



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN PARA AUMENTAR LA
RENTABILIDAD DE LA MINA DE CAL
RESURRECCIÓN E.I.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Gary Mondragón García

Asesor:

Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello

Trujillo - Perú

2018

DEDICATORIA

Esta Tesis va dedicada a mis padres y hermanos, los cuales siempre se mantuvieron a mi lado y nunca dejaron de apoyarme.

EPÍGRAFE

“Lo que la mente del hombre puede concebir y creer, es lo que la mente del hombre puede lograr”

Napoleon Hill

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mis padres los cuales estuvieron conmigo a lo largo de esta carrera que a pesar de todas las veces que quise desistir, siempre me apoyaron con sus palabras para continuar y nunca perdieron la Fe en mí.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, pongo a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

***“PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA
AUMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA MINA DE CAL RESURRECCIÓN
E.I.R.L.”***

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los primeros días de mayo a setiembre de 2018, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Gary Mondragón García

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello

Jurado 1:

Ing. Rafael Luis Alberto Castillo Cabrera

Jurado 2:

Ing. Enrique Avendaño Delgado

Jurado 3:

Ing. Alberto Geldres Marchena

RESUMEN

La presente tesis se llevó a cabo en la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., dado que actualmente tiene una baja rentabilidad en la producción debido a una inadecuada gestión de producción de cal granulada y fina; así como sus principales productos.

El presente trabajo ha sido elaborado con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., para ello se ha planteado mejorar la situación actual del Área de Producción, a través de una propuesta de mejora en la gestión de requerimiento de materiales y capacidad de ejecución de su producción (MRP II), ABC, y División de Almacenes. Para llevar a cabo esta propuesta de mejora, en primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual del proceso industrial, siendo los principales problemas que incrementan los costos operacionales, son: no existe control adecuado de las salidas y entradas (Kardex), inadecuada distribución de almacenes, paradas de producción por falta de materiales, equivocación de asignaciones de materiales a los técnicos de la empresa, falta de seguimiento a proveedores, inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa.

Estas propuestas de mejora lograrán aumentar las ventas de sus servicios en un 22%; se logró reducir el número de trabajadores a 35, ingresos anuales de S/. 961 278; todo esto con la propuesta de las herramientas mencionadas. Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 23 702, un TIR de 43.54 y B/C de 1.20; lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

ABSTRACT

This thesis was carried out in the company RESURRECTION E.I.R.L., since it currently has a low profitability in production due to an inadequate management of granulated and fine lime production; as well as its main products.

The present work has been developed with the purpose of increasing the profitability of the company RESURRECCIÓN EIRL., For this purpose it has been proposed to improve the current situation of the Production Area, through a proposal of improvement in the management of material requirements and capacity of execution of its production (MRP II), ABC, and Division of Warehouses. To carry out this improvement proposal, first, the diagnosis of the current situation of the industrial process was made, the main problems that increase the operational costs are: there is no adequate control of the outputs and inputs (Kardex), inadequate distribution of warehouses, production stops due to lack of materials, misallocation of materials to company technicians, lack of monitoring of suppliers, inadequate assignment of functions to technicians and administrative personnel of the company.

These improvement proposals will increase the sales of their services by 22%; the number of workers was reduced to 35, annual income of s /. 961 278; all this with the proposal of the mentioned tools. To complete it, an economic financial evaluation was carried out, obtaining a NPV of S /. 23 702, an IRR of 43.54 and B / C of 1.20; which indicates that the project is PROFITABLE.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se ha elaborado, en base a la información proporcionada por la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., debido a que se identificaron problemas en el Área de Producción y falta de almacenamiento por falta de espacio, causas que no permitían aumentar la rentabilidad y para dar solución a estos problemas se ha planteado mejorar la producción, a través de una propuesta de mejora en el área de Producción.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, del desarrollo de la presente investigación sobre la propuesta de mejora en el Área de Producción en la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L. para aumentar su rentabilidad, se describe los los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, proveedores, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema con herramientas como Ishikawa y diagrama de pareto para encontrar las causas raíces que lo originan.

En el Capítulo IV, se describe la solución propuesta haciendo énfasis en los problemas del Área de Producción y su baja rentabilidad.

En el Capítulo V, se describe la evaluación económica y financiera de la propuesta.

En el Capítulo VI, se enuncian y discuten los resultados.

En el Capítulo VII, plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPIGRAFE.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del problema	4
1.3. Hipótesis.....	4
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Justificación.....	5
1.5.1. Justificación aplicativa o práctica.....	5
1.5.2. Justificación teórica	5
1.6. Tipo de investigación	6
1.6.1. Por la orientación.....	6
1.7. Diseño de la investigación	6

1.7.1.Por el diseño	6
1.8.Variables.....	6
1.9.Operacionalización de las variables	7
CAPITULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL	9
2.1.Antecedentes de la Investigación	10
2.2.Marco teórico.....	15
2.3. Definición de términos básicos.	28
CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	29
3.1.Descripción general de la empresa	30
3.1.1. Resurrección E.I.R.L.....	30
3.1.2.Datos	32
3.1.3. Actividad y Sector Económico	32
3.1.4. Ubicación de la Empresa.....	33
3.1.5.Misión y visión	33
3.1.6.Principales clientes	35
3.1.7.Proveedores	35
3.1.8.Competidores	37
3.1.9.Maquinaria y equipos.....	39
3.1.10. Mapa de procesos	40
3.1.11. Organigrama de la empresa	47
3.2. Descripción Área de Producción.....	47
3.3. Identificación de problemas e indicadores actuales.....	49
3.3.1.Diagrama de Ishikawa	49
3.3.2.Matriz de priorización.....	50
3.3.3.Diagrama de Pareto.....	51
3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas.....	52

CAPITULO 4: SOLUCION PROPUESTA.....	58
4.1. Definición de las Propuesta de mejora.....	59
4.2. Desarrollo de Propuesta de mejora.....	60
4.3. Impacto de las Propuestas de mejora.....	111
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	116
5.1 Inversión para la propuesta de mejora	116
5.2 Ahorro implementando la propuesta	117
5.3 Estado de Resultados.....	121
5.4 Flujo de Caja.....	122
5.5 Cálculo del VAN/TIR.....	123
CAPITULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	124
6.1 Resultados	125
6.2 Discusión	126
CAPITULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
7.1 Conclusiones.....	129
7.2 Recomendaciones	131
BIBLIOGRAFÍA.....	132
ANEXOS	134

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de las variables	07
Tabla 2: Diagrama PEPSU.....	34
Tabla 3: Maquinaria y equipos principales	36
Tabla 4: Indicadores y metas de la Propuesta de Mejora	52
Tabla 5: Eficacia de la Producción	53
Tabla 6: Causas raíces de los altos costos operacionales.....	59
Tabla 7: Propuestas de Mejora	60
Tabla 8: SKU Seleccionados.....	61
Tabla 9: Demanda histórica en cajas por SKU.....	62
Tabla 10: Demanda histórica en sacos por SKU.....	63
Tabla 11: Demanda Agregada en sacos por año.....	63
Tabla 12: Demanda promedio por mes	65
Tabla 13: Demanda promedio.....	65
Tabla 14: Índice estacional por cada mes	66
Tabla 15: Demanda desestacionalizada de los 03 últimos años.....	67
Tabla 16: Demanda desestacionalizada pronosticada	69
Tabla 17: Inventario.....	71
Tabla 18: Requerimiento de la Producción	72
Tabla 19: Participación de productos en el mes de Enero	73
Tabla 20: Explosión del plan	73
Tabla 21: Capacidad de Planta	74
Tabla 22: Componente por cada SKU.....	74
Tabla 23: Cantidad a producir por cada SKU	74
Tabla 24: Programa de Producción semanal	75
Tabla 25: Comprobación de la programación.....	75

Tabla 26: Programación semanal por fórmulas.....	76
Tabla 27: Programa de Producción diario	76
Tabla 28: Programa de Producción diaria balanceada.....	76
Tabla 29: Programa de Producción diaria en fórmulas	77
Tabla 30: Programa definitivo de producción diaria en fórmulas.....	77
Tabla 31: Programa definitivo de producción diario en litros	77
Tabla 32: Lista de Materiales	78
Tabla 33: Inventario de Materiales	80
Tabla 34: Plan de requerimiento de materiales	82
Tabla 35: Órdenes de Aprovisionamiento	89
Tabla 36: Procesos de Producción.....	90
Tabla 37: Hoja de ruta para SKU y componente	90
Tabla 38: Maestro de Materiales	91
Tabla 39: Maestro de puestos de trabajo	92
Tabla 40: Maestro de Hoja de ruta	93
Tabla 41: Lista de Capacidades	94
Tabla 42: Planeación de Necesidades de Capacidad	95
Tabla 43: Resumen del CRP.....	97
Tabla 44: Hora de producción programada por día a plena capacidad.....	98
Tabla 45: Turnos de producción programada por día	98
Tabla 46: Trabajadores por turno	98
Tabla 47: Número de trabajadores por semana.....	98
Tabla 48: Plan de capacidad de Planta	99
Tabla 49: Programa diario por presentación	100
Tabla 50: Programa Diario en Fórmulas	101

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

En los últimos 25 años, la explotación de caliza a nivel internacional ha sido una fuente sustentable de ingresos para diversos sectores de nuestra economía, siendo la más rentable aquella utilizada para la elaboración de cemento. La compañía minera Doña Emilia S.A., ubicada en Chile; cuenta con un mineral acorde a las necesidades de este mercado, es por esto que se estudió en profundidad esta industria y se estimaron los costos e ingresos de llevar a cabo la realización de la explotación con la incorporación de una planta de chancado próxima al yacimiento. El estudio determinó una alta concentración de mercado por parte de los consumidores, los cuales son las cementeras y minas del sector, los cuales se abastecen de yacimientos propios y compras a terceros. (Banco Mundial, IFC. -2013).

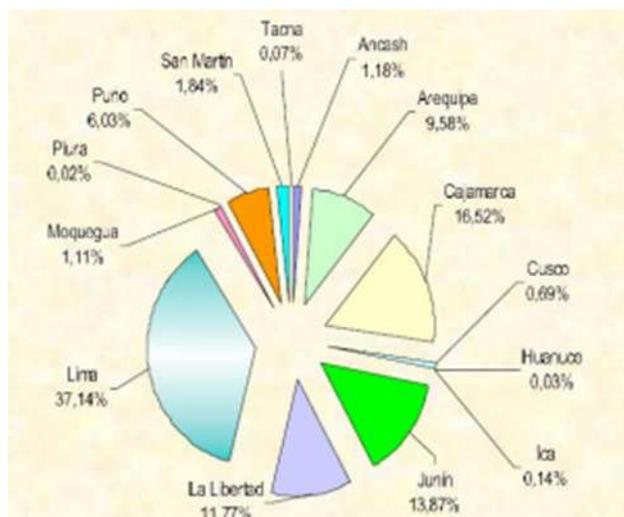
Estados Unidos	19.200	20.400
Austria	2.000	2.000
Brasil	6.500	6.500
Canadá	2.200	2.250
China	23.000	23.500
Francia	2.500	2.500
Alemania	7.000	6.500
Irán	2.200	2.000
México	6.500	6.500
Reino Unido	2.000	2.000
Italia	3.000	3.000
Japón	7.500	7.400
Polonia	1.900	2.000
Rusia	8.000	8.000
Sudáfrica	1.600	1.900
Otros países	24.900	25.000
Total	120.000	121.000

Fuente: Banco Mundial, IFC. -2013.

Realizar un proyecto de esta envergadura significa realizar una elevada inversión cercana al millón de dólares, pero dada la alta rentabilidad de este negocio, es posible la recuperación del capital inicial en un plazo cercano a los dos años. Actualmente, el destino de la producción de este mineral es muy diverso, siendo principalmente utilizado en la industria del cemento, minería y

agricultura. Se estudiaron los diversos usos en los distintos rubros, siendo enfocado el estudio en la industria del cemento, ya que es el destino donde se utiliza la mayor cantidad de este mineral en la obtención del producto final y por el gran volumen de fabricación del mismo. Esto representa una importante oportunidad de negocio, ya que para abastecer a la industria del cemento la comercialización del mineral se realiza en gran cantidad, a diferencia de otras industrias, en las cuales su uso es bastante inferior. Dentro de este punto, la localización del yacimiento pasa a ser un factor relevante y claramente representa una ventaja que el yacimiento en estudio se encuentre en la zona central del país, cercano a plantas cementeras y lo más destacable es que se ubica en la capital, donde se comercializa y se utiliza la mayor cantidad de cemento en todo el país. (Banco Mundial, IFC. -2013).

En Perú, la caliza actualmente es el producto minero no metálico de mayor volumen de producción con más 7 252 293 TM, registrado en el año 2015, y representando un 53.49% del total de producción minera no metálica. Seguido por el hormigón con un 13% (Carrillo Constante, 2015). Dada la gran cantidad de minas de piedra caliza almacenadas en los suelos de Perú, éstas representan una oportunidad para las comunidades de ingresar en el mercado ya sea como explotadores y distribuidores de esta materia prima o a su vez como productores de cal y sus derivados, significando esto al mismo tiempo un ingreso económico y mejoramiento del nivel de vida para estas comunidades (Ávalos Bravo, 2015). En Cajamarca, al involucrarse en la elaboración y producción de derivados de cal, analizamos que el mercado en un 72% según la cámara de comercio de Cajamarca es dominado en su mayoría por empresas foráneas como Cementos Pacasmayo, Compañía Minera Luren, y la empresa Comacsa, convirtiéndose casi en un monopolio, significa un gran reto por parte de comunidades o sociedades emprendedoras, teniendo que realizar grandes esfuerzos, e incluso luchar contra grandes capitales u obstáculos en su camino para poder sacar adelante sus productos (Cámara del comercio Cajamarca, 2016).



Fuente: Cámara del comercio Cajamarca, 2016.

Debido a la magnitud de la empresa y las actividades que se desarrolla en la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., se puede considerar es una empresa mediana por las unidades operativas que posee, cuenta con RUC N°20496034873 y la actividad industrial que desarrolla está clasificada con codificación CIIU: 2394: Fabricación de Cemento, Cal y Yeso; como actividad principal; así mismo tiene como actividades secundarias el CIIU: 4923 Transporte de Carga por Carretera y CIIU: 13200 Ext. De Min. Metalíferos No Ferrosos; la empresa tiene como actividad productiva la transformación de piedra caliza a cal granulada y fina (óxido de calcio); siendo la piedra caliza la materia prima para los productos mencionados, la misma que es extraída de la concesión minera Los Chancas ubicada en el caserío Frutillo Bajo que se encuentra dentro de la jurisdicción de la empresa.

Para el desarrollo de las actividades la empresa cuenta con tres unidades productivas ubicadas dentro de un radio de 200 metros. Estas unidades operativas son independiente, en todas se encuentran hornos para el proceso de calcinación del óxido de calcio así como áreas de molienda de la cal para obtener los productos: cal fina y cal granulada; también dentro de su radio de operación tiene una zona de pesaje con una balanza electrónica de capacidad máxima 80 Tn, que está protegida con un techo de estructura metálica pesada y una caseta de control de equipos para realizar el pesado, su ubicación es cercana al área de carguío de unidades el cual facilita a los conductores

transportar la cal fina y granulada hasta esta zona; la finalidad de esta actividad es cumplir con sus estándares de pesos en las unidades de transporte requerida por el cliente; además controlar los egresos y la producción generada en las unidades operativas.

Dentro del marco de competencia de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., están las empresas mineras como Zanja, Tanatahuatay, Gold Fields y Minera Yanacocha; por lo tanto, las actividades desarrolladas en RESURRECCIÓN E.I.R.L., se encuentran cumpliendo con los más altos estándares de seguridad, medio ambiente y calidad para satisfacer eficientemente los pedidos de los clientes.

Para la transformación de la materia prima se utilizan hornos de distantes distribuidos en las tres unidades operativas cuyas capacidades son entre 6 tn y 25 tn, la construcción de estos hornos es de adobe revestido con ladrillos, teniendo como combustible el carbón antracita cuyo principal proveedor es la empresa DIEDBAN. Para obtener la cal fina y granulada se realiza mediante máquinas de chancadoras y molinos instaladas en cada unidad operativa cuya fuente de energía es la electricidad.

