



**UNIVERSIDAD
MODELO**

Universidad Modelo

Escuela de ingeniería

Ingeniería Industrial y Logística

Octavo Semestre

Materia:

Autores:

Mauricio Escandell del Pozo

Pamela Saavedra Escalante

Ian Said Ballinas Valdés

Sebastián Hidalgo Malaver

Ricardo Alexander Acosta Piña

Víctor Espinosa Carballo

Fernando Ayala Chuc

David Silva Lopez

Avances de proyecto 2

Fecha de entrega:

Índice

1.- RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.1.- Contexto y justificación del proyecto	2
2.2.- Descripción de la empresa seleccionada.....	3
2.3.- Objetivo general y objetivos específicos	3
2.4.- Alcance del proyecto.....	4
3.- MARCO TEÓRICO.....	6
3.1.- Empresa: Equipos y Maquinaria.....	6
3.2.- Logística	7
3.3.- Automatización	8
3.4.- Derecho (Condiciones de trabajo)	9
4.- METODOLOGÍA.....	11
4.1.- Proceso de vinculación con la empresa	11
4.2.- Descripción del diagnóstico realizado	11
4.3.- Estrategias de automatización propuestas.....	13
5.- DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	14
5.1.- Análisis de los procesos productivos actuales	14
5.1.1.- Diagnóstico de la producción.....	14
5.1.2.- Diagnostico de la cadena de suministro	16
5.1.3.- Diagnostico de la estrategia de servicio	18
5.1.4.- Diagnostico de flujo de información actual	19
5.1.5.- Diagnóstico de información comercial	21
5.1.6.- Diagnostico de mantenimiento.....	22
5.1.7.- Diagnóstico del entorno laboral	24
5.1.8.- Diagnóstico de tipo de contratación.....	25
• Identificación de problemáticas y áreas de oportunidad	26
• Resultados del diagnóstico realizado.....	26

6.- PROPUESTA DE MEJORA	27
6.1.-Detalles de la propuesta de mejora basada en el análisis realizado	27
6.1.1.-Propuesta de automatización del área de ensacado	27
6.1.2.- Propuesta de digitalización del sistema de información	31
6.2.- Análisis de viabilidad técnica de la propuesta	34
6.3.- Análisis de riesgos	34
6.4.- Análisis de la distribución de la planta	34
6.5.- Análisis organizacional	34
6.6.- Análisis del cumplimiento normativo	34
6.7.- Definición de los indicadores claves de rendimiento	34
6.8.- Definición del presupuesto de la propuesta	34
6.9.- Justificación de la propuesta	34
6.10.- Análisis del impacto de la propuesta y comparación con proceso actual ...	34
7.- IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN	35
7.1.- Plan de acción para la implementación de la propuesta	35
7.2.- Cronograma de actividades	35
7.3.- Recursos necesarios	35
7.4.- Recomendaciones para la ejecución y seguimiento del proyecto	35
8.- CONCLUSIONES	36
8.1.- Resumen de los hallazgos más relevantes	36
8.2.- Reflexión sobre los aprendizajes adquiridos	36
8.3.- Impacto esperado de la propuesta en la empresa y en los proyectos productivos.....	36
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	37
10.- ANEXOS (SI APLICA).....	38
• Diagramas de procesos	38
• Flujogramas	38
• Resultados de simulaciones	38
• Cualquier otro material relevante	38

1.- Resumen ejecutivo

La presente investigación desarrolla una propuesta de mejora para Rowel de México, empresa dedicada a la producción de materiales para la construcción, con el propósito de incrementar su eficiencia operativa y fortalecer la gestión de la información organizacional. La propuesta se estructura en dos ejes principales. El primero consiste en la automatización del área de ensacado mediante la implementación de una máquina ensacadora y una banda transportadora, con el objetivo de optimizar el flujo de producción, reducir tiempos de operación, disminuir actividades manuales y mejorar las condiciones de trabajo. El segundo eje se enfoca en la digitalización de los procesos administrativos y operativos a través de la implementación del sistema ERP Odo, permitiendo centralizar registros, mejorar el control de la información y facilitar la toma de decisiones. En conjunto, ambas propuestas buscan impulsar la modernización de la empresa, aumentar su competitividad y establecer bases para un crecimiento sostenible y una operación más eficiente.

2.- Introducción

2.1.- Contexto y justificación del proyecto

En Rowel de México, tras 28 años de trayectoria y una expansión física a cinco naves industriales, se han detectado problemáticas críticas en la línea de producción de polvo fino. Se observó que el llenado manual de sacos genera una alta variabilidad en el peso final, lo que deriva en la entrega de excedentes de producto (merma) o en el incumplimiento de las especificaciones solicitadas por el cliente. Asimismo, la organización carece de un sistema formal de gestión de inventarios, lo que impide la trazabilidad del material y la conciliación de datos operativos entre las naves.

La propuesta consiste en la implementación de una Ensacadora electrónica de peso meta programable automática, seleccionada tras un análisis comparativo de tres alternativas tecnológicas bajo criterios de precisión, nivel de automatización, requerimientos de mantenimiento y costo. Al automatizar esta estación, el ritmo de ensacado deja de depender del criterio y fatiga del operador, eliminando las discrepancias en el peso de los sacos, mientras que la báscula electrónica reduce el margen de error a estándares industriales competitivos.

De no ejecutarse este proyecto, la empresa continuará absorbiendo pérdidas económicas constantes por errores de pesaje que no se reflejan en los reportes actuales. Las condiciones laborales en la estación de llenado seguirán fomentando el ausentismo y la rotación de personal. Sin un sistema de gestión de información (ERP), Rowel de México permanecerá sin la capacidad de cuantificar con precisión su producción, consumo y mermas, lo que genera una ausencia de datos mínima para la toma de decisiones estratégicas y la planificación de un crecimiento ordenado. No ejecutar este proyecto implica continuar pagando diariamente el costo de ineficiencias ya identificadas y analizadas. La diferencia fundamental es que ahora la empresa cuenta con la evidencia, la metodología de ingeniería y una propuesta técnica lista para ser implementada.

2.2.- Descripción de la empresa seleccionada

Rowel de México es una empresa mexicana fundada en 1997, con una trayectoria de 28 años en el mercado industrial. Su historia es un ejemplo de expansión progresiva: inició operaciones en un espacio reducido de 4x4 metros para luego trasladarse a un terreno propio donde comenzó con 2 naves industriales; actualmente, la infraestructura de la organización cuenta con 5 naves especializadas. Se especializó originalmente en la fabricación de pintura vinílica.

Actualmente, el núcleo de la operación se centra en la línea de polvo fino, la cual utiliza un proceso secuencial que incluye alimentación por tolvas, tratamiento térmico en hornos giratorios, clasificación por cribado (Malla 18) y refinamiento en molinos de martillo. Es precisamente en esta fase crítica de producción donde se identifica la mayor oportunidad de mejora operativa a través del proyecto de automatización propuesto.

2.3.- Objetivo general y objetivos específicos

El objetivo principal del proyecto consiste en:

Diseñar una propuesta de automatización que incremente la eficiencia operativa, mejore las condiciones de trabajo del personal y establezca las bases para una gestión de datos formal a través de un sistema ERP.

Objetivos secundarios:

1. Analizar el estado actual de Rowel de México para identificar sus problemáticas en su proceso productivo.
2. Evaluar las alternativas de automatización disponibles en el mercado para la generación de una propuesta cubriendo las necesidades que se obtuvieron del análisis para Rowel de México
3. Establecer los indicadores clave de desempeño que permitirán medir y controlar el proceso productivo antes y después de la implementación.
4. Determinar el impacto de la propuesta de automatización en la productividad del proceso mediante la comparación del tiempo estándar actual contra el proyectado.

5. Identificar los riesgos legales, técnicos y operativos asociados a la automatización del proceso y las acciones necesarias para mitigarlos.
6. Proponer un sistema ERP básico que permita a Rowel de México gestionar su inventario y operaciones de manera formal y estructurada.

