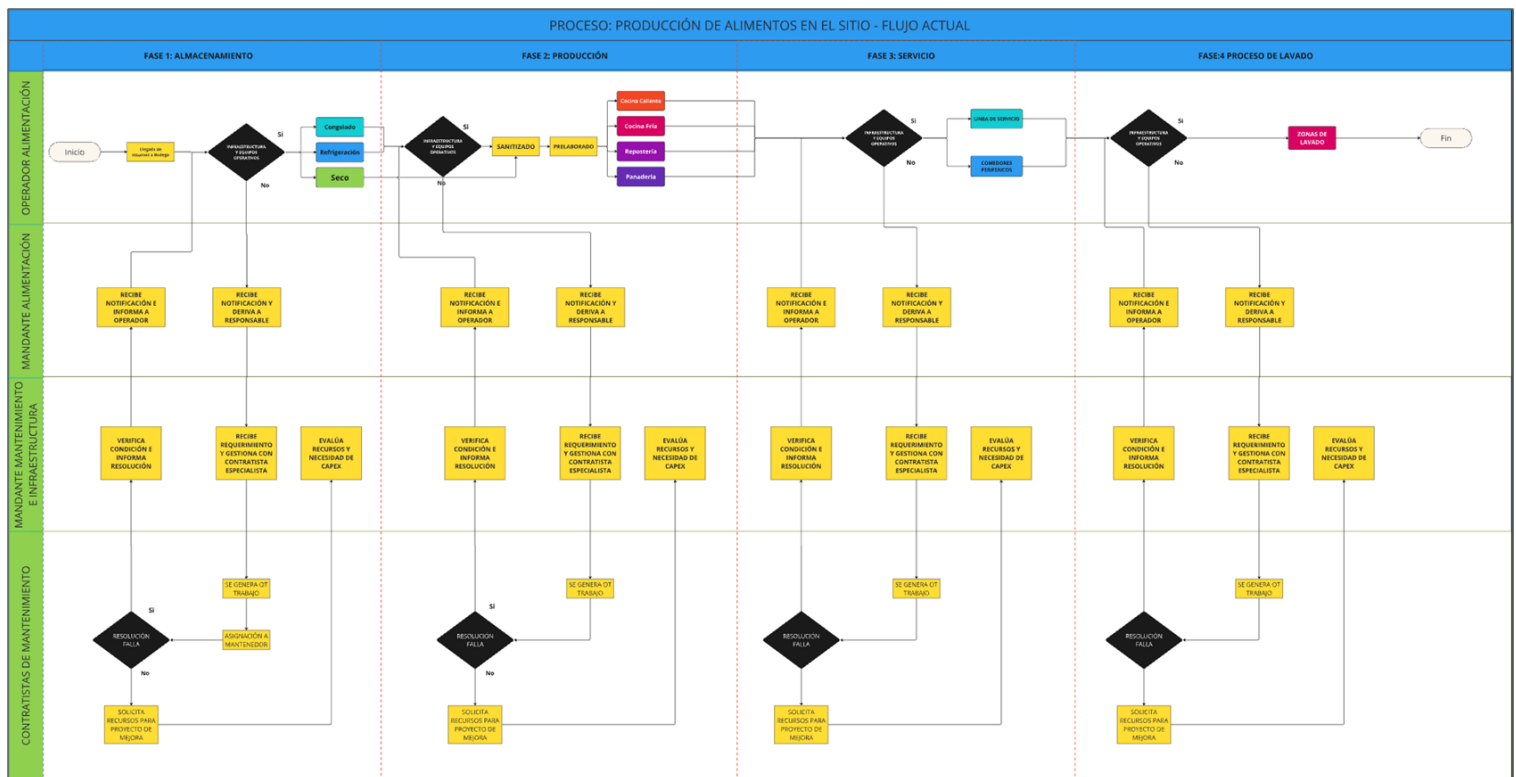
No perder nunca de vista el foco de valor y reorganizar los recursos internos para desarrollar lo siguiente:

- Garantizar satisfacción del usuario final: Estableciendo indicadores claros de calidad y satisfacción.
- Monitorear el cumplimiento de las empresas contratistas a través de métricas claras, enfocadas en la satisfacción del usuario.