Entre los años 2015, 2016 y 2017, la empresa fue incrementado su producción en un 11%, pero nunca se llegó a la meta de cumplimiento de su producción que actualmente es de un 97%, obteniéndose una eficiencia de la producción de un 91% en el año 2016 generando una pérdida de S/. 168,642 soles por los sacos de cal fina sin vender.

Además, se sabe que con el aumento de la producción también se tuvo que aumentar recursos como la mano de obra, es por ello que desde el año 2016 al año 2017 fue necesario contratar 9 personas adicionales, llegando a tener en el año 2017 un total de 69 trabajadores.

Se determinó que en el año 2017 se obtuvo una productividad de 3933 sacos/trabajador, cabe mencionar que en la empresa no se sabía cuál era la productividad optima por trabajador, es por ello que año tras año se fue viendo la necesidad de contratar más personal. Cabe mencionar en este punto que la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., solo desarrolló 2 capacitaciones para el área de producción, las cuales tuvieron una duración de 12 horas.

Otro problema que se dio el año 2016, era que se tuvo 13 paradas en la producción en función de lo que se iba a producir, entre los materiales que originaban paradas están la piedra caliza y el carbón. Además, se llegó a determinar que el total de horas de parada fue de 8.6 horas significando un costo lucro cesante por el tiempo perdido de S/. 6,800.

Inadecuada asignación de funciones al personal de Producción - Mantenimiento. El personal trabaja con la maquinaria ubicada en una zona de difícil acceso para su reparación y/o traslado al taller en superficie; lo que implica en muchas ocasiones una atribución de funciones que no les corresponde, ocasionado por el objetivo de dar una solución inmediata y no afectar el proceso productivo.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la implementación de la propuesta de mejora en el área de producción sobre la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.?

1.3 Hipótesis

La implementación de la Propuesta de mejora en el área de producción aumenta la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar el impacto de la implementación de la propuesta de mejora en el área de producción sobre la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del Área de Producción de la mina de cal.
- Desarrollar la propuesta de mejora en la gestión de producción de las unidades operativas de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.
- Medir la rentabilidad de la mina de cal Resurrección E.I.R.L. antes, durante y después de la implementación de la propuesta.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación aplicativa o práctica

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

El trabajo servirá para solucionar problemas como la capacidad productiva de la mina de cal, desarrollar de manera óptima los métodos de aprovisionamientos de materiales tanto en plantas de producción, mantenimiento preventivo de equipos para determinar las fallas o paradas de los mismos en las etapas de extracción, molienda y producción de cal granulada y fina; implementación de Mantenimiento Productivo Total (MPT), MRP II, máxima capacidad de operación e indicadores de productividad, reduciendo los sobrecostos, los cuales se originan en las unidades operativas de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.

1.5.2 Justificación teórica

La empresa Resurrección E.I.R.L. realiza sus actividades diarias de producción de óxido de calcio; es decir cal granulada y fina, sin tomar; adecuadamente en cuenta la formulación de indicadores de productividad y rentabilidad para la mejora de la gestión de producción. Por tal motivo, la presente tesis pretende mejorar la situación actual empleando una base teórica.

Se realizó un análisis, en el cual se investigó y se planteó una propuesta de mejora de la gestión de Producción en las actividades de la empresa; para lo cual se plantea aplicar las técnicas de Ingeniería de Métodos (MRP II) y TPM e Implementar una mejora en la recuperación de la merma (cal apagada) para su venta y otras herramientas de Ingeniería Industrial para reducir los costos operacionales de la mina de cal en mención.

1.5.3 Justificación Académica

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

El trabajo servirá para solucionar problemas como reducir los costos operativos y aumentar la rentabilidad de la empresa, desarrollar las técnicas adquiridas durante el desarrollo de la carrera de Ingeniería Industrial como son el MRP II, ABC y División de Almacenes, así como determinar el VAN, TIR, y Beneficio/Costo; reduciendo los sobrecostos, los cuales se originan en la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.

1.5.4 Justificación Económica

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

El trabajo servirá para demostrar que los problemas económicos originados por inadecuados manejos de las distintas operaciones en la producción de cal de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., tienen solución mediante la aplicación de herramientas de soporte de la distribución de sus recursos, materiales y operaciones, de tal manera que sus principales indicadores económicos y financieros estén acordes a los flujos económicos anuales y equivalentes a la rentabilidad actual de la empresa.

1.5.5 Justificación Valorativa

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

El trabajo servirá para establecer antecedentes de empresas de producción de cal complementan los conocimientos de aplicación de herramientas de ingeniería industrial (MRP II, ABC y División de Almacenes), y demostrar el valor agregado que aportaría a la sociedad y grupos académicos en general, que buscan las mejoras a los problemas identificados en las empresas.

1.5.6 Justificación Ambiental

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de mejorar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.

El trabajo servirá para definir las operaciones que desarrollará la empresa de producción de cal fina y granulada, identificando los aspectos e impactos ambientales que podrían generarse, así como contemplar conocimientos de sinergismos y acumulación de impactos ambientales, de acuerdo a las herramientas que se aplicarán para mejorar la situación actual de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.

1.6 Tipo de investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Por el diseño:

Pre – test – Post – test (O1 X O2)

1.8 Variables

1.8.1 Variable Independiente

- Propuesta de Mejora en el Área de Producción.

1.8.2 Variable Dependiente

- rentabilidad de la mina de cal RESURECCIÓN E.I.R.L.

1.9 Operacionalización de las variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	INDICADORES	FORMULAS
Variable Independiente Propuesta de mejora en la gestión de producción	Es la gestión del flujo de materias primas, productos, maquinarias servicios e información a lo largo de toda la cadena de suministro de un producto o servicio y los controles de calidad que conllevan a la identificación de puntos críticos y su mejora operacional.	Para medir esta variable es necesario tener en cuenta los indicadores de Producción, y Mantenimiento	Producción	MRP II, Capacidad de Planta, Kanban	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Producción de producto final 	$\frac{(\text{N}^\circ \text{ Prod. Antes} - \text{N}^\circ \text{ Prod. Actual})}{\text{N}^\circ \text{ Prod. Antes}} * 100\%$
					<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Inventario Actual con respecto al nivel de inventario estándar 	$\frac{(\text{Invnt. Inicial} - \text{Invnt. Estándar})}{\text{Invnt. Estándar}} * 100\%$
					<ul style="list-style-type: none"> Índice de Productividad de Maquinaria 	Volumen de Producción conforme/ Maquinaria utilizada

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	FÓRMULAS
<p>Variable Dependiente</p> <p>Aumentar la rentabilidad de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L.</p>	<p>Es una medida, referida a un determinado periodo de tiempo, en el cual los controles logísticos y mantenimiento se establecen bajo parámetros de ingresos y salidas de las ventas que se derivan del funcionamiento normal de una empresa, esto permite la comparación de dichos controles entre empresas sin que la diferencia de sus estructuras económicas afecte al valor del ratio.</p>	<p>La rentabilidad permite evaluar los ingresos de la empresa en relación a las inversiones proyectadas de la misma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de rentabilidad de la mina de cal 	<p>$(\text{Ingresos generados} - \text{inversión realizada} / \text{inversión realizada}) * 100$</p>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada.

2.1.1. Internacionales

En la Tesis de Diego Fernando Carrillo Constante y David Marcelo Naula Apugllón (2012), con el título "*Distribución de Planta en la Empresa Proalim en Base al Estudio de Métodos y Tiempos de Trabajo*" con motivo de optar por el título de Ingeniero Industrial de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo - Ecuador; llegando a conclusión que con la implementación de esta distribución se incrementa la producción, por consiguiente, los beneficios económicos se elevan en un 18,72% y la inversión necesaria se recupera en 10 días.

Tuarez Medranda, C. (2013) en su tesis titulada "*Diseño de un Sistema de Mejora Continua en una Embotelladora y Comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM*" para obtener el título de Ingeniero de Procesos del Instituto Politécnico de Guayaquil; cuyas conclusiones son las siguientes:

- Debido a que en la compañía se practica la técnica de las 5 eses y los buenos hábitos de manufactura (BHM), la asimilación y aplicación del pilar de mantenimiento autónomo no complicado como se esperaba ya que los operadores contaban con nociones de los beneficios de mantener todo ordenado, clasificado y limpio, lo que es un requisito fundamental para implementar este pilar.
- Se optimizo las tareas de mantenimiento preventivo gracias a que los operadores empezaron a realizar las tareas básicas de inspección en las máquinas entre estas actividades estaban la inspección de estado de tornillería, limpieza de sensores, lubricación básica. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que en el mes de enero estaba en un 57% llego a aumentar al mes de junio al 91 %

- En el análisis de resultados se puede visualizar que en el mes de Julio los indicadores tienen un desempeño menor, esto debido a que por otros trabajos de crecimiento de la planta se dio prioridad a las actividades en otras líneas de embotellado que necesitaban del departamento de mantenimiento industrial.

Sinaluisa Lozano Marco Vinicio (2013), en su tesis “Estudio de Factibilidad para la Creación de una Planta de Producción de Cal Viva e Hidratada en la Parroquia San Juan” para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Las conclusiones fueron las siguientes:

- En base al estudio de mercado realizado se pudo determinar que la cal viva e hidratada tiene múltiples usos y en la actualidad no existe oferta suficiente que abastezca la demanda.
- El estudio de mercado revela que el 72% de establecimientos, consume cal viva e hidratada, tomando en cuenta que nuestro mercado potencial o meta, son las provincias de Chimborazo y Guayas con un universo de 11790 establecimientos que requieren de este producto, se establece una muestra de 72 encuestas aplicadas, denotando una oferta de 59400 toneladas y una demanda de 285230 toneladas al año, concluyendo con una demanda insatisfecha de 225830 toneladas al año.

2.1.2. Nacional

Urday Peña, Diego Alonso Manuel en su tesis titulada “*Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una Capacidad de 50 Tn/H*”, para obtener el título de Ingeniero Mecánico de la Pontificia Universidad Católica del Perú; describe el diseño completo de una planta móvil de trituración de caliza, lo cual incluye el diseño del proceso óptimo de trituración, la selección de equipos adecuados para el trabajo, el diseño de la estructura portante de la planta móvil y el montaje de los equipos en la estructura. La planta móvil de trituración de caliza tendrá un flujo de producción de 50 Toneladas por hora y podrá ser transportada fácilmente y utilizada donde sea requerida. Se diseñó la estructura

principal según la norma AISC-ASD, se determinaron las cargas actuantes sobre la estructura portante de la planta móvil considerando cargas muertas, cargas vivas, cargas accidentales, cargas de impacto, cargas de sismo y cargas del viento.

Litano Mendoza Juan Alberto (2014) en su tesis "*Producción de Carbonato de Calcio a partir de los Residuos Sólidos del Procesamiento de la Concha de Abanico en la Provincia de Sechura*", para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo – Perú. El principal objetivo de esta investigación ha sido Diseñar la producción de carbonato de calcio a partir de los residuos sólidos del procesamiento de la concha de abanico en la provincia de Sechura.

Mónica Paola Zapata Degregori (2003), en su tesis "*Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del "Resultado Operativo"*", para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos. El objetivo principal de este trabajo fue: presentar el proceso de Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del Resultado Operativo, sistema de planeamiento y control de proyectos efectivo pues conjuga una gran variedad de aspectos tales como: avance físico, producción, rendimientos, resultado económico, resultado financiero, etc., que usan las empresas constructoras y que se está implantando actualmente en una empresa minera.

2.1.3. Local

Katia Isabel Rojas Terrones (2010) en su tesis "*Características Geológicas de la Formación Cajamarca con Fines Industriales Cumbemayo – Cajamarca*" para obtener el título de Ingeniero Geólogo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Afirma que las características geológicas de la Formación Cajamarca, son favorables; la roca caliza es compacta y se muestra inalterada, contiene 56.22 % de CaO, por lo que es considerada como materia prima en la explotación de calizas pertenecientes a esta formación. Además, mediante el análisis químico

y físico de las calizas de la Formación Cajamarca, se determina que son óptimas para el proceso productivo de óxido de calcio, presentando la cal resultante un contenido de 95% de CaO, con un índice de hidraulicidad de 3.7%, clasificándose como Cal Aérea. La explotación de las calizas para la posterior industrialización de cal es económicamente rentable, teniendo el yacimiento un volumen total aproximado de las calizas de 20300166.02 m³ del cual obtenemos 11412753.34 m³ para el uso industrial de cal.

Víctor Gabriel Castillo Rudas y Juan Carlos Chunque Cerquín (2016) en su tesis "*Evaluación de Calidad de las Calizas con Fines Industriales en la Concesión Minera Tres Pirámides, Distrito De Magdalena - Cajamarca*" para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, afirman que de acuerdo a la geología mapeada en la concesión minera no metálica Tres Pirámides, sólo se evidencian la formación geológica Cajamarca y Yumagual compuestas por calizas. las calizas de la formación Cajamarca son más óptimas para la generación de óxido de Calcio.

Donny Alexander Correa Rojas y Lennin Santillan Llovera (2016) en su tesis "*Factibilidad Económica de la Explotación de Roca Caliza para Producir Óxido de Calcio en la Concesión Minera No Metálica José Galvez, Bambamarca, Cajamarca*" para obtener el título profesional de Ingeniero de Minas en la Universidad Privada del Norte – Cajamarca. En el estudio de mercado se analizó la oferta de cal, la cual es amplia, ya que existen bastantes empresas en ofrecer este producto; esto se debe a la riqueza en caliza de la región Cajamarca.

2.2 Marco teórico

Planeación de la Producción y los Materiales

La planeación de la producción y la programación de las operaciones se centran en el volumen y tiempo de producción de los productos, la utilización de la capacidad de las operaciones, y el establecimiento de un equilibrio entre

los productos y la capacidad para asegurar la eficiencia competitiva de la organización.

Existen niveles jerárquicos de planeación que se enlazan de arriba hacia abajo para apoyarse entre sí, como se puede observar en la Figura N° 1. En primer lugar, está el plan agregado de producción, que con la ayuda de los pronósticos define la demanda agregada (una unidad común a una familia de productos) de un período de tiempo establecido, y la transforma en esquemas alternativos de cómo utilizar los recursos (humanos, materiales, máquinas, etc.) para suministrar la capacidad necesaria de producción que satisfaga dicha demanda agregada.

En el segundo nivel se encuentra el Programa Maestro de Producción (MPS), que permite establecer el volumen final de cada producto que se va a producir en el corto plazo, con el fin de cumplir el compromiso adquirido con los clientes y evitar sobreutilización o subutilización de las instalaciones de producción.

Jacobs, F., Aquilano, R., Nicholas, J. & Chase, R. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. Ciudad de México, México.

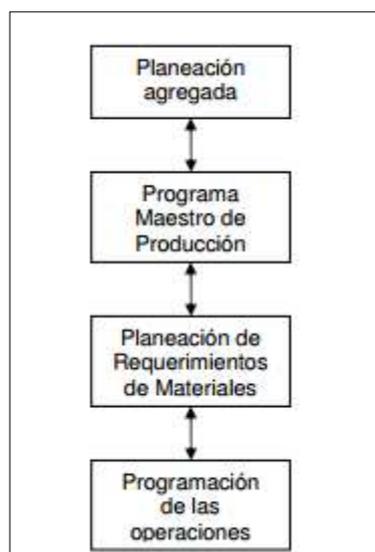


Figura 1. Niveles Jerárquicos de la Planeación de la Producción

En el último nivel se encuentra la planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) que busca determinar en qué momento deben solicitarse las materias primas y en qué cantidad, para cumplir con el MPS.

De igual manera se asimila la planeación de la capacidad, que tiene niveles jerárquicos paralelos a la planeación de la producción, y que se refiere a todas las decisiones estratégicas que debe tomar una compañía en lo referente al nivel de recursos. Esto es tan importante como la planeación de la producción, en la medida en que una inadecuada capacidad puede hacer perder clientes y limitar el crecimiento de la empresa. Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y de las operaciones*. New York: Graw Hill Interamericana Company

Por consiguiente, en la presente investigación, no se van a mencionar aquí específicamente todos los pasos, sino solo los empleados para el desarrollo de la propuesta de mejora en la Gestión de Producción.

Planeación de Requerimientos de Materiales

El objetivo de un sistema de inventarios es asegurar que el material estará disponible cuando se necesite, llegando algunas veces a mantener por esta razón niveles de inventario excesivos. Uno de los principales objetivos de la Planeación de Requerimientos de materiales (MRP) es mantener el nivel de inventario más bajo posible, determinando cuando los materiales de un producto son necesitados y programarlos para que estén en el tiempo justo.