2.4.- Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto comprende el análisis integral y el diseño de una propuesta de mejora tecnológica para Rowel de México, centrada en la automatización de la línea de polvo fino y la formalización de la gestión operativa a través de herramientas digitales.

Las actividades y entregables incluidos en el alcance son:

- Diagnóstico de Situación Actual: Realización de múltiples visitas técnicas (hasta 5 visitas registradas) para el levantamiento de información sobre infraestructura, mantenimiento y procesos comerciales.
- Ingeniería de Tiempos y Procesos: Determinación del takt time, tiempos de ciclo y desarrollo de diagramas de proceso actuales para establecer una línea base de productividad.
- Diseño de Propuesta de Automatización: Investigación y selección de una máquina ensacadora y una banda transportadora, incluyendo el contacto con proveedores y la generación de cotizaciones.
- Análisis de Factibilidad y Riesgos: Evaluación de la viabilidad técnica, financiera (ROI) y operativa, junto con la creación de una matriz de riesgos legales y productivos relevantes.
- Simulación y Layout: Desarrollo de los planos (layout) de la planta actual y la propuesta, así como la ejecución de una simulación en software Arena para comparar el desempeño de ambos escenarios.
- Gestión de Información (ERP): Preparación de una base de datos demo en el software Odoos para proponerlo como el primer sistema ERP de la empresa, facilitando el control de inventarios y flujos de información.

- Seguridad y Organización Industrial: Análisis del entorno laboral, cumplimiento normativo y aplicación de metodologías de organización industrial (5S) para mejorar la salud y seguridad de los trabajadores.

Limitaciones y Exclusiones:

- El proyecto finaliza con la entrega del reporte técnico y la propuesta de implementación; no incluye la ejecución física ni la compra de los activos propuestos.
- No se contempla la reestructuración de la cadena de suministro externa, limitándose al flujo interno de la planta.

3.- Marco Teórico

3.1.- Empresa: Equipos y Maquinaria

Esta sección abarca la maquinaria pesada y equipos utilizados en procesos de manufactura y transformación de materiales, como el procesamiento de carbonato de calcio.

- **Carbonato de calcio (CaCO_3):** Compuesto químico, polvo blanco, abundante en la naturaleza (rocas como caliza, mármol). Es la materia prima principal del proceso. Según la aplicación, se requiere molerlo para obtener diferentes granulometrías (tamaños de partícula).
- **Tolva:** Un contenedor en forma de pirámide o cono invertido que se utiliza para recibir y almacenar material a granel (como el carbonato de calcio) de manera temporal. Generalmente está ubicada al inicio del proceso para alimentar otros equipos de forma controlada, evitando derrames y dosificando el flujo de material.
- **Horno giratorio:** Un cilindro largo y rotatorio, ligeramente inclinado, que funciona a **muy altas temperaturas**. Se utiliza para someter el material a un proceso térmico (calcinación, sinterización). Su rotación constante permite que el material avance lentamente a través de la zona caliente, lo que garantiza una exposición uniforme al calor.
- **Molino de martillo:** Una máquina utilizada para **triturar, pulverizar o desmenuzar** materiales sólidos. Está compuesto por un rotor con "martillos" (barras de acero) que giran a alta velocidad dentro de una cámara. Al impactar contra el material (ej. carbonato de calcio), lo rompen en partículas más pequeñas.
- **Criba:** Un equipo de selección que cumple la función de clasificar las partículas por tamaño. Consiste en una superficie con perforaciones (malla) de un diámetro

específico. El material que pasa a través de la malla es el producto deseado (fino), mientras que el que no pasa se devuelve al proceso o se descarta.

- **Banda transportadora:** Un sistema de transporte continuo que consiste en una correa sin fin (de hule, lona o metal) que se mueve entre dos tambores. Se utiliza para trasladar material de un punto a otro dentro de la planta, automatizando el flujo de producción y reduciendo la manipulación manual.
- **Silo:** Una estructura de gran altura (cilíndrica o cuadrada) diseñada para el almacenamiento de grandes volúmenes de material a granel (generalmente producto terminado o granulado). A diferencia de la tolva (almacenamiento temporal), el silo está pensado para mantener inventario a mediano o largo plazo .
- **Bob cart:** Un vehículo industrial de baterías, pequeño y maniobrable que un operario conduce de pie o sentado. Se utiliza para remolcar cargas (como plataformas con producto) o para transportar material sobre su plataforma dentro de la planta.
- **Ensacadora:** Máquina automática o semiautomática que dosifica el producto a granel (ej. carbonato de calcio molido) y lo introduce en sacos o bolsas.
 - Funcionamiento: Toma el producto de un silo o tolva, lo pesa con precisión, lo vierte dentro del saco y finalmente sella la boca (mediante costura, termosellado, etc.).

3.2.- Logística

- **Cadena de suministro:** Red de organizaciones, personas, actividades, información y recursos involucrados en mover un producto o servicio desde el proveedor hasta el cliente final. Incluye la transformación de materias primas, el transporte, el almacenamiento y la distribución.
- **Estrategia de servicio:** El plan de acción de una empresa para satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes en términos logísticos.
 - **¿Qué define?** Plazos de entrega (express, estándar), niveles de inventario de seguridad, flexibilidad para devoluciones, capacidad de respuesta ante emergencias. No es "dar el mejor servicio", sino "el

servicio adecuado" que maximiza el valor para el cliente y la rentabilidad para la empresa.

- **KPI (Key Performance Indicator / Indicador Clave de Desempeño):** Una medida cuantificable que se utiliza para evaluar el éxito de una empresa, departamento o proceso en el logro de sus objetivos comerciales.
 - **Ejemplos en logística:** "Perfect Order Rate" (% de pedidos entregados a tiempo, completos, sin daños y con factura correcta), "On Time in Full" (OTIF: Entregado a Tiempo y Completo), "Rotación de inventario", "Costo por unidad transportada" .
- **Layout (Distribución en Planta):** Es el **diseño físico** de la fábrica o almacén. Define la ubicación de máquinas (trituradoras, hornos), áreas de trabajo y pasillos. Un buen layout optimiza el flujo de materiales (evitando retrocesos), reduce los tiempos de producción y mejora la seguridad.
- **Sistema de información (Logístico):** Conjunto de hardware, software y procedimientos que capturan, procesan y **gestionan los datos** generados por la cadena de suministro. Ejemplos: ERP (planificación de recursos), WMS (gestión de almacenes), TMS (gestión de transporte).

3.3.- Automatización

- **Niveles de automatización:** Clasificación que describe el grado de intervención humana en un proceso industrial:
 - **Nivel 0 (Manual):** El operario controla físicamente la máquina.
 - **Nivel 1 (Asistida):** La máquina ayuda con el esfuerzo, pero el humano decide.
 - **Nivel 2 (Semiautomática):** La máquina ejecuta ciclos, pero un humano carga/descarga y supervisa.
 - **Nivel 3 (Automatizada):** La máquina ejecuta todo el proceso, el humano solo supervisa desde un panel de control.

- **Nivel 4 (Autónoma):** El sistema se autorregula, detecta fallas, afina parámetros y comunica su estado sin intervención humana (ej. Fábrica "Luz apagada").

3.4.- Derecho (Condiciones de trabajo)

- **Condiciones de trabajo:** Conjunto de **normas, prestaciones y circunstancias** que rodean la relación laboral entre patrón y trabajador. No es solo "el salario"; abarca:
- **Contrato:** Tipo de relación (tiempo indeterminado, prueba, obra determinada).
- **Jornada:** Horarios diarios, descansos (ej. 8h diurnas/7h nocturnas), horas extra.
- **Seguridad e Higiene:** Protección contra riesgos laborales (maquinaria segura, equipo de protección).
- **Prestaciones:** Aguinaldo, vacaciones, utilidades, acceso a servicios de salud (IMSS).