- Reducir la carga operativa interna y delegar responsabilidades que son parte del contrato de las empresas (control de calidad interno, mantenimiento, etc.).
- Fortalecer la relación con el usuario final y crear canales de comunicación directos (app, encuestas digitales) para que los comensales puedan dar retroalimentación rápida y efectiva.
- Diseño de estrategias para mejorar la experiencia del comensal mediante la reingeniería y mejora de los servicios.

Flujo de procesos con el modelo actual.

En base a los procesos necesarios descritos en acápite anteriores se procede a mostrar gráficamente como opera y las interacciones que presenta el flujo actual de servicios, desde la visual de la gestión de activos.



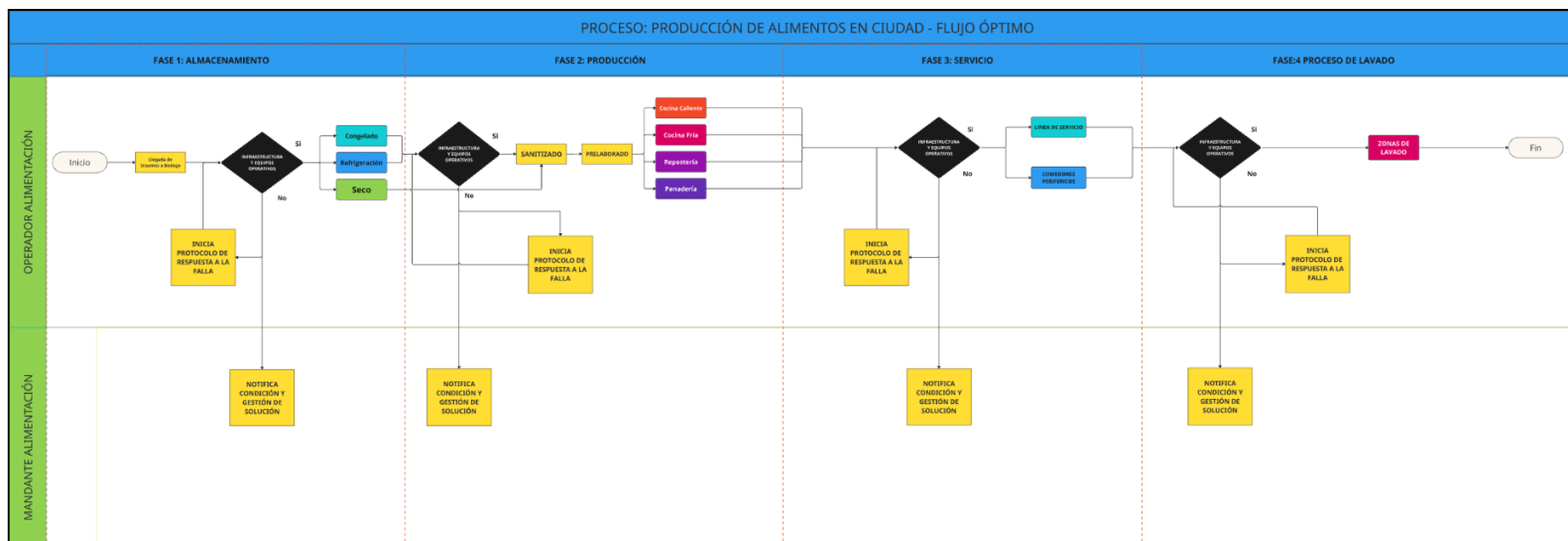
Fuente: Elaboración propia

Del flujo de procesos se puede realizar las siguientes observaciones:

- i. Existen interacciones de procesos en vista que el operador del Catering no tiene un flujo limpio y continuo ya que el mandante posee responsabilidad de los activos en cuanto a condiciones, control, disponibilidad y mantenimiento.
- ii. Para la resolución de una falla o no conformidad en los equipos o activos intervienen diversos actores de actores lo que impide una resolución rápida y eficiente.
- iii. Se aprecia burocracia abultada en la toma de decisiones.
- iv. Existe vulnerabilidad para el mandante y quien requiere los servicios ya que una interrupción de los procesos y no conseguir el objetivo final depende directamente del mismo.
- v. Complejidad operativa
- vi. Responsabilidades se diluyen ante un desperfecto producto de mala operación. El mandante debe disponer de focos de control innecesarios (muda) para supervisar que los activos se utilicen de forma correcta.
- vii. Entendimiento limitado de personal nuevo de ambas partes. Al ser un sistema de múltiples direcciones y canales es complejo el entendimiento para un personal nuevo que tenga que tomar decisiones.
- viii. Si bien en toda relación comercial existen objetivos dispares, en este modelo esta condición se acentúa producto que la empresa de Catering tenderá a maximizar sus beneficios de la venta del alimento descuidando y no haciéndose cargo del cuidado de los activos implicados en el proceso ya que no son de su responsabilidad directa y no afecta su gasto en operación.
- ix. El mandante está expuesto a multas y sumarios sanitarios por desperfectos en los activos o equipos producto de la mala operación de estos por parte de la empresa de Catering.

Flujo de procesos con el modelo propuesto

Se presenta un flujo óptimo, determinado por la implementación del modelo propuesto con servicio producido en las instalaciones de la empresa de Catering o en la ciudad.



Fuente: Elaboración propia

Del flujo de procesos se puede realizar las siguientes observaciones:

- Simplificación operativa y de toma de decisiones
- No se cruzan o interrumpen los procesos
- Resolución de problemas de forma más eficiente
- Burocracia reducida
- Responsabilidad de la mandante más acotada
- Menos riesgo de mala interpretación o errores en la toma de decisiones
- Mantiene la línea con los flujos de valor óptimos para la superintendencia.

Conclusiones.

Efectuar un análisis de valor permite tomar decisiones informadas y equilibradas respecto a los servicios, en particular en el caso de estudio, del servicio de alimentación en mineras de baja ley, considerando variables fundamentales como la correcta gestión de los activos involucrados en los procesos, el costo proyectado en el ciclo de vida del proyecto con una mirada crítica de eficiencia, además de analizar valor a largo plazo en términos del objetivo primario que busca el desarrollo del proceso en general, la satisfacción de los usuarios y gestión de riesgos.

Los resultados de los acápite revisados en el desarrollo del presente apuntan a asegurar que los activos involucrados sean gestionados de forma eficiente conforme a su uso en los distintos modelos de servicio contribuyendo de manera positiva al éxito general de la operación minera.

De forma análoga se han analizado aspectos de dotaciones involucradas en los modelos y recursos de energéticos asociados. Esto responde a la necesidad de desagregar todas las variables, directas e indirectas insertas en los modelos, con la finalidad de establecer una parametrización lo más completa posible y establecer un análisis de sensibilidad integral y que permita comparar y tomar decisiones con la mayor información posible.

A continuación, se presenta tabla resumen con las variables consideradas para ambos modelos en análisis y su comportamiento en base a los resultados y análisis expuestos en el presente estudio.