El MRP requiere tres entradas:

- El Programa Maestro de Producción: que especifica cuales productos terminados va a producir la compañía, en qué cantidad se necesitan y para cuándo.
- La lista de materiales (Bill of material BOM): esta lista los ítems o materiales que componen el producto terminado y en qué cantidad.
- El archivo maestro de inventario: este incluye inventario a mano, cantidades en orden, tamaño de lotes, inventario de seguridad, lead time del material, entre otros. Hopp, W. & Spearman, M. (2008). *Factory Physics Foundations of Manufacturing Management*. New York: Graw Hill Interamericana Company.

Distribución de planta

- **Principios**

- Principio de la satisfacción y de la seguridad.

A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

- Principio de la integración de conjunto.

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

- Principio de la mínima distancia recorrida.

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

- Principio de la circulación o flujo de materiales.
En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.

- Principio del espacio cúbico.

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

- Principio de la flexibilidad.

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con

menos costo o inconvenientes. Render, B. & Heizer, J. (2009) *Principios de Administración de Operaciones*. Ciudad de México, México.

- **Objetivos de la Distribución de Planta**

Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenencias y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción.

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- **Unidad.** Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligadas exclusivamente a la distribución en planta.
 - **Circulación mínima.** El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
 - **Seguridad.** La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
 - **Flexibilidad.** Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción.
- Ribeiro, L. & Mateus, C. (2011). *Gestión de Inventarios*. Madrid, España.
- **Factores que influyen en la selección de la Distribución de Planta**

De lo citado hasta ahora puede deducirse fácilmente que, al realizar una buena distribución, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de los mismos puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera agregada, los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación.

Los materiales

Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto, son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja.

Por último, habrán de tenerse en cuenta la secuencia y orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención, como ya se ha apuntado, a la variedad y cantidad de los ítems a producir.

La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar.

El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuáles de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a ésta y cuáles a la mejora del método de trabajo ligada a la misma (incluso hay veces en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados).

En lo que se refiere a la maquinaria, se habrá de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos y utillaje. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

La mano de obra

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar. De nuevo surge aquí la estrecha relación del tema que nos ocupa con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.

El movimiento

En relación con este factor, hay que tener presente que las mantenciones no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

Las esperas

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar

cuando dicha circulación se detiene. Ahora bien, el material en espera no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera.

Los servicios auxiliares

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que toman parte en la distribución estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

El edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) se

presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción.

Los cambios

Como ya comentamos anteriormente, uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es, por tanto, ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que hemos enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello, habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas.

La flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.

Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que, durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo.

Se ha expuesto hasta aquí un resumen de las principales consideraciones a tener en cuenta respecto de los factores que entran en juego en un estudio de distribución en planta. Son notorias las conexiones que existen entre materiales, almacenamiento, movimiento y esperas, servicios y material, mano de obra maquinaria y edificio, existiendo otros muchos ejemplos que muestran que, en muchas ocasiones, deberán tenerse presentes a la vez más de uno de los estudiados. Lo importante es que no se obvie ninguno, dándole a cada uno su importancia relativa dentro del conjunto y buscando que en la solución final se consigan las máximas ventajas del conjunto.

Ribeiro, L. & Mateus, C. (2011). *Gestión de Inventarios*. Madrid, España.

- **Tipos de Distribución de Planta**

Es evidente que la forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución en planta. No es extraño, pues, que sea dicho criterio el que tradicionalmente se sigue para la clasificación de las distintas distribuciones en planta, siendo éste el que adoptaremos en la presente obra. De acuerdo con ello, y en función de las configuraciones estudiadas anteriormente suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta: las orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas, las orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes, y las distribuciones por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto.

- **Distribución en planta por producto**

Características de la distribución en planta por producto

La distribución en planta por producto es la adoptada cuando la producción está organizada, bien de forma continua, bien repetitiva, siendo el caso más característico el de las cadenas de montaje. En el primer caso (por ejemplo: refinerías, celulosas, centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo caso, el de las configuraciones repetitivas (por ejemplo: electrodomésticos, vehículos de tracción mecánica, cadenas de lavado de vehículos, etc.), el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por el equilibrado de la línea, con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado.

Si consideramos en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución es una operación relativamente sencilla, en cuanto que se circunscribirá a colocar una máquina tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea, en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sufre las operaciones necesarias. El flujo de trabajo en este tipo de distribución puede adoptar

diversas formas, dependiendo de cuál se adapte mejor a cada situación concreta.

Las ventajas más importantes que se pueden citar de la distribución en planta por producto son:

- Manejo de materiales reducido
- Escasa existencia de trabajos en curso
- Mínimos tiempos de fabricación
- Simplificación de los sistemas de planificación y control de la producción
- Simplificación de tareas

En cuanto a inconvenientes, se pueden citar:

- Ausencia de flexibilidad en el proceso (un simple cambio en el producto puede requerir cambios importantes en las instalaciones)
- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación
- Inversión muy elevada
- Todos dependen de todos (la parada de alguna máquina o la falta de personal de en alguna de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa)
- Trabajos muy monótonos.

- **Distribución en Planta por proceso**

La distribución en planta por proceso se adopta cuando la producción se organiza por lotes (por ejemplo: muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.). El personal y los equipos que realizan una misma función general se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o por talleres. En ellas, los distintos ítems tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres. A esta dificultad hay que añadir la generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones (incluso de una semana a otra) tanto en las cantidades fabricadas como en los propios

productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de unas áreas de trabajo a otras.

Tradicionalmente, estas características han traído como consecuencia uno de los grandes inconvenientes de estas distribuciones, el cual es la baja eficiencia de las operaciones y del transporte de los materiales, al menos en términos relativos respecto de las distribuciones en planta por producto. Sin embargo, el desarrollo tecnológico está facilitando vencer dicha desventaja, permitiendo a las empresas mantener una variedad de productos con una eficiencia adecuada. Las principales ventajas e inconvenientes fueron introducidas en clase

- **Análisis de la distribución por proceso**

La decisión clave a tomar en este caso será la disposición relativa de los diversos talleres. Para adoptar dicha decisión se seguirá fundamentalmente la satisfacción de criterios tales como disminuir las distancias a recorrer y el coste del manejo de materiales (o, en el caso de los servicios, disminuir los recorridos de los clientes), procurando así aumentar la eficiencia de las operaciones. Así, la superficie y forma de la planta del edificio, la seguridad e higiene en el trabajo, los límites de carga, la localización fija de determinados elementos, etc., limitarán y probablemente modificarán las soluciones obtenidas en una primera aproximación. Si existiese un flujo de materiales claramente dominante sobre el resto la distribución de los talleres podría asemejarse a la disposición de los equipos en una línea de producción. Sin embargo, esto no es lo habitual, teniendo que recurrir a algún criterio que determine dicha ordenación. El factor que con mayor frecuencia se analiza, aunque raramente será el único por las razones ya expuestas, es el coste de la manipulación y transporte de materiales entre los distintos centros de trabajo. Lógicamente, éste dependerá del movimiento de materiales, pero también de la necesidad que tenga el personal de realizar esos recorridos por motivos de Supervisión, inspección, trabajo directo o simple comunicación. Dado que para un producto determinado los costes mencionados aumentan con las distancias a recorrer, la distribución relativa de los departamentos influirá en dicho coste.

En algunas ocasiones no es posible obtener de forma fiable la información cuantitativa referida al tráfico de materiales entre departamentos o, simplemente, no es éste el factor más importante a considerar, siendo los factores cualitativos los que cuentan con verdadera relevancia a la hora de tomar la decisión. El proceso de análisis se compone, en general, de tres fases: recogida de información, desarrollo de un plan de bloque y diseño detallado de la distribución.

Kárdex:

El Kárdex es un sistema de registro y control de almacén tradicional. En la actualidad existe una serie de sistemas computacionales que cumplen esa misma función. En realidad, el kárdex es un “mueble” que permite el acomodo y clasificación de las tarjetas de almacén, que son donde verdaderamente se registra y controla la mercancía. El sistema de inventario permanente, o también llamado perpetuo, permite un control constante de los inventarios, al llevar el registro de cada unidad que ingresa y sale del inventario. Este control se lleva mediante tarjetas denominadas Kárdex, en donde se lleva el registro de cada unidad, su valor de compra, la fecha de adquisición, el valor de la salida de cada unidad y la fecha en que se retira del inventario. De esta forma, en todo momento se puede conocer el saldo exacto de los inventarios y el valor del costo de venta, el control permanente de los sistemas en base a los inventarios existentes. Para conocer un ejemplo de Kárdex ver Figura 2.

TARJETA DE ALMACÉN				CLAVE		FOLIO	
ARTÍCULO					UNIDAD		
TEMPORADA			MÁXIMO		MÍNIMO		
						COSTO	COSTO
	FECHA	REFERENCIA	ENTRADA	SALIDA	SALDO	UNITARIO	TOTAL
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Figura 5.1. Tarjeta de control de almacén

Figura 2. Ejemplo de Kárdex

Fuente: Cuevas, F. (2010). "Control de Costos y Gastos en Los Restaurantes". Barcelona, España.

Elaboración Propia

Codificación:

El objetivo de establecer una codificación de materiales, obedece a sustituir descripciones que en su mayoría son bastante largas, por un código que es más funcional al formulario generalmente usado. Dicha codificación estará en disponibilidad de ser registrada en un sistema mecanizado de control de existencias.

Criterio a usar:

Primer paso: Se procede a clasificar las existencias de materiales, reuniendo los artículos de acuerdo con su uso:

Ejemplo: Combustibles y lubricantes, artículos de cañería, etc.

A esta clasificación de artículos de uso general "clase" le asignaremos dos dígitos. Ver figura 3.

La clasificación de clases acordes a las necesidades de nuestra institución son las siguientes:	
1) Pinturas y barnices	05
2) Materiales eléctricos	10
3) Combustibles y lubricantes	15
4) Artículos de cañería	20
5) Rep. De maquinaria y equipo	25

Figura 3. *Ejemplo de clasificación de clases*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

Segundo paso: Designaremos tres dígitos para la clasificación de las “sub-clases”, numeradas de 000 a 999, según sea la cantidad de sub-grupos que se puedan formar. Ver Figura 4.

<u>Clase 40</u>	Artículos de carpintería
Subclase	Artículo
005	Agarradores
010	Armadera
015	Aldabas
020	Bisagras
025	Bombas cierra puertas

Figura 4. *Ejemplo de Sub-Clases*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

Tercer paso: A su vez cada sub-clase se divide en artículos a los que asignaremos cuatro dígitos, cuya numeración comprende de 0000 a 9999. Los artículos son los que dan la especificación total de la sub-clase. Ver Figura 5.

Formulario N° 1				
CENTRO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA				
<u>CODIFICACIÓN DE EXISTENCIAS</u>				
Clase No:	40	Artículos de Carpintería		
Sub Clase:	015	Aldabas		
NOMBRE Y DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	Unidad	CÓDIGO		
		Clase	Subclase	Artículo
Aldabas para candado 2"	c/u	40	15	0002
Aldabas para candado 3"	c/u	40	15	0005
Aldabas para candado 4"	c/u	40	15	0007
Aldabas para candado 1/2"	c/u	40	15	0012

Figura 5. *Ejemplo de codificación*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

Notas de entrada y salida:

- **Registro y Control de existencias**

Consiste en el conjunto de registros y reportes en los que se consignan datos sobre los movimientos de bienes del almacén, y las cantidades disponibles para satisfacer los requerimientos de los usuarios.

El producto es tangible, algo que se puede contar o contabilizar económicamente y es sujeto a un inventario físico. Es por eso que el concepto de salida del Almacén es muy importante registrarla, así como la Entrada de Material al almacén.

El registro de los materiales se sujeta a diversos trámites necesarios para un control adecuado.

- **Solicitud de compra**

El almacenista formula la Solicitud de Compra al departamento respectivo, con la autorización del Superintendente de Producción,

indicando los materiales que se necesiten en cantidad, calidad y plazo de recepción. Ver Figura 6.

La Solicitud de Compra deberá hacerse al menos en tres tantos:

- El original para el Departamento de Compras
- El duplicado para el Departamento de Contabilidad
- El triplicado para el propio Almacenista

COMPANIA "X", S.A.				
SOLICITUD DE COMPRA				
Perú, a _____ de _____ de 20_____.				
El Departamento de Compras solicita comprar lo siguiente				
DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES
Formuló:				
_____	_____	_____	_____	_____
Almacenista	Superintendente		Depto. De Compras	

Figura 6. *Ejemplo de Solicitud de Compra*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

● **Pedido u Orden de Compra**

Al recibir el Departamento de Compras la Solicitud, procederá a formular el Pedido, prestando mayor atención a las solicitudes que vengan con carácter urgente.

El Pedido se hará al Proveedor que mejores precios y condiciones otorgue, considerando la puntualidad de entrega. Ver Figura 7.

El Pedido se puede formular en los siguientes tantos:

- Original al Proveedor
- Duplicado al Almacenista

- Triplicado para Contabilidad
- Cuadruplicado para el propio Departamento de Compras
- Quintuplicado al Departamento de Control de Calidad

COMPANIA "X", S.A.					
PEDIDO PROVEEDOR _____ FECHA _____ DOMICILIO _____ No. NOTA ENTRADA _____ Favor de surtir lo siguiente en un plazo de _____					
ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES
NOTA: 1. Indicamos que en el caso de no surtir nuestra solicitud en el plazo estipulado, sírvase comunicarlo al teléfono: _____ 2. Al entregar la mercancía a nuestro almacén, acompañar de cuando menos original _____ y copias de su remisión con precios y valores. 3. El pago de este pedido se hará contra la factura original de su remisión en los días _____ de cada semana de las _____ a las _____ hrs. Anexar a la factura, la remisión firmada, recibida por el almacenista.					
_____ PROVEEDOR			_____ DPTO. DE COMPRAS		

Figura 7. Ejemplo de Orden de compra

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “Organización de Almacenes y Control de Inventarios”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

▪ **Recepción**

Esta función corresponde al almacenista, quien deberá cerciorarse de que los materiales que recibe del Proveedor estén de acuerdo con lo solicitado, según el procedimiento siguiente:

- ✓ Confrontando las notas de remisión del Proveedor con la copia del Pedido y la Solicitud de compra
- ✓ Deberá revisar físicamente los materiales que se reciben corresponden a lo especificado en el Pedido

✓ De encontrarse a satisfacción la remesa del Proveedor, el almacenista pondrá un sello con los siguientes datos:

- Fecha de recepción
- Fecha de entrada
- Calidad
- Observaciones
- Firma del Almacenista

▪ **Guarda**

Una vez recibida la mercancía, el Almacenista deberá proceder a su guarda, de acuerdo con el tipo y naturaleza, en anaqueles o armarios, o estibándola para su fácil manejo y recuento. Ver Figura 8 y 9.

COMPANIA "X", S.A. TARJETAS A BASE DE UNIDADES (PARA EL ALMACEN)					
Artículo _____			Referencia _____		
Especificación _____			Clase _____		
FECHA	No REMISION	MOVIMIENTOS DE UNIDADES			OBSERVACIONES
		ENTRADAS	SALIDAS	EXISTENCIA	

Figura 8. *Ejemplo de Guarda*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

<p style="text-align: center;">COMPañA "X", S.A. TARJETAS A BASE DE UNIDADES Y VALORES (Para el Departamento de Contabilidad)</p>										
Artículo _____			Referencia _____							
Especificación _____			Clase _____							
			Unidad _____							
FECHA	PÓLIZA	No. REMI DE VALE	MOVIMIENTOS DE UNIDADES			PRECIO		VALORES		
			ENTRADAS	SALIDAS	EXISTENCIA	ENT	PROM	DEBE	HABER	SALDO

Figura 9. *Ejemplo de Guarda*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “*Organización de Almacenes y Control de Inventarios*”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

▪ **Devoluciones a los proveedores**

Operan en diferente forma, según la época en que se hizo la devolución:

- ❖ **Inmediatas.** Cuando al estarse recibiendo los Materiales, el Almacenista o el Departamento de Control de Calidad, rechazan los que no reúnen las condiciones requeridas, en este caso el Almacenista hará la anotación en el original y copia de la Remisión del Proveedor, haciendo que firme el representante de este, de recibido por la devolución, en las propias remisiones.
- ❖ **Posteriores.** Cuando después de haber considerado como buena entrada de los Materiales, por diversas circunstancias y previa comunicación al Proveedor, se acuerde la devolución de ellos, es conveniente formular una nota de devolución en cuatro tantos:

- Original al proveedor

- Duplicado para el Departamento de compras
- Triplicado para el Departamento de contabilidad
- Cuadruplicado para el propio Almacén

Al hacerse la devolución, firmara, a la hora de entrega, de recibido, el representante del Proveedor y de entregado, el Almacenista. Ver Figura 10.