Dirección de Proyectos

- **Riesgos:** Eventos o condiciones inciertas que, si ocurren, tienen un efecto positivo (oportunidad) o negativo (amenaza) en los objetivos del proyecto. La gestión de riesgos implica identificarlos, analizar la probabilidad de que ocurran y planificar una respuesta (ej. mitigar, evitar, transferir).
- **ROI (Return on Investment / Retorno sobre la Inversión):** Una ratio financiera que mide la rentabilidad de una inversión. Indica cuánto dinero se gana (o pierde) en relación con el dinero invertido.
 - **Fórmula:**
$$\text{ROI} = \frac{\text{Ganancia de la Inversión} - \text{Coste de la Inversión}}{\text{Coste de la Inversión}}$$
- **Utilidad:** Sirve para comparar la eficiencia de diferentes proyectos (ej. "Invertir en el horno nuevo me da un ROI del 15%, pero el molino me da 20%").

- **Presupuesto:** La estimación autorizada y formal de todos los costes necesarios para completar el proyecto. Incluye costes directos (materiales, maquinaria, mano de obra específica) y costes indirectos (administración, alquiler de oficina). Sirve como "línea base" para controlar si el proyecto se está desviando financieramente.

4.- Metodología

4.1.- Proceso de vinculación con la empresa

El proceso de vinculación entre la empresa y la universidad se inició a partir del contacto establecido por el líder del equipo de estudiantes, quien contaba con una relación previa con el fundador de la empresa Rowell de México. Este primer acercamiento permitió abrir un canal de comunicación directo, facilitando la presentación formal de la propuesta académica.

Posteriormente, el equipo expuso a la empresa los objetivos, alcances y metodología del proyecto, el cual estaba orientado al desarrollo de una propuesta de mejora en la automatización del proceso de producción de carbonato de calcio. La receptividad por parte del fundador fue particularmente favorable, dado su vínculo como egresado de la Escuela Modelo, lo que generó un interés genuino en apoyar la formación académica de los estudiantes.

Como resultado, la empresa otorgó el espacio y las facilidades necesarias para la realización del proyecto, consolidando así una colaboración efectiva entre ambas partes. Este proceso no solo fortaleció la relación universidad-empresa, sino que también permitió a los estudiantes aplicar sus conocimientos en un contexto real, contribuyendo al análisis y mejora de procesos productivos.

4.2.- Descripción del diagnóstico realizado

El diagnóstico de la situación actual de la empresa se llevó a cabo con el objetivo de identificar áreas de oportunidad dentro del proceso de producción de carbonato de calcio, particularmente aquellas susceptibles de mejora mediante la automatización. Para ello, se empleó una metodología de carácter mixto, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas que permitieran obtener una visión integral de las operaciones.

En primer lugar, se realizaron entrevistas semiestructuradas al personal clave de la organización, incluyendo responsables de producción, mantenimiento, calidad, logística y área comercial. Estas entrevistas permitieron conocer de primera mano las prácticas operativas, los principales cuellos de botella, las fallas recurrentes, así como la percepción

del personal respecto a la eficiencia de los procesos actuales y el uso de tecnología en sus actividades diarias.

Complementariamente, se analizaron diversas dimensiones críticas del sistema productivo. En el ámbito comercial, se evaluaron los patrones de demanda, tiempos de entrega, cumplimiento de pedidos y niveles de servicio al cliente, con el fin de identificar la alineación entre la capacidad productiva y los requerimientos del mercado.

En la dimensión de mantenimiento, se revisaron los planes existentes, la frecuencia de fallas, los tiempos de paro no programado y las estrategias de mantenimiento (correctivo, preventivo o predictivo), identificando oportunidades para la implementación de sistemas automatizados de monitoreo y control.

Respecto a la dimensión productiva, se llevó a cabo un estudio de tiempos y movimientos en las principales etapas del proceso, así como la elaboración de un diagrama de proceso que permitió visualizar la secuencia de operaciones, los puntos de inspección y los tiempos asociados a cada actividad. Este análisis facilitó la detección de actividades que no agregan valor, tiempos muertos y posibles ineficiencias operativas.

Asimismo, se desarrolló un análisis de la distribución de planta mediante la elaboración de un layout actual, con el propósito de evaluar la disposición física de maquinaria, equipos y áreas de trabajo. Este estudio permitió identificar recorridos innecesarios, cruces de flujo y oportunidades de reorganización que contribuyan a mejorar la eficiencia del proceso.

En cuanto al flujo de información, se examinó la forma en que se generan, transmiten y utilizan los datos dentro de la organización, detectando posibles retrasos, duplicidades o falta de integración entre sistemas, lo cual impacta directamente en la toma de decisiones.

Adicionalmente, se consideró el entorno laboral, evaluando aspectos como la comunicación interna, condiciones de trabajo, carga operativa y nivel de capacitación del personal, elementos que influyen en la adopción y éxito de cualquier iniciativa de automatización.

Finalmente, se analizó la cadena de suministro, abarcando desde el abastecimiento de materias primas hasta la distribución del producto terminado, identificando posibles restricciones, variabilidad en los tiempos de suministro y su impacto en la continuidad operativa.

4.3.- Estrategias de automatización propuestas

Como resultado del diagnóstico realizado en la planta de producción de carbonato de calcio, se propone la implementación de una solución de automatización enfocada en mejorar la eficiencia operativa, reducir tiempos improductivos y fortalecer el control de la información dentro de la empresa.

La propuesta contempla, en primer lugar, la adquisición e instalación de una máquina ensacadora automática y una banda transportadora para el área de ensacado de la planta. La incorporación de estos equipos tiene como finalidad optimizar el proceso de llenado y traslado del producto terminado, disminuyendo la intervención manual, reduciendo tiempos de operación y mejorando la continuidad del flujo productivo. Asimismo, se busca incrementar la capacidad de procesamiento, reducir errores en el ensacado y mejorar las condiciones ergonómicas y de seguridad para el personal operativo.

De manera complementaria, se propone la implementación del sistema ERP Odoó como herramienta para la digitalización y centralización de los registros de la empresa. Esta plataforma permitirá gestionar de forma integrada información relacionada con producción, inventarios, compras, ventas, mantenimiento y control administrativo, facilitando el acceso a datos en tiempo real y mejorando la trazabilidad de las operaciones. La digitalización de los procesos contribuirá a reducir el uso de registros manuales, minimizar errores de captura y fortalecer la toma de decisiones basada en información confiable y oportuna.

En conjunto, estas propuestas buscan modernizar las operaciones de la empresa mediante la integración de tecnologías que permitan incrementar la productividad, mejorar el control operativo y establecer bases para un crecimiento sostenible.

5.- Diagnóstico de la Empresa

5.1.- Análisis de los procesos productivos actuales

5.1.1.- Diagnóstico de la producción

En el área de producción se elaboró un diagrama de proceso para poder visualizar de mejor manera su proceso.

MATERIA PRIMA (Grava triturada)