Campo de análisis	Modelo Producción in situ (Modelo Actual)	Modelo de producción en ciudad (Modelo Propuesto)
Activos	Mayor inversión en instalaciones y equipamiento específico	Menor necesidad de infraestructura y equipamiento
Recursos	Gran consumo de energía y agua	Bajo consumo de recursos propios
Personal	Mayor demanda de mano de obra especializada	Menor cantidad de personal en el sitio
Riesgo de seguridad	Alto riesgo asociado a mayor cantidad de procesos con intercambio de energía y elementos cortantes	Bajo riesgo al disminuir la cantidad de procesos en el sitio
Riesgo de negocio	Alto riesgo ya que se cuenta con un solo gran proveedor con alta dotación de personal y conflictos sindicales	Menor vulnerabilidad ya que se reduce el personal en faena y se puede contar con varios proveedores de servicio. Se pueden tomar decisiones respecto a la performance del operador con menor impacto para los usuarios.
Uso de campamento	Alto uso de habitaciones conforme a la dotación	Bajo ya que requiere menor dotación.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla el modelo de producción en ciudad muestra ventajas desde la variable activos, lo que se traduce directamente en inversión para la mandante tanto en equipos como infraestructura, además del mantenimiento asociado a los mismos. Esta situación se manifiesta por que el modelo propuesto considera menor cantidad de equipos para desarrollarse y menor uso de infraestructura de la producción ya que los procesos en faena se reducen considerablemente.

Respecto a los recursos, particularmente la energía requerida para los procesos se aprecia una cuantía menor en el modelo propuesto. Además de los menores costos asociados este factor tiene una implicancia dentro de los objetivos estratégicos de conseguir una producción verde y minimizar la huella de carbono.

Las dotaciones o personal requerido para uno y otro modelo también muestran diferencias, siendo el modelo de producción en ciudad el que minimiza las dotaciones y por consiguiente los costos directos e indirectos del modelo. Nuevamente el desagregar las partes integrantes de las variables en análisis, se torna fundamental ya que en este caso nos permite visualizar incidencias tales como el alojamiento, disponibilidad de camas y habitaciones y el costo de mantener una dotación mayor en faena.

El análisis de riesgo de seguridad, cuestión fundamental en las operaciones mineras, van a tender a la baja conforme se reduzcan las operaciones en faena. Entonces el modelo de producción en ciudad ofrece una menor cantidad de procesos en faena por consiguiente presenta un menor riesgo global para la seguridad de la empresa minera.

Los riesgos de negocio revisten vital importancia para mantener con vida la operación minera, por tanto, es fundamental lograr una buena identificación y el presente estudio aporta con datos y métricas que aportan a una evaluación más precisa y generando mayor conciencia de situaciones emergentes para trabajar en su reducción progresiva. Luego el presente estudio incorpora un enfoque de clase mundial en el análisis para contar con un efecto significativo y, en general, positivo en la identificación, evaluación y mitigación de los riesgos de negocio.

En el análisis económico de la gestión de los activos se distinguen indicadores que, consolidando los resultados del desarrollo, exponen ventajas comparativas y eficiencias evidentes. A considerar:

$$TCO_{\text{modelo actual}} = 24.7 \text{ MM USD}$$

$$TCO_{\text{modelo prop.}} = 10.3 \text{ MM USD}$$

Analizado en el ciclo de vida proyectado de análisis se aprecia la reducción del costo total de propiedad de aproximadamente un 58% con la implementación del nuevo modelo de producción.

$$COI_{\text{modelo actual}} = 11.6 \text{ MM USD}$$

$$COI_{\text{modelo prop.}} = 6.8 \text{ MM USD}$$

En el ciclo de vida de análisis se aprecia una reducción de 41% aproximadamente de los costos indirectos de producción

Respecto al CAE, indicador analizado mediante modelos probabilísticos de ocurrencia, es posible apreciar claramente la conveniencia de un modelo.