COMPañIA "X", S.A.		
NOTA DE DEVOLUCION DE MATERIALES	No. _____	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Proveedor _____ Fecha _____ Dirección _____ </div>		
Nuestra Orden de Compra No. _____	Remisión de Uds. No. _____	
Los siguientes materiales son devueltos a ustedes por las siguientes Razones: _____ _____ _____		
CLASE DE MATERIAL	CANTIDAD	
Vp. Bo.		
_____	_____	_____
Almacenista	Control de Calidad	Superintendente

Figura 10. *Ejemplo de Nota de Devolución*

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “Organización de Almacenes y Control de Inventarios”. Buenos Aires, Argentina.
 Elaboración Propia

- **Entrada de materiales al almacén**

El almacenista formulara diariamente un Resumen de Entradas al Almacén de Materiales anexándole las Notas de Entrada al Almacén con los siguientes datos:

- Original al Departamento de contabilidad, anexándole las remisiones (copias) de los proveedores.
- Duplicado al Departamento de Compras para su conocimiento
- Triplicado, quedará en poder del Almacenista, con el cual dará movimiento al auxiliar respectivo. Ver Figuras 11 y 12.

COMPañÍA "X", S.A.							
NOTA DE ENTRADA AL ALMACÉN						No. _____	
PROVEEDOR _____				FECHA _____			
Nuestro Pedido numero. _____		del _____		de _____		20 _____	
Su Remisión No. _____		del _____		de _____		20 _____	
MATERIAL		UNIDAD	CANTIDAD			COSTO	IMPORTE
CLAVE	DESCRIPCIÓN		BRUTO	TARIFA	NETO	UNITARIO	

RECIBIDO POR: _____	CONTESTADO POR: _____	OPERADO POR: _____
ALMACENISTA	DPTO DE COSTOS	DPTO DE CONTABILIDAD

Figura 11. Ejemplo de Nota de Entrada

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada "Organización de Almacenes y Control de Inventarios". Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

COMPañÍA "X", S.A.
RESUMEN DE ENTRADAS AL ALMACEN DE MATERIALES

No. _____

No. Fac o Re	No. Ent	PROVEEDOR	UNIDAD	CANTIDAD	CTO. UNIT	CTO. TOTAL	CRÉDITO	CONTADO	APLI ALMACÉN

FIRMA DEL ALMACENISTA

Figura 12. Ejemplo de Resumen de Entradas

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada "Organización de Almacenes y Control de Inventarios". Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

▪ **Suministro o salida de los materiales**

Se efectúa contra vales o requisiciones formulados por el jefe del departamento respectivo, y autorizados por el Superintendente o Jefe de Producción.

La Requisición por lo menos se formulará por triplicado, para los usos siguientes:

- Original para el Departamento de Contabilidad
- Duplicado para el Jefe de Producción o jefe del Departamento solicitante
- Triplicado para el propio Almacén

El original del Vale llega al Departamento de contabilidad sin los datos relativos a valores, ya en este Departamento se realiza la valuación, de acuerdo con la técnica que se tenga establecida. Ver Figura 13.

COMPANÍA "X", S.A.						
VALE DE SALIDA DEL ALMACEN DE MATERIALES O REQUISICIÓN						
No _____						
FECHA: _____						
Sírvase suministrar los siguientes materiales:						
ARTICULO	UNID	CANT	PRECIO	IMPORTE	ORDEN	OBSERVACIONES

Autoriza el superintendente

Solicitado por el Jefe del Departamento

Figura 13. Ejemplo de Nota de Salida

Fuente: Turrialba, Fernando (1980) tesis titulada “Organización de Almacenes y Control de Inventarios”. Buenos Aires, Argentina.

Elaboración Propia

Rentabilidad

La rentabilidad es cualquier acción económica en la que se movilizan una serie de medios, materiales, recursos humanos y recursos financieros con el objetivo de obtener una serie de resultados. Es decir, la rentabilidad es el rendimiento que producen una serie de capitales en un determinado periodo de tiempo. Es una forma de comparar los medios que se han utilizado para una determinada acción, y la renta que se ha generado fruto de esa acción.

Indicador 1: (Ingresos generados – inversión realizada/ inversión realizada) *100

2.3 Marco conceptual

- **Capacidad de Planta:** Permite abarcar la mayor cantidad de demanda, optimizando las utilidades y a largo plazo contemplar la posibilidad de crecer o expandirse para poder aumentar su mercado y brindar un mejor servicio de calidad y satisfacción de necesidades a la mayor parte de la población consumidora del producto.
- **Control de Inventarios:** Serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos. Un sistema de inventario provee las políticas operativas para mantener y controlar los bienes que se van almacenar.
- **Costos Operacionales:** Es una medida, referida a un determinado periodo de tiempo, en el cual los gastos operacionales son aquellos gastos que se derivan del funcionamiento normal de una empresa, esto permite la comparación de dichos gastos entre empresas sin que la diferencia de sus estructuras económicas afecte al valor del ratio.
- **La gestión de la Producción:** Es el conjunto de etapas de transformar una materia en producto terminado. Un proceso productivo se identifica con una línea o red de producción formada o un número dado de estaciones de trabajo y un tiempo predeterminado en cada una de ellas.
- **MRP:** Es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: ¿QUÉ?, ¿CUÁNTO?, ¿CUÁNDO?
- **Rentabilidad:** Relación entre el beneficio económico con los recursos necesarios para obtener una ganancia.
- **TIR:** la tasa de interés máxima a la que puede comprometer préstamos, sin que incurra en futuros fracasos financieros. Para lograr esto se busca aquella tasa que aplicada al Flujo neto de caja hace que el VAN sea igual a cero.
- **VAN:** Se define como la sumatoria de los flujos netos anuales actualizados menos la Inversión inicial. Este indicador de evaluación representa el valor

del dinero actual que va reportará el proyecto en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa.

3.1.1 Resurrección E.I.R.L.

La historia de la mina de cal RESURRECCIÓN E.I.R.L., se encuentra ubicada en el Km 8.5 de la carretera Bambamarca, caserío de frutillo, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc y departamento de Cajamarca.

La empresa cuenta de unidades operativas, las cuales son de Cochapampa (Unidad 1) cuenta con una extensión de 5,098.00 m² y del predio Sayapata (Unidad 2) y La Falda (Unidad 3) cuenta con una extensión con una extensión de 28,856 m², donde se ubica las 03 zonas de producción; según consta en títulos de propiedad registrados. Además, se tiene que la distancia aproximada entre la Unidad 1 Cochapampa y la Unidad 3 La Falda es de 20 m; así mismo la distancia aproximada de las Unidad 1 Cochapampa y Unidad 3 La Falda con la Unidad 2 Sayapata es de 100 m.

3.1.2 Datos

- RUC: 20496034873
- Razón Social: RESURRECCIÓN E.I.R.L
- Tipo Empresa: Empresario Individual Responsabilidad Ilimitado
- Condición: Activo
- Fecha Inicio Actividades: 08 / marzo / 2008
- Actividad Comercial: Producción de cal.
- CIIU: 2394 (Fabricación de cemento, cal y yeso)

3.1.3 Misión y visión

3.1.3.1 Misión

“Satisfacer a nuestros clientes con nuestros productos de alta calidad y disfrute creando valor para nuestros accionistas y colaboradores, con responsabilidad social”

3.1.3.2 Visión

“Ser una empresa líder en nuestra región, con proyección al mundo, con crecimiento sostenido rentable a través de la innovación y orientación al mercado, comprometidos con nuestros colaboradores y la comunidad”

3.1.4 Principales clientes

La mina de cal Resurrección E.I.R.L. produce óxido de cal o cal procesada, en dos presentaciones: fina y granulada; sus principales clientes son en el mercado local como nacional, como las pequeñas mineras de la región y a nivel nacional, así como pequeños comerciantes que empleen este proceso para su venta.

3.1.5 Proveedores

A continuación, en la tabla 2, se muestra el diagrama Pepsu de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., con la finalidad de detallar los proveedores, insumos, los clientes que forman parte del proceso de producción de óxido de cal (fina y granulada).

Tabla 2

Diagrama PEPSU de Resurrección E.I.R.L.

Proveedores	Entrada	Proceso	Salidas	Usuarios
<p>Concesión Minera Los Chancas I.</p> <p>Empresa Proveedores de Carbón</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Piedra caliza • Carbón 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción de materia prima. • Fragmentación. • Alimentación de hornos. • Clasificación y Selección • Enfriamiento • Calcinación • Molienda • Almacenamiento • Carguío • Despacho • Pesaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Cal granulada • Cal fina 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado Nacional

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Competidores

- Cementos Pacasmayo S.A.A.
- Yura S.A.
- Molinos Calcáreos S.A.C.
- Cia Minera Nueva Esperanza S.A.C.
- Cal & Cemento Sur S.A.

3.1.7 Maquinarias y equipos

La Planta Industrial de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.; produce cal fina y/o granulada.

Dado que la planta industrial cuenta con 03 unidades operativas, se detalla lo siguiente:

Unidad 1: Cochapampa

Maquinas	Especificaciones	Cantidad	Fuente de Energía
Horno	8 Tn y 12 Tn	5	Carbón
Molino	3Tn y 2.5Tn	3	Electrica
Chancadora	2 Tn y 2.5 Tn	2	Electrica
Volquete JBC	capacidad 8 Tn	1	Gasolina
Volquete Fuso	capacidad 10 Tn	1	Gasolina
Volqueton FH-480	capacidad 30 Tn	1	Gasolina
Camioneta	4x4 Toyota HILUX y 4x4 Mahindra	2	Gasolina
Grupo electrógeno	60 KW.	1	Petróleo

Unidad 2: Sayapata

Maquinas	Especificaciones	Cantidad	Fuente de Energía
Horno	25 Tn, 8 Tn y 6 Tn	4	Carbón
Molino y Chancadora	3Tn	1	Electrica

Unidad 3: Falda

Maquinas	Especificaciones	Cantidad	Fuente de Energía
Horno	15 Tn	1	Carbón
Molino y Chancadora	3Tn	1	Petróleo

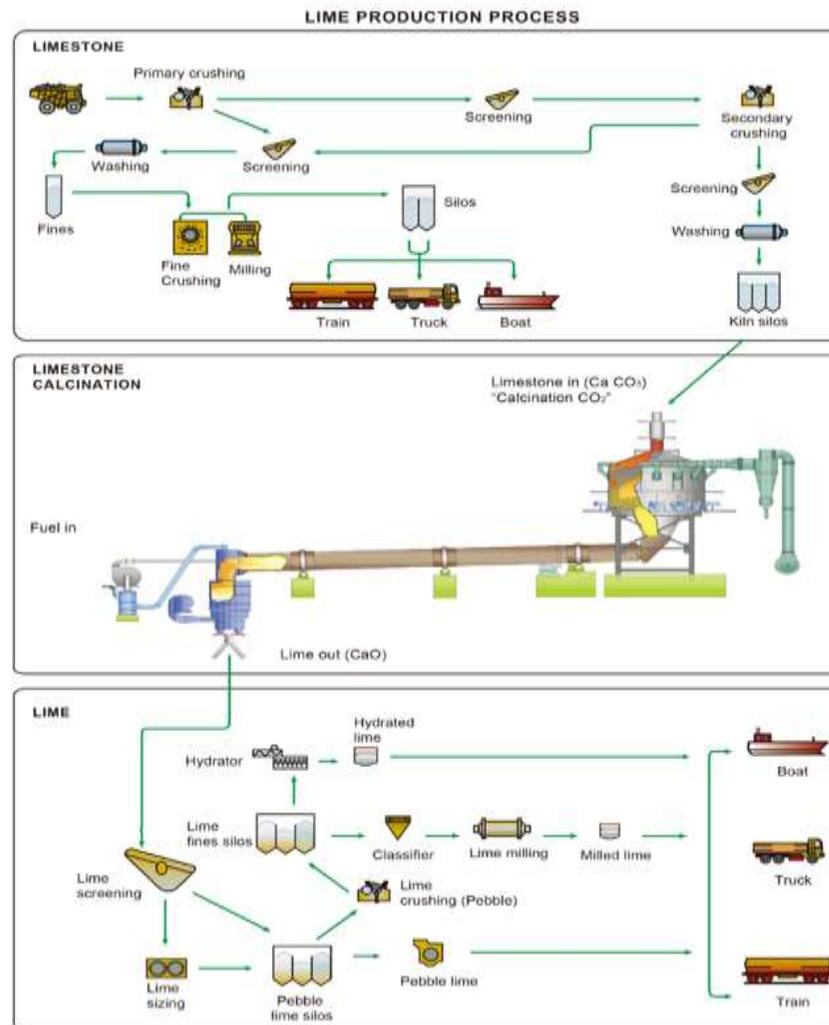
Maquinas	Especificaciones	Cantidad	Fuente de Energía
Balanza Electrónica	Capacidad máxima 80 Tn	1	Eléctrica

3.1.8 Principales productos

Se detalla la lista:

- Cal granulada.
- Cal fina.

3.1.9 Diagrama de Análisis del Proceso (DAP) - Actual



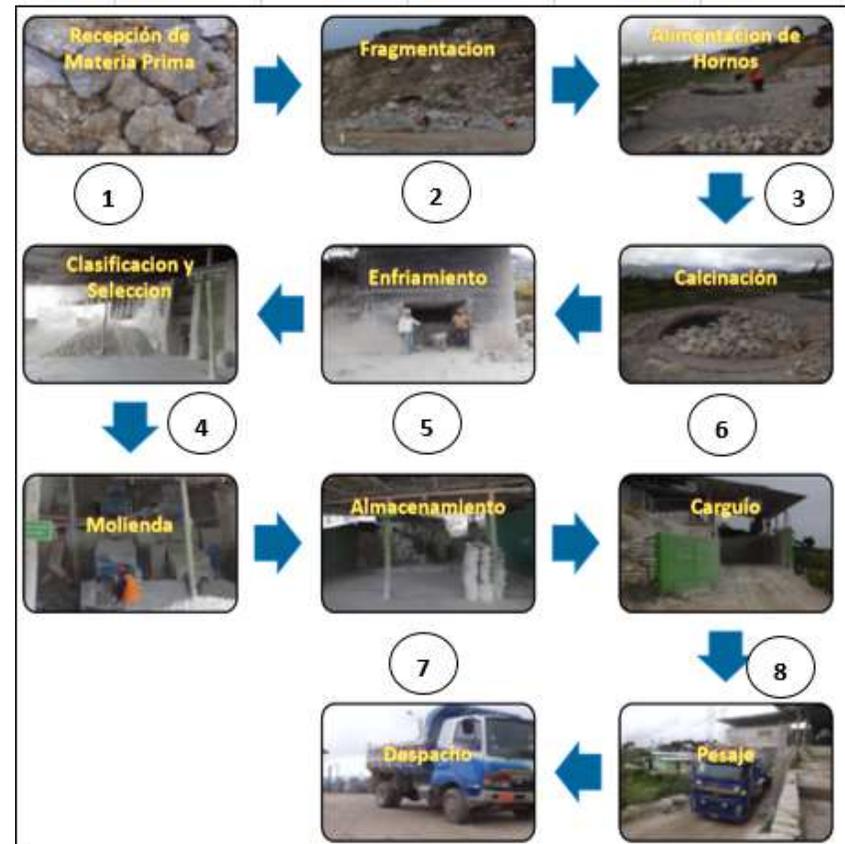
Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Diagrama de Recorrido



Fuente: Elaboración propia

3.1.11 Diagrama de Cadena de Valor Actual



Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Proceso productivo

A fin de determinar de manera más precisa las características propias de la Planta, se procedió a diferenciar sus actividades operativas en función al proceso productivo:

- **Explotación de Concesión Minera:** Cabe mencionar que cuentan con un Título de Concesión Minera No Metálica de la Concesión Minera los Chancas I ubicada dentro de las Unidades 2 y 3, propiedad de la empresa. Se desmonta el área a trabajar (se retira el top soil) y se lleva a cabo la extracción de la roca caliza desde yacimiento mediante un proceso mecánico, las canteras cuentan en su formación con capas de 2.5 m hasta 5 m. El método de exploración es el método convencional de arranque directo, dado que las operaciones unitarias de extracción de roca caliza se ejecutan mediante perforación, voladura, desatado, chancado y transporte hacia la zona de recepción de materia prima. La maquinaria que se utiliza son combas manuales, barretillas y mallas de 21 taladros de piezas fulminantes (dinamita); de acuerdo a su guía de minado del año 2016 emitido por la Municipalidad de Cajamarca, empleando un total de 5 a 10 trabajadores durante un turno completo. La empresa adjunta documentos sustentatorios.
- **Recepción materia prima:** Esta etapa da inicio al proceso de transformación de óxido de calcio; donde se recepciona la materia prima que viene a ser la Piedra Caliza y el Carbón Antracita. La Piedra caliza es la materia prima principal para el proceso, las unidades vehiculares que transportan este material ingresan a las unidades productivas por las vías habilitadas; lo mismo sucede con el traslado del carbón antracita, que es recepcionado en la zona de almacenamiento en cada unidad productiva, esta ubicación es estratégica pues debe estar cerca de los hornos, para su fácil transporte y uso.
- **Fragmentación:** Teniendo en cuenta que las rocas recepcionadas son irregulares se procede a realizar una fragmentación primaria, hasta un tamaño de 6 a 15 pulgadas para poder alimentar posteriormente a los hornos de calcinación. Este proceso se realiza de manera manual utilizando para ello combas, posterior a esta actividad se procede a cargar las carretas con la

materia prima para luego ser cargado al horno. Cuando las piedras vienen homogéneas de la cantera la descarga se hace directa al horno.