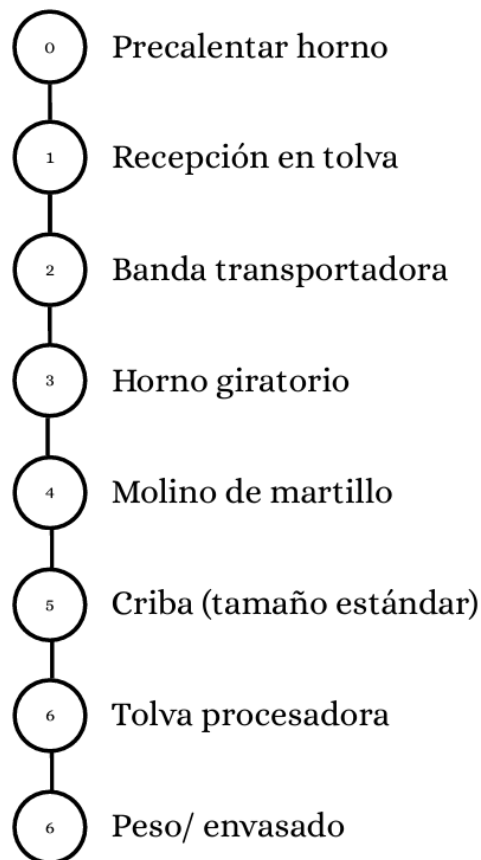


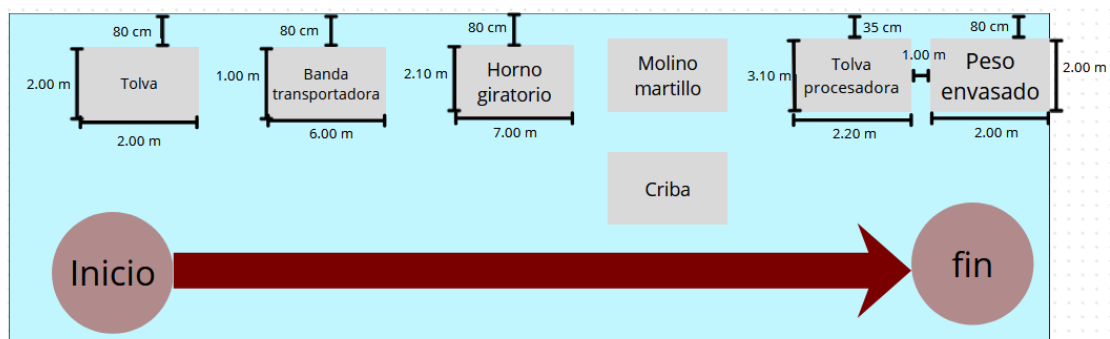
Diagrama 1. Diagrama de proceso de carbonato de calcio.

0.- Se realiza el encendido e inyección de oxígeno y fuego en el Horno Giratorio para alcanzar la temperatura de régimen necesaria antes de introducir el mineral.

1.- Se efectúa el llenado de la Tolva de Alimentación con el mineral en bruto, asegurando un volumen de reserva para la continuidad del ciclo.

- 2.- El material se dosifica por gravedad hacia una Banda Transportadora, la cual desplaza el mineral de forma constante hacia la etapa de tratamiento térmico.
- 3.- La materia prima ingresa al Horno Giratorio, donde se eliminan impurezas volátiles y se incrementa la reactividad química del carbonato mediante calor uniforme.
- 4.- La gravilla calentada ingresa al Molino de Martillo de 5hp, donde martillos rotatorios de alta velocidad pulverizan el material hasta alcanzar la finura requerida.
- 5.- El material ya pulverizado pasa por una Criba Vibratoria de acero para su selección por tamaño. El material que cumple con la Malla 18 avanza, mientras que el resto se deriva al silo residual o retorno.
- 6.- El polvo refinado se deposita en una segunda tolva de almacenamiento intermedio y último filtro antes del despacho.
- 7.- Se utilizan básculas analógicas y sacos para el llenado del polvo fino.

Con el objetivo de facilitar la comprensión sistémica de la operación, se presenta a continuación el Layout actual de la planta de Rowel de México. En este plano detallado, elaborado mediante software CAD, se ha representado el flujo real de materiales.



ALTURAS DE MAQUINAS

- Peso envasado
 - 5.30 m
- Boca de silo a piso
 - 1.70 cm
 - 2. Palanca: 55 cm
- Tolva procesadora
 - 5.30 m
- Molino de martillo
 - 3.90 m
- Horno giratorio
 - 2.20 m
- Banda transportadora
 - 2.30
- Tolva
 - 2.50 m

Imagen 1. Layout con flujo actual Rowell de México

Con el propósito de cuantificar la capacidad instalada y establecer una línea base operativa, se llevó a cabo un estudio de tiempos exhaustivo sobre la línea de producción de carbonato de calcio. El análisis comprendió el ciclo completo de transformación, iniciando cronométricamente en la recepción de materia prima en la tolva de alimentación y concluyendo con el pesaje y cierre del saco de producto terminado. Mediante este levantamiento de datos en campo, se determinaron los tiempos de ciclo, los cuales se presentan a continuación.

Imagen 2. Estudio de tiempos

Ya con este análisis se pudieron determinar capacidades diarias, días de operación, turnos por días entre otros datos

Imagen 3. Cálculo de Takt Time

La capacidad efectiva actual es de 350 sacos diarios

5.1.2.- Diagnostico de la cadena de suministro

La cadena de suministro actual de Rowel de México se encuentra enfocada principalmente en garantizar el abastecimiento continuo de materia prima y combustible necesarios para la producción de carbonato de calcio. El proceso inicia con la adquisición de gravilla proveniente de bancos de piedra, siendo esta la principal materia prima utilizada dentro de la operación. Actualmente, la empresa requiere aproximadamente 14 m³ de gravilla diarios para mantener el ritmo de producción establecido.

Por otro lado, el proceso productivo depende también del suministro constante de gas, el cual es utilizado para generar el fuego necesario durante la transformación del material. El consumo aproximado es de 250 kg diarios de gas, mismo que puede ser adquirido con diferentes proveedores o gaseras dependiendo de disponibilidad y costos. Esto permite cierta flexibilidad de abastecimiento, aunque también puede representar variaciones en precio y tiempos de entrega si no existe una planeación adecuada de compras.

Dentro de la cadena de suministro, el flujo operativo inicia con la recepción y almacenamiento de la gravilla, la cual posteriormente pasa al área de molienda. En esta etapa, el material es triturado mediante molinos industriales para reducir el tamaño de partícula. Posteriormente, el producto pasa por el proceso térmico donde se utiliza fuego alimentado por gas para activar y transformar el material. Finalmente, el producto atraviesa una criba encargada de separar y clasificar el carbonato de calcio según el tamaño requerido, obteniendo así el producto terminado listo para almacenamiento y distribución.

Desde el enfoque de logística integral, la empresa presenta una cadena de suministro relativamente sencilla, ya que maneja pocos insumos principales; sin embargo, existe una alta dependencia del abastecimiento continuo tanto de gravilla como de gas. Cualquier retraso en la llegada de estos materiales puede detener parcial o totalmente la producción, afectando entregas y servicio al cliente. Actualmente, la empresa trabaja bajo un sistema de abastecimiento continuo basado principalmente en la demanda diaria de producción.

En relación con la gestión de inventarios, se observa que la empresa mantiene inventarios operativos básicos de materia prima y combustible para evitar interrupciones. No obstante, existe oportunidad de mejora mediante la implementación de indicadores logísticos como inventario de seguridad, punto de reorden y control de rotación de materiales, lo cual permitiría reducir riesgos de desabasto y optimizar costos de almacenamiento.

En cuanto al transporte, la gravilla es trasladada desde los bancos de piedra hacia la planta de producción, representando uno de los costos logísticos más importantes debido al peso y volumen del material. Por ello, la ubicación de proveedores cercanos representa una ventaja competitiva para reducir costos de traslado. Asimismo, el producto terminado requiere una adecuada coordinación logística para cumplir con entregas puntuales a los clientes industriales.

Otro aspecto relevante dentro del diagnóstico es la gestión de procesos internos. Actualmente, el flujo de producción sigue una secuencia lineal: recepción de materia prima, molienda, activación térmica, cribado y almacenamiento. Aunque el proceso es funcional, podrían implementarse mejoras relacionadas con automatización, reducción de tiempos muertos y control de calidad en tiempo real para incrementar la eficiencia operativa.

Respecto al servicio al cliente, la empresa basa parte de su estrategia logística en cumplir tiempos de entrega y mantener disponibilidad del producto. Sin embargo, la falta de sistemas más avanzados de planeación logística podría ocasionar problemas en temporadas de alta demanda o ante fallas de suministro. Por ello, sería recomendable implementar herramientas de planeación de requerimientos de materiales y pronósticos de demanda que permitan mejorar la coordinación entre compras, producción y distribución.

Finalmente, se concluye que la cadena de suministro de Rowel de México cuenta con una estructura funcional y relativamente simple, pero con áreas importantes de oportunidad en temas de control logístico, planeación de inventarios, optimización de transporte y automatización de procesos. La implementación de estrategias de logística integral permitiría mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y fortalecer el nivel de servicio ofrecido a los clientes.