$$CAE_{(70\%) \text{ modelo actual}} = 23.7 \text{ MM USD}$$

$$CAE_{(70\%) \text{ modelo Prop.}} = 22.7 \text{ MM USD}$$

En concreto, se aprecia que, con el modelo de servicio con producción en ciudad, se disminuyen los riesgos de negocio en virtud de que por una parte al tener menos dotaciones se tiene menos riesgo de movilizaciones sociales por agrupaciones sindicales variadas dentro de los colaboradores. Luego el modelo propuesto supone también menor riesgo de negocio ya que permite no depender de un solo gran operador de Catering, sino la posibilidad de diversificar proveedores o contar con proveedores de emergencia sin afectar la continuidad operacional ante cualquier evento social o climático. Indirectamente, análisis de clase mundial fomentan el desarrollo de planes de contingencia que consideran una gama más amplia de posibles escenarios adversos, incluyendo aquellos con implicaciones globales, de esta forma se preparó de forma más robusta y adaptativa ante la ocurrencia de un evento no esperado o con baja probabilidad de ocurrencia y alto impacto

Desde una mirada Lean, la elección de un servicio que libere recursos para dejar de hacer labores o trabajos que no agregan valor y permita enfocar en las necesidades de los clientes se puede ver de manera positiva y alineada con los principios fundamentales, es decir, el modelo de producción en ciudad busca maximizar el valor para el cliente a través de la eliminación sistemática de desperdicios o mudas. De esta forma se puede concluir que la implementación de este modelo es una estrategia inteligente desde la filosofía Lean ya que busca la eficiencia eliminando lo innecesario y destina los recursos a lo que realmente importa, el cliente y agregar valor. Es un paso hacia una organización más ágil, receptiva y centrada en el cliente.

Desde el punto de vista de los costos de los modelos en estudio, se ha analizado la incidencia de múltiples variables que se han determinado, modelado y evaluado conforme a su probabilidad de ocurrencia. De esta forma, se visualiza un modelo (de producción en el sitio) que mantiene los costos puntuales por servicios, pero impacta drásticamente los costos indirectos y de gestión de activos durante su desarrollo. Por otro lado, se tiene el modelo de producción en ciudad que aumenta los costos puntuales por servicios, pero disminuye sostenidamente los costos indirectos y de la gestión de activos asociada a sus procesos. Lo anterior es particularmente interesante de exponer y analizar ya que cuando no se cuenta con información suficiente, se pueden tomar decisiones sesgadas basadas en solo una condición o foto del momento. De esta forma se entrega

un análisis integral que reúne variables involucradas no solo en los servicios sino en una adecuada gestión de activos, eficiente y con valor agregado, de esta forma y mirando el negocio en el largo plazo, se visualizan ahorros de una cuantía importante, en torno a los 5 MM USD en la vida del proyecto.

En consecuencia y en vista de la multiplicidad de variable analizadas, es recomendable la implementación de modelos de producción de alimentos en ciudad para las faenas mineras de baja ley ubicadas en la segunda región de Chile, más en particular en la zona comprendida entre las ciudades de Calama y Antofagasta.

Referencias bibliográficas

- **Porter, M. E.** (1985). Ventaja competitiva: Creación y sostenibilidad de un rendimiento superior. Editorial Deusto.
- **Eliyahu Goldratt** (2010). La Meta. Ediciones Granica.
- **Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D.** (1990). *La máquina que cambió el mundo*. Ediciones Deusto. Que
- **Liker, J. K.** (2004). *El modelo Toyota*. Editorial Deusto.
- **Spear, S.** (2004). *The HBR Guide to Lean Six Sigma*. Harvard Business Review Press.
- **Sapag Chain, Nassir, and Reinaldo Sapag Chain** (2013). Preparación y Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill.
- **Rother, M., & Shook, J.** (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value*. Lean Enterprise Institute.
- **Per-Erik Danielsson** (2002), "Project Evaluation in Manufacturing Companies Using Monte Carlo Simulation. International Journal of Production Economics,
- **Blank, Leland T., & Tarquin, Anthony J,** (2017) "Ingeniería económica", McGraw-Hill.
- **Ardima SPA** (2023), Propuesta de arquitectura óptima para zona de elaboración de alimentos.