- **Fragmentación secundaria de roca caliza:** La fragmentación de la roca se realiza manualmente haciendo uso de pequeños combos, la roca debe cumplir con el tamaño adecuado es decir no menos de 2 pulgadas de diámetro ni mayor a 4 pulgadas de diámetro y de esta manera el proceso de calcinación será completo por lo contrario el resultado final será roca caliza semicalcinada dura. La roca siempre debe ser homogénea.
 - **Fragmentación de carbón antracita:** Como en todo proceso de calcinación es indispensable el combustible, en este caso se utiliza carbón antracita con un alto poder calorífico para realizar el proceso, el carbón es un insumo que se obtiene de la compra de un tercero, se almacena en la zona de acopio y luego se realiza una fragmentación manual de acuerdo al volumen que se requiere por día.
- **Alimentación de hornos:** Para la alimentación de hornos se debe considerar parámetros de control de calidad como el tamaño de fragmentación de roca caliza, la limpieza de la roca, el espesor de la capa de roca y la capa de carbón, el poder calorífico del carbón, debido a que es aquí donde la roca caliza se transforma en óxido de calcio (cal) y todo depende de los materiales, insumos y la forma de desarrollar el proceso para obtener un producto de calidad. La alimentación de hornos se realiza en capas alternadas; una de roca y una de carbón el espesor de la capa de roca es aproximadamente 30 cm y el espesor de la capa de carbón es de 10 cm (se alimenta en proporción con el carbón antracita, se recarga con 12 y 17 carretillas de piedra caliza por 3 y 4.5 carretillas de carbón antracita). Este proceso se repite en cada unidad operativa.
- **Calcinación:** Es el proceso que pasa la roca caliza para convertirse en óxido de calcio (cal) se realiza en hornos de adobe, ladrillo y concreto, la temperatura mínima para que se desarrolle el proceso es 950°C. Para el encendido inicial se coloca una capa de leña en la parrilla del horno de la parte inferior luego se enciende y se inicia el proceso de calcinación que dura de 3 a 4 días, es

constante luego de haber iniciado el fuego la temperatura se mantiene mientras se recarga secuencialmente el horno, el proceso se desarrolla en forma ascendente debido a que cuando se enciende un horno se inicia el fuego en la parte inferior. Para cada unidad se repite el proceso con la unidad diferencia de la cantidad de hornos por unidad.

- **Enfriamiento:** Después de la calcinación se obtiene el producto final se realiza el desquinche de hornos con el uso de defensas para luego dejar el producto enfriar, donde se libera gases por el calor de la etapa de calcinación; el cual es mínimo dado que el producto obtenido es cal compactada sin disgregarse y sin generar material particulado; y de esta manera el personal se expone al producto para realizar el siguiente proceso.
- **Clasificación y Selección:** Se realiza en forma manual en tres fases la primera se retira alguna roca dura que haya pasado sin terminar su proceso completo de calcinación, seguidamente se clasifica la cal gruesa a un costado y a fina a otro haciendo pasar por un tamiz de 1.5x1 m de dimensiones, finalmente se escoge los residuos de carbón pequeños presentes en la cal fina, liberando por completo las impurezas del producto para finalmente la cal gruesa acarrear al volquete para llevar a los molinos.
- **Molienda:** La molienda solo se desarrolla de acuerdo al pedido del cliente; para ello se realiza el carguío y acarreo de cal a zona de molienda, se almacena en una ranfla de capacidad máxima de almacenamiento de 70 Tn que abastece al molino de capacidad de producción 3 Tn / hora. Actualmente se cuenta con 5 molinos de martillos con eje fijo, en las diferentes zonas de operaciones, de los cuales 3 son de 3Tn/ horas y 2 son de 2.5 Tn/hora. Toda la maquinaria se mueve con energía eléctrica por el proyecto de energía trifásica ya ejecutado por la empresa Resurrección E.I.R.L. Cabe precisar que las máquinas de molino también desarrollan el proceso de chancado para ello solo se cambia el sistema de drenaje.
- **Almacenamiento:** El producto final es de acuerdo al pedido del cliente puede ser cal granulada o cal fina, si es cal granulada, entonces después de la selección de cal pasa al chancado con la verificación de que cumpla con los

estándares de calidad luego se procede almacenar para su transporte a su destino final dispuesto por el cliente. De lo contrario, si el cliente solicita cal fina pasará por el proceso de molienda y luego se verificará los estándares de calidad y se almacenará en sacos de 35 kg en la zona de acopio para su carguío a las unidades de transporte que trasladarán al destino final ordenado por el cliente. Las condiciones de almacenamiento no se genera material particulado al ambiente dado que la cal obtenida es compactada y el área se encuentra totalmente techada, según las características físicas y químicas de la cal para evitar la pérdida de ley del producto.

- **Carguío:** La cal granulada se transporta en volquete porque facilita el carguío y la descarga correspondiente. Para ello cada unidad se ubica en la zona de carguío para facilitar el llenado de los volquetes.
- **Pesaje:** Para este proceso se pesa previamente la unidad para obtener la TARA; cargada la unidad en los puntos de carguío correspondiente se vuelve a pesar y sacar el peso BRUTO constando esto en un ticket electrónico para que posteriormente las unidades se dirijan con el óxido de calcio a las instalaciones del cliente.
- **Despacho:** El producto final ya pesado es transportado a su destino correspondiente. La vía por donde salen los productos no se encuentra asfaltado por lo que podría generarse dispersión de partículas. El destino final de la cal es principalmente la minería. Los impactos generados son principalmente los gases de combustión por la maquinaria que realiza el transporte. Cabe indicar que en las 03 unidades operativas de la Planta Industrial se generan mermas o cal apagada (Unidad 1: 250 kg/mes, Unidad 2: 200 Kg/mes, Unidad 3: 50 kg/mes), que se emplea como muros de contención y no generan algún problema al ambiente de acuerdo a sus características no peligrosas y son almacenadas en sacos de polipropileno.

3.1.11 Organigrama de la empresa



Figura 14. Organigrama general de la empresa

Fuente: Elaboración propia

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.

El presente trabajo se llevó a cabo en el área de Producción de cal fina y granulada de la empresa Resurrección E.I.R.L., el cual tiene como objetivo la producción de óxido de ca para su posterior distribución al mercado nacional como internacional.

El área actualmente cuenta con un total de 45 empleados en la producción de cal y 10 empleados en funciones administrativas.

A continuación, se muestra en la Figura N° 11, una fotografía tomadas en el área de Producción de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L. en donde se realizó el presente trabajo.



Figura 14. Área de estudio

Fuente: RESURRECCIÓN E.I.R.L.

3.3 Identificación de problemas e indicadores actuales

3.3.1. Diagrama de Ishikawa

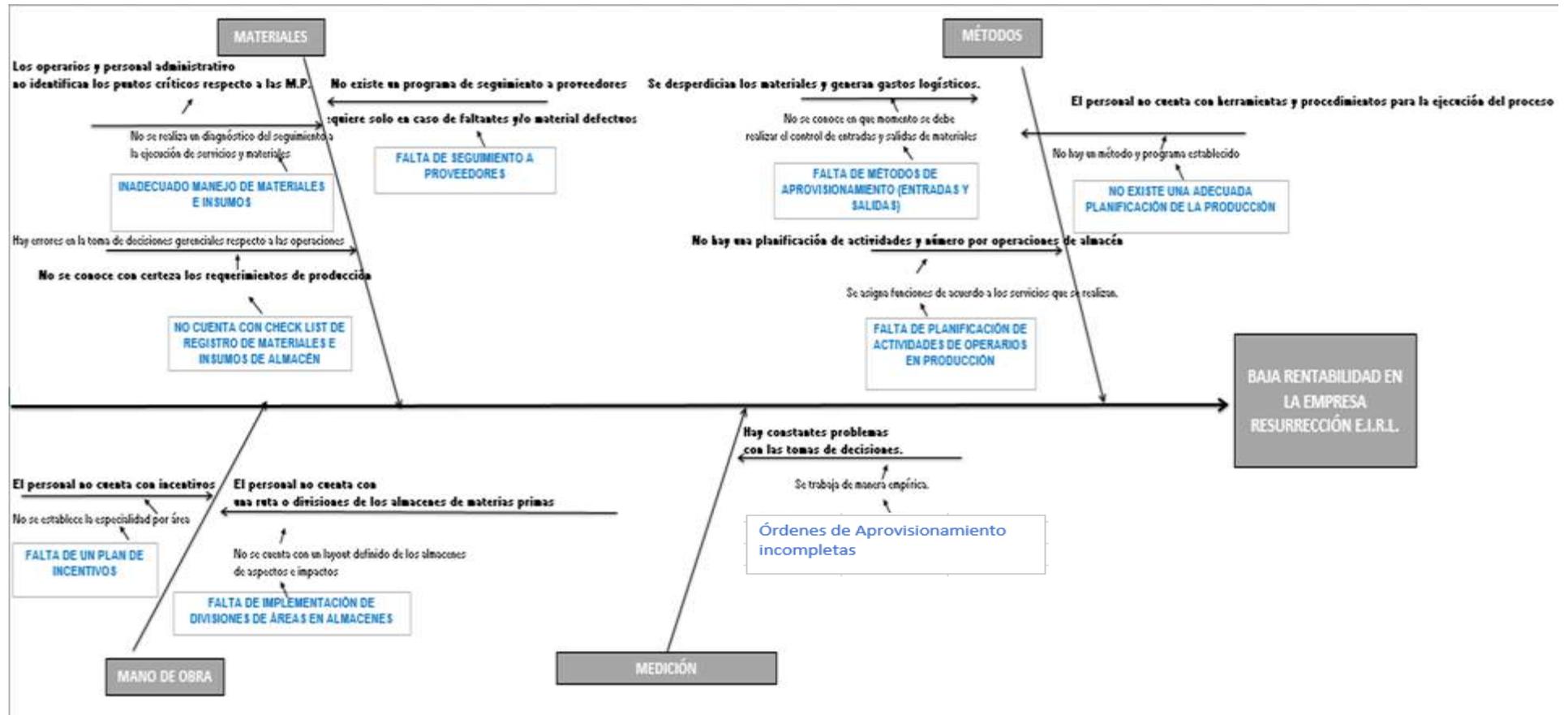


Figura 15. Causas de la baja rentabilidad en la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Matriz de priorización

Se evaluaron las causas mediante encuestas para establecer un orden de prioridad y atacar a las causas más importantes

CAUSAS Resultados/Impacto Económico Encuestas	ÁREA DE PRODUCCIÓN								
	MATERIALES			MANO DE OBRA		MÉTODOS			MEDICIÓN
	CR1: Inadecuado manejo de materiales e insumos	CR2: Falta de seguimiento a proveedores	CR3: No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén	CR5: Falta de un Plan de Incentivos	CR6: Falta de implementación de divisiones de áreas en almacenes	CR7: Falta de métodos de aprovisionamiento (entrada y salida)	CR8: No existe una adecuada planificación de la producción	CR9: Falta de Planificación de actividades de operarios en producción	CR10: Órdenes de Aprovisionamiento Incompletas
Gerente General	3	1	3	1	2	2	3	3	3
Operario 1	3	1	3	1	2	1	3	2	3
Asistente Producción	3	1	3	1	1	1	3	3	3
Jefe Producción	3	1	3	1	2	1	3	3	3
Asistente de Compras y Ventas	3	2	3	1	2	2	3	3	2
CALIFICACION TOTAL	15	6	15	5	9	7	15	14	14

Figura 16. Matriz de priorización para el área de Producción

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Pareto

Según la matriz de priorización se determinó las causas más importantes y las cuales se buscará dar solución, a continuación, se muestra la clasificación según el diagrama Pareto donde el 80% se considerará relevante

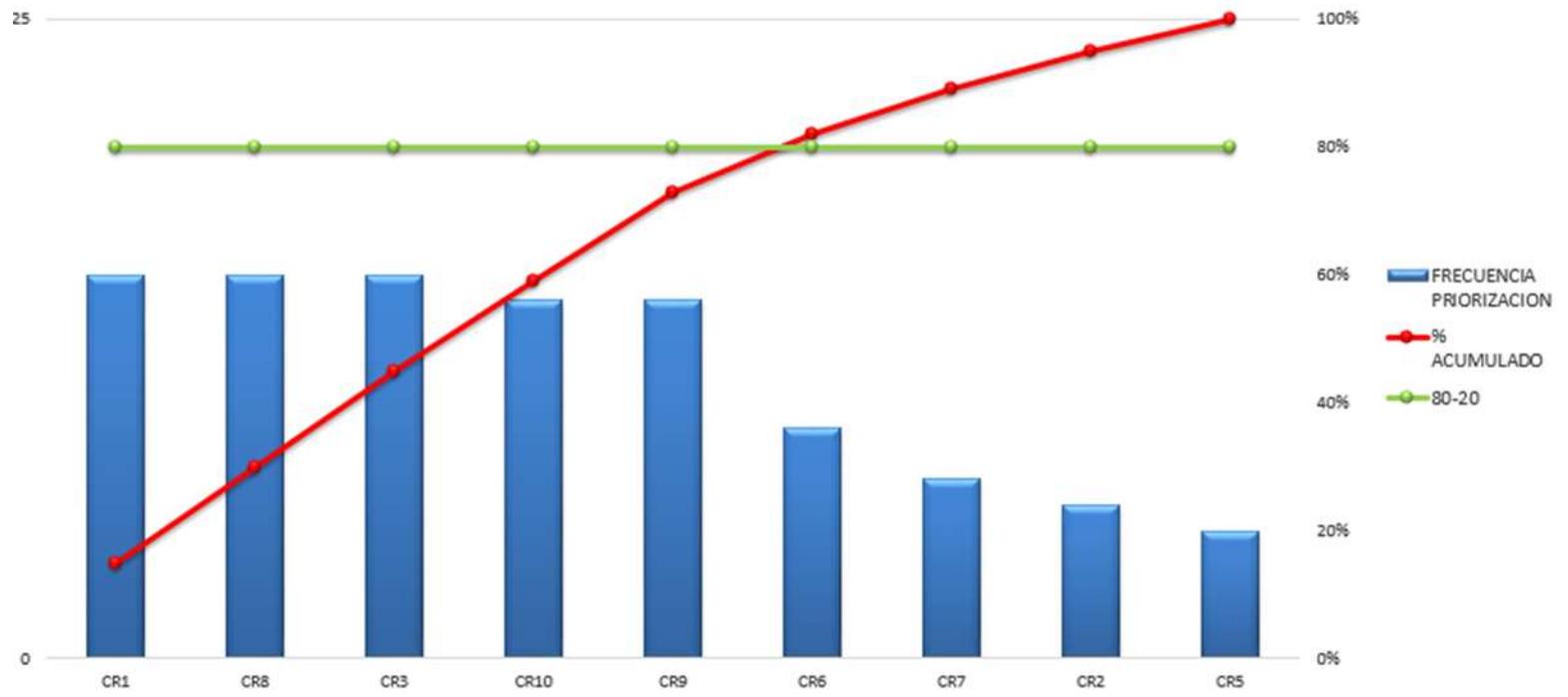


Figura 17. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación se considera relevante las causas: CR1, CR8, CR3, CR10 y CR9.