5.1.3.- Diagnostico de la estrategia de servicio

En un mercado como el del carbonato de calcio, la diferenciación no solo reside en el producto, sino en la capacidad de respuesta y confiabilidad de la cadena de suministro. Para Rowel de México, la estrategia de servicio constituye el eje articulador entre la producción y la satisfacción del cliente final. El presente diagnóstico evalúa cómo la empresa gestiona sus compromisos comerciales y de qué manera la infraestructura actual condiciona su capacidad para ofrecer un servicio de clase mundial.

La estrategia central de la organización se fundamenta en el servicio al cliente como factor diferenciador. Se busca consolidar relaciones de largo plazo mediante una atención personalizada, tiempos de respuesta ágiles y un cumplimiento riguroso de las ventanas de entrega. Este enfoque ha permitido generar una base de clientes leales en sectores críticos como la construcción, pinturas, plásticos y alimentos, donde la continuidad del suministro es vital para la estabilidad de sus propias líneas de producción.

La compañía opera bajo una filosofía de mejora continua, orientada a asegurar que cada despacho cumpla con las especificaciones técnicas requeridas. El servicio trasciende la transacción comercial, integrando un acompañamiento técnico que identifica las

necesidades específicas de cada industria. Para garantizar este estándar, se implementan controles de calidad enfocados en tres variables críticas:

- **Pureza:** Cumplimiento de los niveles químicos necesarios para cada aplicación.
- **Granulometría:** Control del tamaño de partícula (malla) según el uso industrial.
- **Uniformidad:** Consistencia entre lotes de producción.

Para sostener precios competitivos en el mercado regional, la empresa implementa una estrategia de optimización de recursos. Esto incluye la reducción de mermas y desperdicios, el aprovechamiento máximo de la materia prima y la eficiencia en el consumo de energía en el horno giratorio y sistemas de molienda. Este equilibrio entre eficiencia operativa y control de costos permite a la organización ofrecer valor sin comprometer los márgenes de utilidad.

Dado que el carbonato de calcio es un material de alta densidad y volumen, la logística de transporte es un componente crítico de la estrategia de servicio. La coordinación de entregas busca minimizar los tiempos de tránsito y mantener un flujo de abastecimiento constante. La eficiencia en este rubro es esencial para evitar interrupciones en los procesos productivos de los clientes, quienes dependen de la puntualidad de Rowel de México para su planificación diaria.

La organización reconoce que, para fortalecer su competitividad, es imperativo evolucionar hacia la modernización de sus procesos. La implementación de tecnologías de automatización y prácticas orientadas a la sostenibilidad son los siguientes pasos estratégicos. Estos esfuerzos permitirán a la empresa consolidar un equilibrio óptimo entre calidad técnica, eficiencia operativa y excelencia en el servicio, asegurando su posicionamiento como líder en el sector industrial de la región.

5.1.4.- Diagnostico de flujo de información actual

Para fundamentar la propuesta de automatización, se realizó un diagnóstico situacional integral de la organización, estructurado en áreas clave que permiten identificar las causas raíz de las ineficiencias operativas. Este análisis no se limita únicamente a la observación técnica, sino que evalúa la interacción entre los recursos humanos, la infraestructura y el flujo de información.

El flujo de información dentro de la empresa Rowel de México presenta un comportamiento mayormente informal y descentralizado, lo cual impacta directamente en la eficiencia operativa y en la toma de decisiones. Desde el inicio del proceso comercial, la captación de clientes se realiza a través de diversos canales como el sitio web de la empresa, publicaciones en Facebook y recomendaciones boca a boca. Esta diversidad de fuentes permite una entrada constante de prospectos, aunque no necesariamente estructurada ni sistematizada, lo que dificulta la trazabilidad del origen de los clientes y la medición de la efectividad de cada canal.

Una vez establecido el contacto, los pedidos se generan mediante diferentes medios, incluyendo órdenes de compra formales enviadas por los clientes, llamadas telefónicas y, de manera significativa, a través del WhatsApp personal del director. Esta práctica, aunque ágil, centraliza la información en un solo individuo y limita la visibilidad del equipo sobre el estado de los pedidos, además de incrementar el riesgo de errores, omisiones o pérdida de información relevante.

En el área operativa, el flujo de información relacionado con la producción y el inventario carece de un sistema formal de control. No existe un registro oficial de inventarios; en su lugar, se utiliza un formato en Excel diseñado para la planeación de la producción diaria. La adquisición de materias primas se basa en estimaciones derivadas de dicha programación, lo que introduce un alto grado de incertidumbre y posibles desviaciones entre lo planeado y lo realmente requerido. Asimismo, no se lleva un control adecuado del consumo de recursos como combustible ni del uso de herramientas, existiendo únicamente un documento manual para registrar salidas, lo cual limita la precisión y confiabilidad de la información.

La producción se realiza en función de la demanda inmediata, adoptando un enfoque reactivo en lugar de proactivo. Debido a la falta de control sobre los niveles de inventario, la empresa no implementa estrategias logísticas clave como los puntos de reorden, lo que puede derivar en desabasto de materiales o, por el contrario, en sobrecompras innecesarias.

Estas características evidencian un flujo de información fragmentado, con áreas de oportunidad importantes en la integración, digitalización y estandarización de los procesos para mejorar la eficiencia operativa y el control organizacional.



Diagrama 1. Flujo de información actual.

5.1.5.- Diagnóstico de información comercial

El éxito y la permanencia de Rowel de México se sustentan en un modelo comercial robusto que ha logrado capitalizar el crecimiento del sector construcción en el sureste mexicano. No obstante, el crecimiento de la demanda ha alcanzado un punto de inflexión donde la capacidad de respuesta comercial depende directamente de la modernización de la infraestructura productiva. A continuación, se detalla la estructura comercial actual y los retos de expansión identificados.

La organización posee un alcance consolidado en el mercado de la Península de Yucatán, con presencia estratégica en nodos de alto desarrollo como Tulum, Playa del Carmen, Cancún y Campeche, además de incursiones en el estado de Chiapas. Su cartera de clientes es diversificada, integrando a constructoras, despachos de arquitectura, ingeniería civil, casas de materiales y distribuidores mayoristas.

La estabilidad financiera de la empresa se apoya en dos socios comerciales de gran volumen:

- Grupo Sadasi: Representa el 50% de la producción total, vinculando la operación directamente con el ritmo del sector de vivienda masiva.
- Grupo Premier: Actúa como el principal brazo de distribución minorista a través de sus múltiples puntos de venta.

Esta concentración de demanda exige un esquema de producción ininterrumpido y la gestión de inventarios de seguridad para garantizar el cumplimiento de los programas de entrega mensuales.

La competitividad de la empresa reside en su integración vertical, al contar con una planta propia de procesamiento de carbonato de calcio, materia prima esencial para su catálogo:

1. Línea de Acabados y Adhesivos: Incluye masillas, pegazulejos, pastas, pega-placas y masi-placa para poliestireno.
2. Línea de Recubrimientos y Protección: Integrada por pinturas, impermeabilizantes y selladores.

La empresa emplea un modelo de distribución híbrido para optimizar los tiempos de entrega:

- Logística Local (Mérida): Gestión directa mediante una flota vehicular propia, permitiendo una respuesta ágil a los pedidos dentro de la zona metropolitana.
- Logística Foránea (Regional): Coordinación con empresas fleteras externas y servicios particulares, escalando la capacidad de transporte según el volumen de carga solicitado.

Históricamente, el crecimiento se ha basado en la venta directa y el "boca a boca". Actualmente, esta base tradicional se ha digitalizado mediante presencia en Facebook e Instagram y un portal web oficial. Sin embargo, la captación de pedidos sigue centralizada.

Con un volumen de desplazamiento mensual de entre 300 y 400 toneladas (aproximadamente 15,000 a 20,000 sacos), la operación actual se encuentra al límite de su capacidad manual. Bajo una filosofía de autofinanciamiento y reinversión de utilidades, la empresa se halla en una fase de transición tecnológica. La evolución de los procesos rústicos hacia la automatización industrial.

5.1.6.- Diagnostico de mantenimiento

Con el objetivo de identificar las condiciones actuales del área de mantenimiento y comprender el funcionamiento operativo de la empresa, se realizó un levantamiento de

información mediante observación directa, revisión de bitácoras y recopilación de datos proporcionados por el personal encargado. Este diagnóstico permitió conocer la manera en que se gestionan los mantenimientos preventivos y correctivos, así como la organización de los equipos, vehículos e infraestructura utilizada dentro de las operaciones diarias.

A partir de la información obtenida, fue posible detectar los principales procesos relacionados con el mantenimiento industrial, la distribución de responsabilidades y las estrategias implementadas para asegurar la continuidad operativa de la planta. Asimismo, se identificaron áreas de oportunidad relacionadas con el control documental, la organización de la información y la optimización de los procesos de seguimiento de equipos y maquinaria.

Para facilitar el análisis y comprensión del diagnóstico, la información recopilada se organizó en los siguientes apartados:

- Bitácora General de Mantenimiento:

Dentro de la empresa se lleva un registro general de las actividades de mantenimiento realizadas en las diferentes áreas operativas. En esta bitácora se documentan trabajos relacionados con equipos e instalaciones críticas para la operación, como el mantenimiento de la bomba de agua utilizada en la planta de carbonato de calcio, así como la revisión y mantenimiento del centro eléctrico. Estos registros permiten tener un control básico sobre las actividades ejecutadas y el estado general de los equipos.

- Bitácora de Operaciones y Equipos

Se identificó que las operaciones principales de la empresa corresponden a las áreas de texturizados y calcio, siendo esta última la encargada de generar el carbonato utilizado como materia prima en diversos procesos. Por otra parte, el área de pinturas se integra dentro de los registros generales debido a que requiere una menor cantidad de intervenciones de mantenimiento en comparación con otras áreas operativas.

- Bitácora de Vehículos (Flotilla)

La empresa cuenta con una flotilla conformada por camiones, montacargas y bobcats, los cuales son administrados mediante controles individuales. Cada unidad

dispone de una bitácora específica donde se registran mantenimientos realizados, cambios de componentes, reparaciones y daños detectados durante su operación. Este control permite dar seguimiento al estado mecánico de cada vehículo y programar intervenciones cuando sea necesario.

- Personal y Gestión de Mantenimiento

El mantenimiento interno es realizado por dos técnicos encargados de atender actividades relacionadas con mecánica, soldadura, electricidad y plomería. Ellos ejecutan principalmente tareas de mantenimiento preventivo diario dentro de la planta. Para reparaciones más especializadas, especialmente en maquinaria pesada, la empresa trabaja con dos empresas externas especializadas, mientras que el mantenimiento de los vehículos es atendido por distribuidores autorizados de Mazda.

- Horarios de Operación

Las máquinas y equipos de producción operan de lunes a viernes en un horario de 7:00 a.m. a 4:00 p.m., trabajando de manera continua durante la jornada laboral. Los días sábado son destinados exclusivamente a la realización de actividades de mantenimiento preventivo, lo que permite reducir interrupciones en la producción y mantener los equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento.

- Rotación de Vehículos

La empresa implementa un sistema de rotación conocido como “sistema de gemelos”, el cual consiste en contar con pares de equipos para determinadas operaciones, incluyendo dos camiones, dos montacargas y dos bobcats. Bajo esta estrategia, un equipo permanece en operación mientras el otro se encuentra en descanso para inspección y mantenimiento. La rotación se realiza semanalmente, permitiendo prolongar la vida útil de los vehículos y disminuir fallas inesperadas durante la operación.

5.1.7.- Diagnóstico del entorno laboral

Con el objetivo de profundizar en la comprensión de las condiciones de trabajo y la cultura organizacional, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada con el personal

operativo de planta. Esta técnica de recolección de datos permitió obtener una perspectiva directa sobre la seguridad, la carga física y la percepción del entorno laboral desde la experiencia del trabajador.

Hallazgos principales:

1. Carga de trabajo y adaptación: Inicialmente percibió el trabajo como pesado por realizarlo solo, pero mejoró al integrarse a un equipo de dos compañeros con habilidades complementarias.
2. Trabajo en equipo: Existe solidaridad entre pares: cuando alguien falta o llega tarde, otro lo sustituye por voluntad propia (sin protocolos formales).
3. Relación con el jefe: Trato respetuoso, cercano y de confianza (incluso momentos de convivencia informal). Sin embargo, las llamadas de atención recurrentes pueden derivar en descansos de 1 o 2 días como medida correctiva informal.
4. Movilidad: Se transporta en moto propia, lo que implica gasto, fatiga y riesgos viales adicionales.
5. Condiciones de trabajo diarias
 - Actividades repetitivas: carga y traslado de azulejos y materiales entre bodegas.
 - Exposición constante a polvo, sol, aire y temperaturas extremas.
 - Jornada monótona y físicamente demandante.
 - No se menciona uso de equipo de protección personal.

5.1.8.- Diagnóstico de tipo de contratación

En Rowel de México, la gestión del capital humano se rige primordialmente bajo un esquema de contratos temporales de 6 meses a 1 año de duración. Este modelo permite a la organización ajustar su capacidad de fuerza laboral en función de las fluctuaciones de la demanda y los ciclos operativos propios de la industria del carbonato de calcio.

Sin embargo, el diagnóstico identifica una tasa de rotación de personal elevada, derivada de las exigencias físicas del proceso manual y las condiciones intrínsecas del sector industrial. Esta inestabilidad laboral genera un ciclo de reclutamiento permanente, lo

que incrementa los costos administrativos y operativos por conceptos de inducción y capacitación constante en las diversas áreas de la empresa.

Para mitigar estas vacantes, la organización emplea una estrategia de reclutamiento basada en medios digitales y vinculación institucional, destacando:

- Plataformas Digitales: Uso de redes sociales (grupos de Facebook especializados en empleos) para una captación masiva y rápida.
- Vinculación Gubernamental: Participación en foros de empleo y bolsas de trabajo coordinadas por el ayuntamiento local, facilitando el acceso a perfiles de la comunidad.
- Identificación de problemáticas y áreas de oportunidad
- Resultados del diagnóstico realizado

6.- Propuesta de Mejora

6.1.-Detalles de la propuesta de mejora basada en el análisis realizado

6.1.1.-Propuesta de automatización del área de ensacado

Propuesta de mejora 1: Automatización del proceso de ensacado de carbonato de calcio

Derivado del diagnóstico realizado en la línea de producción de carbonato de calcio de Rowel de México, se identificó que la etapa de ensacado constituye una de las principales áreas de oportunidad dentro del proceso operativo. Actualmente, el llenado y pesaje del producto terminado se realiza de manera manual mediante el uso de básculas analógicas y sacos manipulados directamente por los operadores. Esta metodología genera un cuello de botella dentro de la producción, debido a que la velocidad del proceso depende completamente del esfuerzo físico y desempeño del personal operativo.

Además de las limitaciones operativas, el diagnóstico permitió identificar que el área de ensacado expone constantemente al personal a condiciones extremas de temperatura, polvo y carga física repetitiva, factores que afectan directamente la productividad, incrementan la fatiga laboral y contribuyen a la alta rotación de personal observada dentro de la organización. La dependencia de actividades manuales también incrementa la probabilidad de errores en el llenado de los sacos, variaciones en el peso del producto y retrabajos derivados de inconsistencias en el proceso.

Con base en estas problemáticas, se propone la automatización parcial del proceso de descarga y ensacado mediante la implementación de una ensacadora industrial automática especializada para materiales de difícil fluidez, complementada con la instalación de una banda transportadora para el desplazamiento del producto terminado hacia el área de tarimado. El objetivo principal de esta propuesta consiste en incrementar la eficiencia operativa, reducir tiempos muertos, mejorar las condiciones laborales y optimizar el control del producto terminado dentro de la línea de producción.