3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas

Tabla 3

Indicadores y metas de la propuesta de mejora

DIAGNÓSTICO: INDICADORES EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO									
Cr	Causa	Indicador	Fórmula	Unidad de Medición	Actual	Meta	Beneficio	Herramienta de Mejora	Metodología
CR1	Inadecuado manejo de materiales e insumos	Exactitud de Inventarios	Inventario real/ Inventarios estándar * 100%	%	60%	97%	37%	ABC	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN
CR8	No existe una adecuada planificación de la producción	Eficacia de la producción	(Producción real / producción estándar) x100%	%	84%	95%	11%	MRP II	
CR3	No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén	% de ítems efectivos	(N° ítems efectivos de materiales/ Total de Requerimiento de materiales) *100%	%	40%	80%	40%	División de Almacenes	
CR10	Órdenes de Aprovisionamiento incompletas	% Paradas de Planta	(N° Paradas de planta / Horas de Producción) *100%	%	7.5	2.5	5%	MRP II	
CR9	Falta de planificación de actividades de operarios en producción	% Cumplimiento de Procedimientos de Producción	(Cumplimiento de Procedimientos de Producción/ Total de Procedimientos) * 100%	%	20	72	57%	MRP II	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla la obtención de los resultados actuales visualizados en el cuadro anterior.

a) No existe una adecuada planificación de la producción (Cr8)

Debido a la falta de planificación de la producción, según la producción planificada de los últimos 3 años la empresa Resurrección E.I.R.L., tuvo como eficiencia promedio de la producción un 91%. Esto significa que la empresa dejó de producir un total de 9 % y generó una pérdida de S/. 168,642 soles por los sacos que se dejaron de vender.

Tabla 4

Eficiencia del proceso de producción del 2014 al 2016

AÑO	Producto/Periodo (Sacos)	Producción planificada	Producción real		Eficiencia	Año	Producción real		AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN
		Total de sacos	Total	Total de sacos			Total	Total de cajas	
2014	Cal fina	142,468	58,271	128,860	90.45%	2013	58,271	128,860	
	Cal granulada		70,589				70,589		
2015	Cal fina	152,611	63,948	139,021	91.09%	2014	63,948	139,021	11.2%
	Cal granulada		75,073				75,073		
2016	Cal fina	168,642	70,188	153,536	91.04%	2015	70,188	153,536	11.1%
	Cal granulada		83,348				83,348		
			promedio		91%		promedio		11.2%

Fuente: Elaboración propia

Además, se determinó que durante estos 3 últimos años la producción fue aumentando año tras año en un 11%. Pero a pesar de ello no se llegó a cumplir la producción planificada. Como se puede ver en el cuadro anterior, en los años 2014, 2015 y 2016, la empresa fue incrementado su producción, pero nunca se llegó a la meta de cumplimiento de su producción que actualmente es de un 97%, además se sabe que con el aumento de la producción también se tuvo que aumentar recursos como la mano de obra es por ello que desde el año 2014 al año 2016 fue necesario contratar 9 personas adicionales, llegando a tener en el año 2016 un total de 35 trabajadores.

b) Órdenes de Aprovisionamiento incompletos (Cr10):

En el año 2016 la empresa Resurrección EIRI, tuvo un total de 13 paradas de planta en su proceso de producción. Esto ocasionó que no se cumpla la producción según lo planificado. Así como se muestra en la siguiente figura.

Tabla 5

Paradas de producción por falta de suministros y materiales

	2016		
Mes	Paradas de producción	Tiempo perdido(horas)	CLC de las paradas
Enero	1	1.000	S/. 415
Febrero	1	2.000	S/. 830
Marzo	1	1.500	S/. 623
Abril	1	2.500	S/. 1,038
Mayo	1	1.200	S/. 498
Junio	1	1.750	S/. 726
Julio	2	1.650	S/. 685
Agosto	1	1.380	S/. 573
Septiembre	1	0.500	S/. 208
Octubre	1	0.300	S/. 125
Noviembre	1	1.000	S/. 415
Diciembre	1	1.600	S/. 664
total	13	16.380	S/. 6,800
N paradas/mes	1		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, el número de paradas mensuales era de 2, esto se dio debido a que no se tenía una planificación adecuada de los requerimientos de la producción en función de lo que se iba a producir, entre los materiales que originaban paradas están la Cal.

Se llegó a determinar cuál era el costo lucro cesante de estas paradas, debido a que se multiplicó el tiempo de paradas en horas por el costo por hora de la planta obteniendo una pérdida de S/. 6,800.

c) Falta de planificación de actividades de operarios en producción (Cr9):

En el año 2016 se tuvo una baja productividad de 3933 sacos/ trabajador. A pesar que se tenía un total de 69 trabajadores no se logró cumplir con la producción planificada. Así como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6

Productividad del área de producción

Items	Año 2016
Productos (sacos) (1)	271353
Recursos (N° Trabajadores) (2)	69
(1)/(2)	3933

Fuente: Elaboración Propia

d) Inadecuado manejo de materiales e insumos (Cr1):

La empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L. actualmente no cuenta con un Almacén propio de cal apagada (fina y granulada) dado a que la empresa ha estado alquilando un local externo del cual contaba con un área de 450 m² ubicados en la carretera a Bambamarca S/N y está provisto de energía eléctrica, oficina de control, debido a que la capacidad del almacén no cumple con los requerimientos de producción y los costos anuales son muy elevados.

CAPÍTULO 4: SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Definición de las propuestas de mejora

Una vez identificadas las causas raíces de los altos costos operacionales en el área de Producción los cuales se muestra a continuación en la tabla 7.

Tabla 7

Causas Raíces de los altos costos operacionales

Cr	Causa
CR1	Inadecuado manejo de materiales e insumos
CR8	No existe una adecuada planificación de la producción
CR3	No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén
CR10	Órdenes de Aprovisionamiento Incompletas
CR9	Falta de planificación de actividades de operarios en producción

Fuente: Elaboración propia

Para dar solución a estas causas, se procedió a determinar las herramientas que utilizaremos para cada causa raíz. Luego de establecer las herramientas de mejora que se van a utilizar para cada una de las causas raíz, se concluyó que serán 4 herramientas las que se utilizarán en el desarrollo de la propuesta de mejora, agrupando causas raíces con carácter vinculante en el desarrollo de su actividad y complementariedad en el logro esperado.

A continuación, se detallan cómo se agruparon las propuestas de mejora en relación a las causas raíz:

Tabla 8

Propuestas de mejora

Cr	Causa	Herramienta de Mejora
CR1	Inadecuado manejo de materiales e insumos	ABC
CR8	No existe una adecuada planificación de la producción	MRP II
CR3	No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén	División de Almacenes
CR10	Órdenes de Aprovisionamiento Incompletas	MRP II
CR9	Falta de planificación de actividades de operarios en producción	MRP II

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 8, se muestra las propuestas de solución para cada casa raíz y la metodología que aplicaremos a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

4.2 Desarrollo de propuestas de mejora

A continuación, se desarrollará las propuestas de mejora mencionadas en la tabla 8.

A. MRP II

Para dar solución a 3 causas raíces se planteó como propuesta de mejora la planificación de la producción y otros recursos a través de un MRPII.

- No existe una adecuada planificación de la producción (Cr8)
- Órdenes de Aprovisionamiento Incompletos (Cr10)
- Falta de planificación de actividades de operarios en producción (Cr9)

A continuación, se muestra el desarrollo del MRP II:

Como propuesta de mejora se optó por trabajar con las herramientas del MRP II para poder planificar mejor la demanda y poder además controlar el desarrollo del proceso. Los SKU que fueron seleccionados para el análisis del proyecto fueron dos, como son: cal fina y cal granulada.

Tabla 09

SKU seleccionados

SKU (Presentación en lotes)	lotes (carguío)
Cal fina	2
Cal granulada	2

Fuente: Elaboración Propia

De las dos presentaciones nombradas en el cuadro anterior se procederá a evaluar su demanda histórica para de acuerdo a eso empezar con nuestro análisis.

1. Pronóstico de la Demanda

Para empezar con el análisis del MRP II, se analizará la demanda histórica de los SKU seleccionados.

En el cuadro que se mostrará adelante muestra la recopilación que se realizó de los tres últimos años divididos por meses y por productos de acuerdo a la información proporcionada por la empresa. De esta información podemos ver que la demanda se ha ido incrementando con el paso de los años, lo cual obliga a la empresa a estar atenta a la satisfacción de la demanda con relación a la capacidad de planta.

Tabla 10

Demanda Histórica en sacos por SKU

Demanda Historica de SKU productos RESURRECCIÓN E.I.R.L.														
AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2014	Cal fina	15	18	20	22	24	21	19	20	21	19	25	20	244
	Cal granulada	32	28	26	26	26	27	25	22	20	28	26	24	310
2015	Cal fina	16	19	20	21	22	20	18	18	20	18	23	19	234
	Cal granulada	27	24	22	26	25	24	24	21	23	26	23	22	287
2016	Cal fina	17	19	21	24	26	25	22	24	25	20	26	24	273
	Cal granulada	30	29	28	30	33	28	27	24	22	28	26	24	329

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Demanda Histórica en lotes por SKU

AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	Cal fina	30	36	40	44	48	42	38	40	42	38	50	40
	Cal granulada	64	56	52	52	52	54	50	44	40	56	52	48
2015	Cal fina	32	38	40	42	44	40	36	36	40	36	46	38
	Cal granulada	54	48	44	52	50	48	48	42	46	52	46	44
2016	Cal fina	34	38	42	48	52	50	44	48	50	40	52	48
	Cal granulada	60	58	56	60	66	56	54	48	44	56	52	48

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Demanda Agregada en sacos por año

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	94	92	92	96	100	96	88	84	82	94	102	88
2015	86	86	84	94	94	88	84	78	86	88	92	82
2016	94	96	98	108	118	106	98	96	94	96	104	96

Fuente: Elaboración Propia

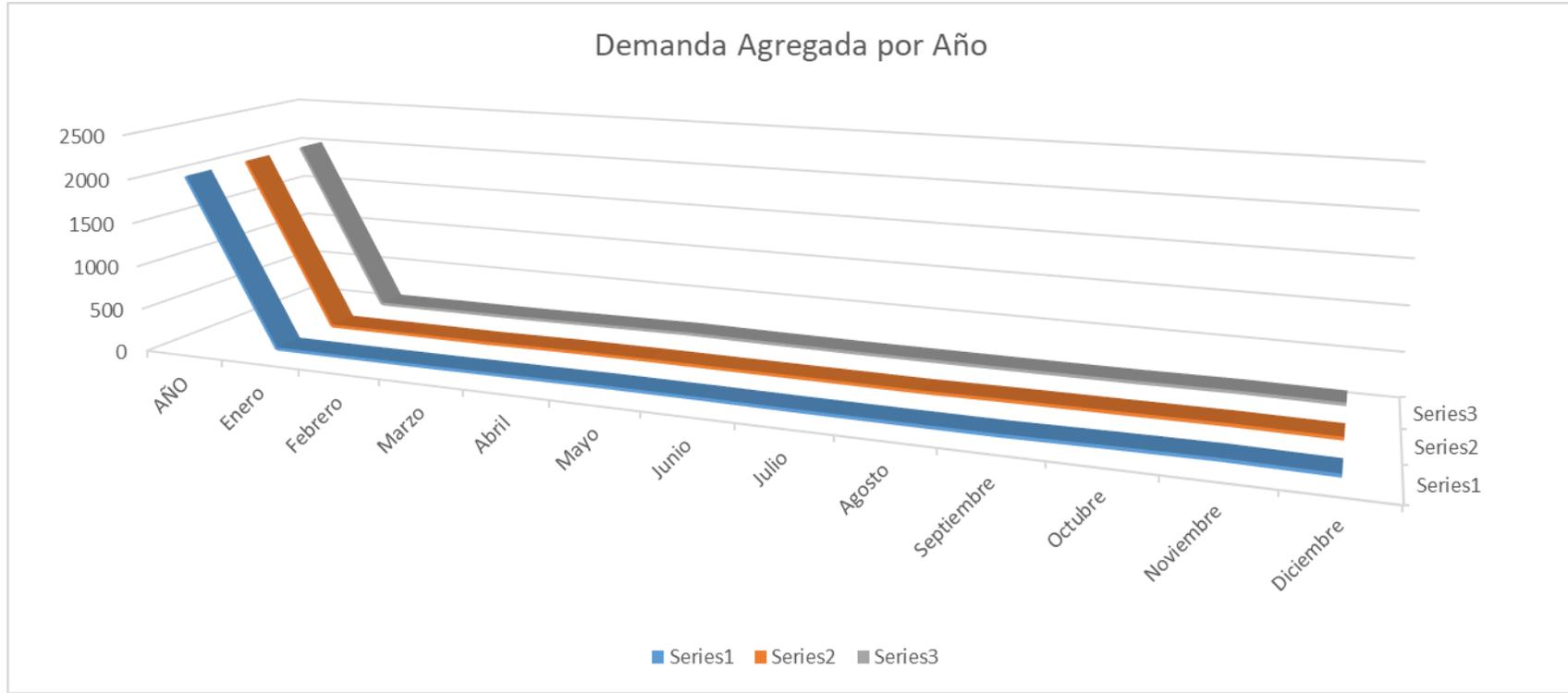


Figura 18. Demanda Agregada en sacos por año

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos apreciar en el gráfico mostrado en la página anterior, la demanda agregada en sacos repite cierto patrón estacional a lo largo de los meses, y es en base a esto que se procede a seleccionar el mejor método que nos ayude en el pronóstico de nuestra demanda para el siguiente año.

Para el pronóstico de ventas del año 2017, se decidió utilizar el pronóstico para series de tiempo estacionales, para poder obtener una demanda que siga con los patrones que ya hemos podido apreciar.

Como primer paso se procedió a calcular el valor promedio de la demanda de acuerdo a cada mes de los tres últimos años, dándonos los siguientes valores:

Tabla 13

Demanda promedio por mes

Promedio por estación	
Enero	91
Febrero	91
Marzo	91
Abril	99
Mayo	104
Junio	97
Julio	90
Agosto	86
Septiembre	87
Octubre	93
Noviembre	99
Diciembre	89

Fuente: Elaboración Propia

Después de calcular el promedio por cada estación, que en este caso son los meses, se procede a calcular el promedio general de toda la demanda agregada de los tres últimos años teniendo como resultado el siguiente valor:

Tabla 14

Demanda promedio

Promedio total	93
-----------------------	----

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado el promedio general de la demanda historia agregada, se procede a calcular los índices estacionales. A continuación, realizamos el

cálculo del índice estacional para el mes de enero como ejemplo para el resto de meses.

$$\text{Índice estacional Enero} = \frac{91}{93} = 0.9803$$

Luego de realizar los cálculos respectivos para cada mes, se consiguieron los valores mostrados en el siguiente cuadro.

Tabla 15

Índice estacional por cada mes

Índice estacional	
Enero	0.9803
Febrero	0.9803
Marzo	0.9803
Abril	1.0662
Mayo	1.1163
Junio	1.0376
Julio	0.9660
Agosto	0.9231
Septiembre	0.9374
Octubre	0.9946
Noviembre	1.0662
Diciembre	0.9517

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado los valores promedio se calcula los valores desestacionalizados de la demanda historia por cada mes, dividiendo la demanda mensual de cada año entre el índice estacional por mes que se calculó líneas atrás. Los índices se repetirán cada año de acuerdo a los meses y se les asignará un valor que va de uno hasta 36 por la cantidad de periodos, para de ahí realizar la regresión lineal de los valores calculados y los periodos.