Para determinar la alternativa más adecuada, se realizó un análisis técnico comparativo entre tres opciones de maquinaria industrial de la empresa Bega Maquinaria, especializada en sistemas de ensacado para materiales a granel. Las alternativas evaluadas fueron: la ensacadora con agitador para sacos valvulados de uso rudo, la ensacadora electrónica de dosificación programable de uso rudo y el Sistema de Ensacadora Electrónica de Peso Meta Programable Automática para Sacos Valvulados.

La primera alternativa evaluada corresponde a una ensacadora con agitador diseñada para materiales de difícil fluidez, cuyo funcionamiento depende de un sistema mecánico de agitación constante para evitar obstrucciones durante el llenado. Este equipo presenta un costo aproximado de \$157,760.00 MXN y requiere mantenimiento relacionado con el engrase de componentes mecánicos y la revisión periódica del tornillo helicoidal de llenado. Aunque representa una mejora respecto al proceso manual actual, continúa dependiendo en gran medida de la intervención del operador para mantener la continuidad del proceso.



Imagen 2. Ensacadora Bega con agitador para sacos valvulados de uso rudo

La segunda alternativa corresponde a una ensacadora electrónica de dosificación programable de uso rudo, la cual incorpora sistemas electrónicos de control y sensores de dosificación para mejorar la precisión del llenado. Este equipo tiene un costo aproximado de \$243,600.00 MXN y requiere calibraciones periódicas de sus sistemas electrónicos, además del uso de refacciones especializadas proporcionadas por el fabricante. Su principal ventaja radica en el incremento de precisión respecto a sistemas mecánicos convencionales; sin embargo, el nivel de automatización aún resulta limitado frente a las necesidades de productividad identificadas en la empresa.



Imagen 3. Ensacadora electrónica Bega de dosificación programable de uso rudo

Finalmente, la alternativa seleccionada corresponde al sistema de ensacadora electrónica de peso meta programable automática para sacos valvulados, considerado como la solución de mayor nivel tecnológico y automatización dentro de las opciones analizadas. Este equipo fue seleccionado debido a que integra un sistema electrónico de peso meta

programable que permite alcanzar automáticamente el peso exacto configurado para cada saco, eliminando errores humanos asociados al pesaje manual y reduciendo las mermas derivadas de sobrellenados o inconsistencias en el producto terminado.



***Imagen 4.** Sistema de ensacadora electrónica Bega peso meta programable automática para sacos valvulados*

Adicionalmente, este sistema permite mantener una operación continua con mínima intervención del operador, lo que favorece un incremento considerable en la productividad por hora y mejora la continuidad del flujo productivo. La maquinaria está diseñada específicamente para materiales de difícil fluidez como el carbonato de calcio, integrando sistemas robustos de alimentación mediante tornillo helicoidal y controles electrónicos programables que permiten adaptar el proceso a diferentes densidades del material y distintos tamaños de sacos.

El equipo seleccionado presenta un costo aproximado de \$371,200.00 MXN y contempla la necesidad de mantenimiento preventivo en sensores de peso, sistemas de control lógico y componentes estructurales. Asimismo, el proveedor establece que tanto la instalación como la capacitación deberán ser realizadas por personal técnico especializado para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y la validez de la garantía del equipo.

Como complemento de la automatización, se propone la instalación de una banda transportadora que permita trasladar automáticamente los sacos terminados desde el área de llenado hasta la zona de colocación en tarimas. Esta mejora busca reducir el tiempo de permanencia del operador en condiciones ambientales adversas, disminuir esfuerzos físicos relacionados con la manipulación manual de cargas y mejorar la ergonomía general del proceso.

La propuesta busca optimizar el desempeño global de la línea de producción mediante la reducción de tiempos de ciclo, la eliminación de actividades que no agregan valor y la disminución de interrupciones operativas asociadas al ensacado manual. Asimismo, la automatización permitirá incrementar la precisión en el control del peso del producto terminado, mejorar la uniformidad entre lotes y fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa ante el crecimiento de la demanda regional.

6.1.2.- Propuesta de digitalización del sistema de información

Como resultado del diagnóstico del flujo de información y de los procesos administrativos de Rowel de México, se identificó que gran parte de la operación se gestiona actualmente mediante métodos manuales, registros descentralizados y herramientas básicas como hojas de cálculo en Excel. Asimismo, se observó una alta dependencia de canales informales de comunicación, particularmente mediante llamadas telefónicas y aplicaciones de mensajería, lo cual dificulta la trazabilidad de la información, la coordinación entre áreas y el control integral de las operaciones.

Con el propósito de modernizar la gestión organizacional y fortalecer la integración de la información, se propone la implementación gradual del sistema ERP Odoos como plataforma central para la digitalización de los procesos administrativos y operativos de la

empresa. La propuesta considera una implementación sencilla y adaptada al nivel actual de madurez tecnológica de la organización, priorizando módulos esenciales que permitan generar mejoras inmediatas sin introducir complejidad innecesaria para el personal administrativo y operativo.

En primera instancia, se propone la utilización del módulo de Sitio Web para sustituir el portal actual de la empresa por una plataforma más moderna, funcional y adaptable a las necesidades comerciales actuales. Este nuevo sitio permitiría mejorar la imagen digital de la organización y facilitar la captación de clientes potenciales mediante formularios de contacto y registro de solicitudes de información, centralizando la recepción de datos comerciales provenientes de medios digitales.



Imagen 4. Propuesta de sitio web utilizando el creador de sitio web de Odoo

De manera complementaria, se plantea la implementación del módulo de Contactos para la gestión básica de clientes y proveedores. A diferencia de un sistema CRM completo, cuya complejidad podría representar una barrera de adopción para el personal actual, el módulo de contactos permitirá organizar la información comercial de manera centralizada, facilitando el seguimiento de clientes, el acceso rápido a datos de contacto y la trazabilidad de relaciones comerciales.



Imagen 5. Vista de contactos en Odoo

En el área logística y de abastecimiento, la propuesta contempla la implementación de los módulos de Inventario y Compras con un enfoque simplificado orientado al control de existencias y materias primas. El objetivo principal es permitir el registro y monitoreo de cantidades disponibles, entradas y salidas de productos, así como la identificación del origen de las materias primas utilizadas en producción. Adicionalmente, se sugiere la configuración de puntos de reorden para reducir riesgos de desabasto y mejorar la planeación de compras, atendiendo directamente las áreas de oportunidad identificadas en el diagnóstico logístico de la empresa.

Nombre del producto	Referencia interna	Precio de venta	Costo	A la mano	Pronosticado	Unidad
☆ Cloro		\$ 20.00	\$ 15.00	149.00	149.00	Unidades
☆ Pegamento blanco		\$ 50.00	\$ 25.00	69.00	69.00	Unidades
☆ Sellador Vinílico 19L	RSV	\$ 500.00	\$ 300.00	51.00	49.00	Unidades
				269.00	267.00	

Imagen 6. Vista de existencias de inventario en Odoo

Por otra parte, se propone la implementación del módulo de Manufactura con el fin de digitalizar la emisión de órdenes de producción. Mediante esta herramienta, la empresa podrá registrar de manera estructurada las órdenes de fabricación y automatizar el descuento de materias primas consumidas durante el proceso productivo, así como el ingreso automático de producto terminado al inventario. Esta funcionalidad permitirá mejorar la trazabilidad de la producción y proporcionar una mayor visibilidad sobre los consumos reales de materiales y la capacidad operativa de la planta.

Producto	[RSV] Sellador Vinilico 19L	Referencia	
Cantidad ?	1.00	Unidades	
		Tipo de lista de materiales	<input checked="" type="radio"/> Fabricar este producto <input type="radio"/> Kit
<div style="display: flex; border-bottom: 1px solid #ccc;"> <div style="border-right: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">Componentes</div> <div style="border-right: 1px solid #ccc; padding: 2px 5px;">Operaciones</div> <div style="padding: 2px 5px;">Misceláneo</div> </div>			
Componente		Cantidad	Unidad
☰ Pegamento blanco		0	1.00 Unidades
☰ Cloro		0	1.00 Unidades
Agregar una línea Catálogo			

Imagen 7. Elaboración de build of materials (BOM) en Odoo

En el ámbito comercial, se recomienda la utilización del módulo de Ventas para la generación de cotizaciones digitales con formatos más modernos y estandarizados. Esta implementación facilitará la elaboración de propuestas comerciales, reducirá tiempos administrativos y permitirá mantener un mayor control sobre las cotizaciones emitidas y el seguimiento a clientes potenciales.



Rowel de México
Kilómetro 2.4
Carretera Dzityá-Cheumán
97302 Mérida, YUC
México

Número de orden S00001

Grupo Sadasi, S.A. de C.V.
Arquímedes No. 3 Int. 102
Polanco IV Sección, Miguel Hidalgo
11550 México, CMX
México
RFC: GSA940520JD3

Fecha de la orden
27/04/2026

Vendedor
Agamenon

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Impuestos	Importe
Sellador Vinilico 19L	2.00 Unidades	500.00	IVA(16%)	\$ 1,000.00
		Subtotal		\$ 1,000.00
		IVA 16%		\$ 160.00
		Total		\$ 1,160.00

***Imagen 8.** Formato de cotización del módulo de ventas de Odoo*

Finalmente, como parte de una segunda etapa de digitalización, se sugiere evaluar la incorporación de los módulos de Empleados y Facturación. El módulo de empleados permitiría centralizar información básica del personal y mejorar ciertos procesos administrativos internos, mientras que el módulo de facturación posibilitaría la emisión de facturas directamente desde la misma plataforma ERP, integrando procesos comerciales y administrativos en un único sistema.

En conjunto, la implementación de Odoo representa una estrategia de transformación digital orientada a fortalecer el control operativo, mejorar la disponibilidad de información en tiempo real y optimizar la coordinación entre áreas funcionales. Asimismo, esta propuesta busca establecer una base tecnológica escalable que permita a

Rowel de México continuar evolucionando hacia modelos de gestión más eficientes, integrados y alineados con las exigencias actuales del entorno industrial.

6.2.- Análisis de viabilidad técnica de la propuesta

Infraestructura física

La empresa cumple con los requisitos de infraestructura física necesarios para la implementación de la ensacadora. Se cuenta con espacio suficiente para la instalación de la máquina y su tolva, así como un área adecuada para la maniobra de sacos. Asimismo, las instalaciones presentan una altura adecuada para el funcionamiento del equipo y un piso con la resistencia estructural necesaria para soportar maquinaria de servicio pesado.

Requisitos eléctricos

Rowel de México cumple completamente con los requisitos eléctricos, ya que dispone de la infraestructura necesaria para operar maquinaria industrial. Esto incluye la capacidad eléctrica adecuada, lo que permite la instalación y operación de la ensacadora sin necesidad de realizar modificaciones adicionales.

Manejo de materiales

Rowel de México cumple con este requisito de manera óptima, dado que trabaja con carbonato de calcio, un material en polvo compatible con el sistema de ensacado. Esto garantiza una adecuada adaptación del material al funcionamiento de la máquina.

Personal capacitado

La empresa cumple parcialmente con los requisitos operativos. Si bien cuenta con personal operativo disponible, este no posee conocimientos avanzados en el manejo de tecnología automatizada. No obstante, este aspecto puede resolverse mediante capacitación, considerando que la empresa ya tiene experiencia en el manejo de maquinaria relacionada con el procesamiento y almacenamiento de carbonato de calcio.

Requisitos tecnológicos

La empresa cumple parcialmente con los requisitos tecnológicos, ya que el personal actual no cuenta con conocimientos en sistemas como el control automatizado de máquinas

o interfaces digitales. Sin embargo, esta limitación puede ser superada mediante capacitación técnica básica, lo cual permitiría a los operadores adaptarse al uso de la ensacadora automatizada.

Producción

Rowel de México cumple plenamente con los requisitos de producción, debido a que mantiene un alto volumen de producción diaria durante jornadas prolongadas. Además, cuenta con el uso de sacos valvulados, lo cual es indispensable para el correcto funcionamiento de la máquina. Estas condiciones hacen viable y justificable la implementación de la ensacadora.

Requisitos logísticos

Rowel de México cumple con los requisitos logísticos necesarios, ya que dispone de sacos compatibles, áreas adecuadas para el almacenamiento de producto terminado y un flujo eficiente de entrada y salida de materiales. Esto permite una integración adecuada de la máquina dentro del proceso productivo.

Requisito	¿La empresa lo cumple?	Observaciones
Espacio industrial suficiente	Sí	
Instalación eléctrica	Sí	
Manejo de materiales en polvo	Sí	
Personal capacitado	Pendiente	Requiere Capacitación Básica
Volumen de producción adecuado	Sí	
Uso de sacos valvulados	Sí	
Infraestructura de almacenamiento	Sí	

Tabla 1. Requisitos necesarios para la implementación

6.3.- Análisis de riesgos

6.4.- Análisis de la distribución de la planta

6.5.- Análisis organizacional

La propuesta de automatización del llenado de costales en la planta de carbonato de calcio implicaría diversos ajustes organizacionales dentro de la empresa, principalmente en las áreas operativas, de seguridad y de gestión del personal. Actualmente, el proceso se realiza de manera manual, lo que provoca posturas incómodas para los trabajadores, desperdicio de material y una menor eficiencia en la producción. Con la implementación de una ensacadora automática se busca optimizar el proceso y reducir estas problemáticas.

Uno de los principales ajustes sería la redistribución de actividades del personal operativo. Los trabajadores dejarían de realizar tareas repetitivas y físicamente demandantes para enfocarse en actividades de supervisión, control y apoyo al sistema automatizado. Esto requerirá capacitación técnica para que los empleados puedan operar correctamente la maquinaria, identificar fallas básicas y dar seguimiento al proceso productivo.

Otro ajuste importante sería el fortalecimiento de las medidas de seguridad e higiene industrial. Al disminuir la manipulación manual de los costales y la exposición directa al carbonato de calcio, se reducirían riesgos ergonómicos, lesiones musculares y desperdicio de material en el área de trabajo. Además, la automatización contribuiría a mantener un entorno más limpio y ordenado.

En el aspecto productivo, la organización tendría una mejora en la eficiencia y estandarización del proceso de llenado. La máquina permitiría mayor precisión en el peso de los costales, reducción de tiempos muertos y menor pérdida de producto, lo cual impactaría positivamente en la productividad y en los costos operativos de la empresa.

En el ámbito administrativo y de mantenimiento, la empresa necesitaría realizar ajustes, ya que la incorporación de nueva tecnología implica programar mantenimientos preventivos, asignar responsables de operación y destinar recursos para el monitoreo y conservación del equipo automatizado.

6.6.- Análisis del cumplimiento normativo

6.7.- Definición de los indicadores claves de rendimiento

6.8.- Definición del presupuesto de la propuesta

6.9.- Justificación de la propuesta

6.10.- Análisis del impacto de la propuesta y comparación con proceso actual

7.- Implementación y Plan de Acción

7.1.- Plan de acción para la implementación de la propuesta

7.2.- Cronograma de actividades

7.3.- Recursos necesarios

7.4.- Recomendaciones para la ejecución y seguimiento del proyecto

8.- Conclusiones

8.1.- Resumen de los hallazgos más relevantes

8.2.- Reflexión sobre los aprendizajes adquiridos

8.3.- Impacto esperado de la propuesta en la empresa y en los proyectos productivos

9.- Bibliografía

10.- Anexos (si aplica)

- Diagramas de procesos
- Flujogramas
- Resultados de simulaciones
- Cualquier otro material relevante