Tabla 16

Demanda desestacionalizada de los tres últimos años

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.
2014	Enero	94	0.9803	96
	Febrero	92	0.9803	94
	Marzo	92	0.9803	94
	Abril	96	1.0662	90
	Mayo	100	1.1163	90
	Junio	96	1.0376	93
	Julio	88	0.9660	91
	Agosto	84	0.9231	91
	Septiembre	82	0.9374	87
	Octubre	94	0.9946	95
	Noviembre	102	1.0662	96
	Diciembre	88	0.9517	92
2015	Enero	86	0.9803	88
	Febrero	86	0.9803	88
	Marzo	84	0.9803	86
	Abril	94	1.0662	88
	Mayo	94	1.1163	84
	Junio	88	1.0376	85
	Julio	84	0.9660	87
	Agosto	78	0.9231	85
	Septiembre	86	0.9374	92
	Octubre	88	0.9946	88
	Noviembre	92	1.0662	86
	Diciembre	82	0.9517	86
2016	Enero	94	0.9803	96
	Febrero	96	0.9803	98
	Marzo	98	0.9803	100
	Abril	108	1.0662	101
	Mayo	118	1.1163	106
	Junio	106	1.0376	102
	Julio	98	0.9660	101
	Agosto	96	0.9231	104
	Septiembre	94	0.9374	100
	Octubre	96	0.9946	97
	Noviembre	104	1.0662	98
	Diciembre	96	0.9517	101

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior ya podremos calcular nuestra ecuación lineal, siendo "X" la fila de periodos y "Y" los valores de la demanda desestacionalizada; para la regresión lineal nos ayudares de las herramientas de Excel para el análisis de datos, obteniendo que la ecuación para nuestra demanda desestacionalizada será:

$$Y = 0.2955 * X + 0.2585$$

Como podemos apreciar en el gráfico anterior, la demanda desestacionalizada ya empieza a tener una tendencia más lineal con lo cual se puede establecer una ecuación como tal para el cálculo respectivo. En el gráfico se puede apreciar que la línea de tendencia tiene la misma ecuación que la obtenida a través del análisis de datos, con lo cual la ecuación queda validada para su aplicación en los siguientes periodos.

Tabla 17

Demanda desestacionalizada pronosticada

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.	Periodo	Pronostico Desest.
2014	Enero	94	0.9803	96	1	17.219563
	Febrero	92	0.9803	94	2	23.909126
	Marzo	92	0.9803	94	3	30.5986889
	Abril	96	1.0662	90	4	37.2882519
	Mayo	100	1.1163	90	5	43.9778149
	Junio	96	1.0376	93	6	50.6673779
	Julio	88	0.9660	91	7	57.3569409
	Agosto	84	0.9231	91	8	64.0465039
	Septiembre	82	0.9374	87	9	70.7360668
	Octubre	94	0.9946	95	10	77.4256298
	Noviembre	102	1.0662	96	11	84.1151928
	Diciembre	88	0.9517	92	12	90.8047558
2015	Enero	86	0.9803	88	13	
	Febrero	86	0.9803	88	14	
	Marzo	84	0.9803	86	15	
	Abril	94	1.0662	88	16	
	Mayo	94	1.1163	84	17	
	Junio	88	1.0376	85	18	
	Julio	84	0.9660	87	19	
	Agosto	78	0.9231	85	20	
	Septiembre	86	0.9374	92	21	
	Octubre	88	0.9946	88	22	
	Noviembre	92	1.0662	86	23	
	Diciembre	82	0.9517	86	24	
2016	Enero	94	0.9803	96	25	
	Febrero	96	0.9803	98	26	
	Marzo	98	0.9803	100	27	
	Abril	108	1.0662	101	28	
	Mayo	118	1.1163	106	29	
	Junio	106	1.0376	102	30	
	Julio	98	0.9660	101	31	
	Agosto	96	0.9231	104	32	
	Septiembre	94	0.9374	100	33	
	Octubre	96	0.9946	97	34	
	Noviembre	104	1.0662	98	35	
	Diciembre	96	0.9517	101	36	
2017	Enero	253	0.9803		37	258
	Febrero	260	0.9803		38	265
	Marzo	266	0.9803		39	271
	Abril	297	1.0662		40	278
	Mayo	318	1.1163		41	285
	Junio	302	1.0376		42	291
	Julio	288	0.9660		43	298
	Agosto	281	0.9231		44	305
	Septiembre	292	0.9374		45	312
	Octubre	317	0.9946		46	318
	Noviembre	346	1.0662		47	325
	Diciembre	316	0.9517		48	332

Fuente: Elaboración Propia

Después de obtener la demanda pronosticada la unimos con la demanda histórica que poseemos y graficamos, en la gráfica podemos validar que nuestra demanda pronostica cumple con los patrones estacionales de los anteriores años.

2. Requerimiento de Producción

Una vez pronosticada nuestra demanda para el año 2017, analizaremos cuanto debemos producir, de acuerdo a los inventarios que tenga la empresa y el stock de seguridad que se establece.

Tabla 18

Inventario del mes de Diciembre 2016

	SKU	Lotes de salida
Cal fina	14	28
Cal granulada	15	30
Total inventario inicial	29	58

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la data proporcionada por la empresa el stock que se generó al terminar el año 2016 es el que mostramos en el cuadro anterior en lotes, además la empresa establece que se debe mantener un stock de seguridad del 20% de la demanda pronosticada.

Con la información anterior se realizará el cálculo del requerimiento de la producción, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Req. Prod. = Pronostico + Stock Seguridad - Inv. Inicial$$

En el caso del inventario inicial para los siguientes meses será en inventario final del mes anterior, es decir, el inventario inicial de Febrero será el inventario final del Enero, para el cálculo del inventario final se utilizará la siguiente fórmula.

$$Inventario Final = Inv. Inicial + Req. Producción - Pronóstico$$

Con las fórmulas antes mencionados se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación del requerimiento de producción que se presentará en el cuadro siguiente.

Tabla 19

Requerimiento de Producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inventario inicial	58	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65
Pronóstico de la demanda	258	265	271	278	285	291	298	305	312	318	325	332
Reserva de seguridad (20% pronóstico)	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66
Requerimiento para la producción	252	266	273	279	286	293	300	306	313	320	326	333
Inventario Final	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66

Fuente: Elaboración Propia

3. Plan Maestro de Producción (PMP)

Para el cálculo del PMP, trabajaremos con el Plan Agregado de Producción que es nuestro requerimiento de producción que procedimos a calcular en el apartado anterior. Para el análisis del proyecto se analizará el mes de Enero del 2017 para nuestro PMP; como primer punto se dividió a la producción agregada para el mes de Enero en cada uno de los Sku con los que se está trabajando, para esto se trabajó con la ayuda de la data histórica del año anterior para de esta manera sacar el porcentaje de participación de cada producto en el total de la demanda mensual. Este porcentaje se multiplicará por la producción agregada de enero, dando los siguientes valores.

Tabla 20:

Participación de productos en el mes de Enero

Pronóstico Enero 2017	Unidades	Cantidad	lotes	%	sacos
Cal fina	lotes	17	34	36%	91.02
Cal granulada	lotes	30	60	64%	161

Fuente: Elaboración Propia

Luego de determinar la participación de cada producto a nivel mensual, procedemos a explosionar el plan mensual de acuerdo a las semanas.

Tabla 21:

Explosión del plan

1	2	3	4	Total
23	23	23	23	91
40	40	40	40	161

Fuente: Elaboración Propia

Para la realización del PMP tendremos en cuenta los inventarios y stocks de seguridad que se vio cuadros más arriba y también tendremos en cuenta la capacidad de planta y los cambios que se producen al día.

Tabla 22:

Capacidad de planta

Capacidad de planta	440	lotes/mes
Cambios de producción	2	productos/día

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior podemos apreciar que la empresa solo permite la producción de dos productos al día, lo cual nos ayudará en la planificación diaria de la producción.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que la producción se realiza por batch o lote, y cada lote de producción va a requerir de componentes y subcomponentes.

Tabla 23

Componentes por cada Sku

Producto (Presentación)	Stock Seguridad
Cal fina	18.20
Cal granulada	32.13

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso para determinar el Plan Maestro de Producción es determinar la cantidad a producir por cada presentación que se está evaluando, en lotes y en fórmulas.

Tabla 24

Cantidad a producir por cada Sku

Producto (Presentación)	Sacos - Kilos (Prod Final)			Fórmulas (Componente)		
	Fuente de demanda	Stock de seguridad	Inventario Inicial	Cantidad a producir sacos	Volumen por formula	Número de fórmulas
Cal fina	91	18	28	81	60	1
Cal granulada	161	32	30	163	50	3

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la cantidad a producir sumaremos la demanda con el stock de seguridad menos el inventario inicial, dándonos como resultado el requerimiento de producción; así mismo, si dividimos ese requerimiento entre el volumen de cada fórmula nos dirá cuántas fórmulas debemos producir por cada producto.

Luego de tener el requerimiento de producción se pasará a programar semanalmente, para esto dividiremos la producción mensual entre cuatro para producir equitativamente cada semana, verificando que la capacidad de planta no se sobrepase.

Tabla 25

Programa de producción semanal

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Cal fina	20	20	20	20	81
Cal granulada	41	41	41	41	163
Total sacos	61	61	61	61	244

Fuente: Elaboración Propia

Se puede corroborar que la producción no tendrá interferencia en cuanto a la capacidad de planta semanal, lo siguiente que se realizará es la comprobación semanal para verificar si se va a poder satisfacer la demanda.

Tabla 26

Comprobación de la programación

1	2	3	4
26	23	21	18
31	31	32	32

Fuente: Elaboración Propia

Para la comprobación sumaremos el inventario inicial con los valores obtenidos programación semanas menos el valor que obtuvimos en la explosión del plan; como se puede ver, todos los valores son positivos lo que nos indica que podremos satisfacer la demanda semanal sin problema.

Una vez verificado que la programación semanal es la correcta, se realizará el cálculo de las fórmulas necesarios que se necesitan producir por semana por cada producto.

Tabla 27

Programación semanal por fórmulas

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Cal fina	0.34	0.34	0.34	0.34	1
Cal granulada	0.81	0.81	0.81	0.81	3

Fuente: Elaboración Propia

Luego de la programación semanal se pasará realizar la programación diaria, en una primera instancia se optó por dividir la producción semanal de manera equitativa entre los seis días de trabajo a la semana.

Tabla 28

Programa de producción diario

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3	3	3	3	3	3	20
Cal granulada	7	7	7	7	7	7	41
Total lotes	10	10	10	10	10	10	61

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, hay que tener en cuenta que por información de la empresa solo se puede producir dos productos al día, por lo cual hay que balancear de una manera diferente la producción diaria.

Tabla 29

Programa de producción diario balanceado

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Ron Cartavio Aniversario 750 ml	3,346	3,346			3,166	3,166	13,025
Ron Cartavio Gran Black 750 ml			4,056	4,056	3,116	3,116	14,345
Ron Cartavio Solera 750 ml	2,936	2,936					5,872
Ron Cartavio XO 750 ml			2,226	2,226			4,452
Total litros	6,282	6,282	6,282	6,282	6,282	6,282	37,694

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a este nuevo programa procedemos al cálculo de las fórmulas necesarias por cada Sku y por cada día.

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3,346	3,346			3,166	3,166	13,024
Cal granulada			4,056	4,056	3,116	3,116	14,344
Total lotes	3,346	3,346	4,056	4,056	6,282	6,282	27,368
	-3,336	-3,336	-4,046	-4,046	-6,272	-6,272	

Tabla 30

Programa de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	55.77	55.77	-	-	52.77	52.77	217
Cal granulada	-	-	81.12	81.12	62.32	62.32	287

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, la producción por fórmulas solo se puede realizar por procesos enteros no por partes, por lo cual hay que redondear las fórmulas para tener números exactos de producción.

Tabla 31

Programa definitivo de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	56.00	56.00	-	-	53.00	53.00	218
Cal granulada	-	-	82.00	82.00	63.00	63.00	290

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a este programa definitivo en fórmulas, realizaremos los cálculos para obtener la producción en lotes por cada Sku.

Tabla 32

Programa definitivo de producción diario en lotes

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3,360.00	3,360.00	-	-	3,180.00	3,180.00	13,080
Cal granulada	-	-	4,100.00	4,100.00	3,150.00	3,150.00	14,500

Fuente: Elaboración Propia

4. Lista de Materiales (BOM)

En la lista de materiales se han establecido tres niveles, el primer nivel le pertenece a los Sku como producto terminado, el segundo nivel a los componentes propios de cada producto que se encargaran de otorgarle las características propias de cada uno, y el tercer nivel le corresponde al sub componente que en este caso es el mosto, el cual sirve de base para la producción de todos los componentes de cada producto.

Tabla 33

Lista de Materiales

SKU 1	Cal fina	Ctd Base:	2	
	Piedra caliza	unid	0.9000	
	Petróleo	unid	0.1801	
	Carbón	unid	0.1300	
	motor de arranque	unid	0.0600	
	fragmentación	unid	0.0410	
	triturado	unid	0.0450	
	hornos	unid	0.0290	
SKU 2	Cal granulada	Ctd Base:	2	
	Piedra caliza	unid	0.9000	
	Petróleo	unid	0.1801	
	Carbón	unid	0.1300	
	motor de arranque	unid	0.0600	
	molinos	unid	0.0410	
	triturado	unid	0.0450	
	hornos	unid	0.0290	
Comp 1	cal triturada	Ctd Base:	1 bat	
	caliza	bat	1.0	200
	petróleo	kg	90	90
	carbón	kg	90	90
	horno	kg	180	180
				560
Comp 2	cal procesada (molino)	Ctd Base:	1 bat	
	caliza	bat	1.0	500
	petróleo	kg	90	90
	molino	kg	90	90
Comp 3	Piedra caliza	Ctd Base:	1 bat	
	piedra caliza	kg	500	

Fuente: Elaboración Propia

5. Inventario de Materiales

Para los inventarios consideremos tanto materiales como componentes y Sku; en el caso de los Sku y los componentes se trabaja con un tamaño de lote LFL es decir se trabaja lote por lote y un lead time igual a cero.

Tabla 34

Inventario de materiales

Tipo	Material	Und	Cantidad	Nivel	Tam Lote	Lead Time
Sku 1	Cal fina	lotes	-	1	LFL	0
Sku 2	Cal granulada	lotes	-	1	LFL	0
Comp 1	Cal triturada	Bat	0	2	LFL	0
Comp 2	Cal procesada (molino)	Bat	0	2	LFL	0
Comp 4	piedra caliza	Bat	0	2	LFL	0
Mat1	Piedra caliza	unid	165	3	1000	1
Mat2	Petróleo	unid	252	3	5000	1
Mat3	Carbón	unid	137	3	1000	1
Mat4	motor de arranque	unid	95	3	5000	1
Mat5	fragmentación	unid	157	3	800	1
Mat6	triturado	unid	120	3	5000	1
Mat7	hornos	unid	60	3	2000	0
Mat8	molinos	unid	40	3	1500	0

Fuente: Elaboración Propia

6. Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)

De acuerdo a nuestro Plan Maestro de Producción, empezaremos a planificar los materiales que necesitaremos para poder cumplir con nuestro programa semanal. Empezaremos programando los componentes que se necesitarán por cada producto y de acuerdo al BOM de materiales y al inventario.

En el caso de los componentes, ya que se trabaja por batch no hay un stock inicial ni un lead time y como vimos en la parte de inventario el tamaño de lote es LFL. Para explicar más a detalle el cálculo de los requerimientos de materiales a continuación mostramos el cuadro de cálculos con el que se trabaja.

Tabla 35

Formato para cálculo de requerimientos

Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas					
Entradas Previstas					
Stock Final					
Necesidades Netas					
Pedidos Planeados					
Lanzamiento de ordenes					

Fuente: Elaboración Propia

- Necesidades Brutas = Requerimientos por productos
- Entradas previstas = En el caso de los componentes no hay entradas previstas, pues es una producción batch; sin embargo, en el caso de los materiales hay pedidos que se realizan con una semana de diferencia por el periodo de entrega y se convertirán en entradas previstas
- Stock Final = Stock inicial + Entradas previstas + Pedidos planeados – Necesidades Brutas.
- Necesidades Netas = Necesidades Brutas – Inventario Inicial – Entradas previstas
- Pedidos Planeados = Necesidades Netas
- Lanzamiento de órdenes = Pedidos Planeados
- Inventario Inicial = Inventario Final del periodo anterior.

A continuación, en la tabla 36, los resultados obtenidos.

Tabla 36

Plan de requerimiento de materiales

Comp 1: Cal triturada (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 1	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.020	0.020	0.020	0.020

Comp 2: Cal procesada					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 2	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.041	0.041	0.041	0.041
Mat 1: piedra caliza (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/bat	1	2	3	4
Sku 1	165.0	4	4	4	4
Stock Inicial :	165				
Tamaño de lote :	1000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		4	4	4	4
Entradas Previstas		-			
Stock Final	165	161	158	154	150
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Mat 2: petróleo (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 1	252.0	6	6	6	6
Stock Inicial :	252				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		6	6	6	6
Entradas Previstas		-			
Stock Final	252	246	241	235	229
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 3: carbón (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 2	137.0	6	6	6	6
Stock Inicial :	137				
Tamaño de lote :	1000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		6	6	6	6
Entradas Previstas		-			
Stock Final	137	131	125	118	112
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 4: motor de arranque (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 2	95.0	4	4	4	4
Stock Inicial :	95				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		4	4	4	4
Entradas Previstas		-			
Stock Final	95	91	86	82	78
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Mat 5: fragmentación (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 3	157.0	3.19	3.19	3.19	3.19
Stock Inicial :	157				
Tamaño de lote :	800				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3	3	3	3
Entradas Previstas		-			
Stock Final	157	154	151	147	144
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 6: triturado (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 3	120.0	2.44	2.44	2.44	2.44
Stock Inicial :	120				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		2	2	2	2
Entradas Previstas		-			
Stock Final	120	118	115	113	110
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 7: hornos (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/Litro	1	2	3	4
Sku 1	1,200.0	27	27	27	27
Sku 2	1,200.0	54	54	54	54
		81	81	81	81
Stock Inicial :	60				
Tamaño de lote :	2000				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		81	81	81	81
Entradas Previstas		-			
Stock Final	60	1,979	1,897	1,816	1,735
Necesidades Netas		21	-	-	-
Pedidos Planeados		2,000	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		2,000	-	-	-

Mat 8: molinos (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 1	100.0	2	2	2	2
Sku 2	100.0	5	5	5	5
		7	7	7	7
Stock Inicial :	40				
Tamaño de lote :	1500				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		7	7	7	7
Entradas Previstas		-			
Stock Final	40	33	26	20	13
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

7. Aprovisionamiento

Una vez calculados los requerimientos de los materiales procedemos a pasarlos a la hoja aprovisionamiento semanal para cada uno de los componentes, materiales y Sku necesarios pro cada semana.

Tabla 37

Órdenes de Aprovevisionamiento (de producción y de compras)

Código de material	Semana			
	1	2	3	4
Cal fina	4	4	4	4
Cal granulada	12	12	12	12
Cal triturada	25	25	25	25
Cal procesada (molino)	0.004	0.004	0.004	0.004
pedra caliza	0.012	0.012	0.012	0.012
Piedra caliza	0.025	0.025	0.025	0.025
Petróleo	0.041	0.041	0.041	0.041
Carbón	1,000	1,000	1,000	-
motor de arranque	-	5,000	-	-
fragmentación	2	3	2	-
triturado	-	5	-	-
hornos	-	8	8	-
molinos	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

MRP II

7.1 Hoja de Ruta

Para la realización del MRP II, empezaremos por establecer la Hoja de Ruta de Productos de acuerdo a cada uno de los procesos dentro de la línea de producción; se han considerado cuatro estaciones por las cuales va a pasar el producto hasta transformarse en el Sku final.

Tabla 38

Procesos de Producción

E	Extracción
F	Fragmentación
M	Molino
C	Calcinación

Fuente: Elaboración Propia

Los cuatro procesos que se han considerado se encuentran en línea como se puede en el siguiente gráfico.

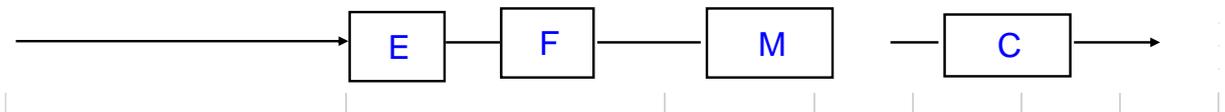


Figura 18. *Disposición de las estaciones de trabajo*

Fuente: Elaboración Propia

Una vez establecidos las estaciones de trabajo, marcaremos aquellos procesos por los cuales pase los componentes y Sku de nuestro trabajo.

Tabla 39

Hoja de Ruta para Sku y componentes

SKU/Componente		Estaciones de Trabajo			
Código	Descripción	E	F	M	C
S102	Cal fina				x
S103	Cal granulada				x
C201	Cal triturada			x	
C202	Cal procesada (molino)			x	
C203	pedra caliza			x	
C205	Piedra caliza	x	x		

Fuente: Elaboración Propia

7.2 Maestro Materiales

Para la elaboración del Maestro de Materiales se tomó información del MRP y de las órdenes de aprovisionamiento.

Tabla 40

Maestro de Materiales

Código	Descripción	Unidad	Tipo	lotes	Stock disponible	Stock Bloqueado	Stock Transito	Valor Unitario	Lead Time(sem)	Tamaño de lote
S101	Cal fina	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S102	Cal granulada	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S103	Cal triturada	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S104	Cal procesada (molino)	lotes	Sku	4.5	-				0	LFL
C201	pedra caliza	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C202	Piedra caliza	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C203	Petróleo	Bat	Comp		-				0	LFL
MT301	Carbón	Bat	Comp		165				1	1000
MT302	motor de arranque	Bat	Comp		252				1	5000
MT303	fragmentación	unid	Mat		137				1	1000
MT304	triturado	unid	Mat		95				1	5000
MT305	hornos	unid	Mat		157				1	800
MT306	molinos	unid	Mat		120				1	5000

Fuente: Elaboración Propia

7.3 Maestro Puesto de Trabajo

En el Maestro puestos de trabajo colocaremos las cuatro estaciones de trabajo que se habían establecido en la Hoja de Ruta junto con capacidad y las horas por día que se trabaja, en este caso, la empresa trabaja seis días a la semana ocho horas cada día; además, las actividades se trabajan a la par horas hombre con horas máquina.

Tabla 41

Maestro Puestos de Trabajo

Código	Descripción	Capacidad (lotes/h)	Horas por día	Dias por semana	Actividad1 Preparación	Actividad2 Mano Obra	Actividad3 Tiemp Maq
E	Extracción	850	8	6		HH	HM
F	Fragmentación	890	8	6		HH	HM
M	Molino	450	8	6		HH	HM
C	Calcinación	200	8	6		HH	HM

Fuente: Elaboración Propia

7.4 Maestro Hoja de Ruta

Para la elaboración del Maestro Hoja de Ruta recopilaremos información del Maestro de Materiales y el Maestro Puestos de Trabajo.

Tabla 42

Maestro Hoja de Ruta

Hoja de Ruta		Material				Puesto de trabajo		Actividades - Producción para 1 hora				Minutos / unidad producida		
Código	Operación	Código	Descripción	Unid	lotos	Código	kilos/hora	Actividad 1 Prepar(hrs)	Actividad 2 (hrs-hombre)	Actividad 3 (hrs-máq)	Producción (litros - bat)	Min / Unid Proceso	Min / Unid Mano obra	Min / Unid Máquina
HR_0010	10	S101	Cal fina	lotos	2	CA	9,550		22	2	4,775	0.013	0.276	0.025
HR_0020	10	S102	Cal granulada	lotos	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0030	10	S103	Cal triturada	lotos	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0040	10	S104	Cal procesada (molino)	bat	4.5	E	9,550		22	2	2,122	0.028	0.622	0.057
HR_0050	10	C201	pedra caliza	bat	900	E	5,765		15	10	6.41	9.367	140.503	93.669

Fuente: Elaboración Propia

7.5 Lista de Capacidades (BOC)

La Lista de Capacidad recoge los valores obtenidos en el Maestro Hoja de Ruta por proceso y por Sku y componente.

Tabla 43

Lista de Capacidades

Producto	Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
Componente	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
Cal fina							0.03	0.62	0.06	6.2827	138.2199	12.5654
Cal granulada							9.37	140.50	93.67	6.2827	138.2199	12.5654
Cal triturada							9.37	140.50	93.67	6.2827	138.2199	12.5654
Cal procesada (molino)				24	432	48						
pedra caliza	32	442	126									

Fuente: Elaboración Propia

7.6 Planeación de Necesidades de Capacidad (CRP)

Para el desarrollo del CRP multiplicamos los valores obtenidos en el BOC por la cantidad de la tabla aprovisionamiento, luego sumamos la cantidad minutos por proceso y lo pasamos a horas para sacar las horas por semana por proceso.

Tabla 44

Planeación de Necesidades de Capacidad

Períodos Planificación	Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
SEMANA 1												
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	-	0	4	0	-	-	-
piedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	-	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8
SEMANA 2												
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	-	0	4	0	-	-	-
piedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	-	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8

SEMANA 3													
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	1,251	0	4	0	-	-	-	-
piedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8	

SEMANA 4													
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,158	1,125,471	102,316
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,151	2,929,312	266,301
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,141	531,093	48,281
Cal procesada (molino)	-	-	-	1,251	22,512	2,501	1	15	1	-	-	-	-
piedra caliza	40,000	560,000	160,000	-	-	-	349	5,236	3,490	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	666.7	9,333.3	2,666.7	20.8	375.2	41.7	5.8	87.5	58.2	3,474.1	76,431.3	6,948.3	

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la capacidad máxima multiplicaremos los valores del Maestro Hoja de Ruta para las horas máximas del proceso y en el caso de las horas hombre y máquina, se multiplicará adicional a los valores del proceso por la capacidad del CRP.

Como vemos en el cuadro anterior la producción por semana no supera la capacidad total, lo que lleva a un desarrollo uniforme.

Tabla 45

Resumen del CRP

Períodos		Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
		Proceso	Hombre	Equipo									
		Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
Planificación		48	672	192	48	864	96	48	720	480	48	1056	96
S	Horas	9	123	35	10	188	-	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
1	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	-	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
2	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
3	Capacidad												
S	Horas	11	156	44	21	375	42	6	88	58	47.9	1,002.4	90.9
4	Capacidad												

Fuente: Elaboración Propia

Luego de los valores obtenidos en el resumen del CRP, calculamos las horas diarias requeridas dividiendo entre seis las horas del cuadro.

Tabla 46

Horas de producción programadas por día a plena capacidad

Semana	Puesto de Producción			
	E	F	M	C
S1	1.46	1.74	0.43	7.58
S2	1.46	1.74	0.43	7.58
S3	1.46	1.74	0.43	7.58
S4	1.85	3.47	0.97	7.98

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior, procedemos a asignar la cantidad de trabajadores por puesto de producción.

Tabla 47

Turnos de producción programados por día

Semana	Puesto de Producción			
	E	F	M	C
S1	1.00	1.00		1.00
S2	1.00	1.00		1.00
S3	1.00	1.00		1.00
S4	1.00	1.00		1.00

Fuente: Elaboración Propia

Después de la asignación por puesto lo multiplicaremos por la cantidad de trabajadores por proceso para saber la cantidad de trabajadores total.

Tabla 48

Trabajadores por turno

E	F	M	C	
7.00	8.00	10.00	10.00	35.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49

Número de trabajadores por semana

Semana	Puesto de Producción				TOTAL
	E	F	M	C	
S1	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S2	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S3	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S4	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00

Fuente: Elaboración Propia

B. Inadecuado manejo de materiales e insumos – CR1.

Tal como se apreció en el diagnóstico en los almacenes de logística y mantenimiento de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L. se encuentra parcialmente desordenado y mal distribuido; es por ello que se propone diversos métodos para poder disminuir las pérdidas al momento de requerir algún material y/o equipo del almacén a través de diversos métodos logísticos.

Esta herramienta permite dar solución a la siguiente causa raíz:

- Inadecuado manejo de materiales e insumos (Cr1).

a. Análisis ABC

Se realiza el método de clasificación ABC, con el fin de lograr localizar los materiales y herramientas dentro del almacén de acuerdo a su cantidad y frecuencia de rotación, ya que coinciden dichas cantidades.

- Primero se realiza la lista de materiales de almacén por cantidad, se procede a colocar el precio de cada uno y así obtener el valor monetario de cada artículo, para posteriormente calcular el porcentaje de participación de los mismos.

- Después se aplica el Principio de Pareto; por lo cual se empieza ordenando los materiales en forma decreciente según su porcentaje de participación; para luego encontrar el porcentaje de participación acumulado por cada material y herramienta.

- Finalmente se hará un gráfico para visualizar el comportamiento de cada material y así poder clasificar cada uno de estos según su frecuencia de cantidad y rotación.

Mediante la mejora en el almacén a través del sistema ABC y la implementación de los Formatos de aprovisionamiento y BOM; se logra reducir el costo a S/. 120.30; elevando a un 97% la efectividad en controlar y priorizar inventarios.

Tipo	Material	Und	Cantidad	Costo Total (S/.)	Costo Final (S/.)	hi%	HI%	Clasificación
Sku 2	Cal fina	lotes	550	45	24750	40.0226%	40.0226%	A
Sku 3	Cal granulada	lotes	550	20	11000	17.7878%	57.8105%	
Comp 1	Cal triturada	Bat	450	15	6750	10.9153%	68.7257%	B
Comp 2	Cal procesada (molino)	Bat	350	15	5250	8.4897%	77.2154%	
Mat1	piedra caliza	unid	325	20	6500	10.5110%	87.7264%	
Mat2	Piedra caliza	unid	320	5	1600	2.5873%	90.3137%	
Mat3	Petróleo	unid	310	6	1860	3.0078%	93.3215%	
Mat4	Carbón	unid	290	5.5	1595	2.5792%	95.9007%	
Mat5	motor de arranque	unid	280	3	840	1.3583%	97.2591%	
Mat6	fragmentación	unid	160	3.5	560	0.9056%	98.1646%	
Mat7	triturado	unid	120	2.5	300	0.4851%	98.6497%	C
Mat8	hornos	unid	110	2.5	275	0.4447%	99.0944%	
Mat9	molinos	litros	80	7	560	0.9056%	100.0000%	
Total						61840	100%	

Fuente: Elaboración Propia

C. División de Almacenes

Esta propuesta de mejora da solución a la siguiente causa raíz:

- No cuenta con Check List de registro de materiales e insumos de Almacén (Cr3).

La propuesta de distribución de planta se basa en colocar las estaciones de manera consecutiva al Layout del proceso mediante el diagrama relación de materiales. En la propuesta de mejora en el cual se ha modificado la ubicación de las estaciones con el fin de lograr reducir las distancias de desplazamiento.

Específicamente se modificó la ubicación del almacén de productos terminados, los cuales se encontraban en el segundo nivel; se procedió a ubicarlos en el primer nivel con el fin de evitar y reducir los tiempos de desplazamientos de los operarios de carga hacia las áreas de mantenimiento y almacenes de equipos y/o materiales del Almacén N° 02 en el primer nivel, de igual manera se procedió a ubicar el almacén de materiales e insumos N°01 en el primer nivel; con el fin de evitar y reducir los tiempos de desplazamientos de los trabajadores de las diversas áreas en búsqueda de material. A la vez se procedió a reubicar a los operarios de la zona de despacho, de tal manera que reduzca el recorrido y el tiempo de traslado del área de producción de la empresa.

Dado las modificaciones detalladas líneas arriba, se ha optado por la adquisición de una estructura en forma de "L" la cual estará compuesta por bandejas, donde transitaran los distintos de equipos y maquinarias para los servicios de integración tecnológica; en la tabla 50, se observa el costo por la implementación de la estructura y las bandejas. Mediante la mejora del Layout de planta se logra reducir el costo por hora de traslado de 8 a 3 horas, dado que dicha distribución también facilita los traslados de carga por personal operativo desde el almacén a los camiones, que servirán como medio de transporte para la ejecución de los servicios.

Tabla 50

Costos de Estructura y Bandejas

Descripción:	Proveedor	Garantía	Tiempo de Entrega	Costo Total
Estructura de metal en forma de "L" Fabricado en plancha de 3.5mm de espesor Acabado: En esmalte brillante, composición previo tratamiento superficial y mecánico de desengrase y lubricado.	Metalúrgica del Perú S.A.C	01 año	04 días hábiles	S/. 5,680.00
Bandejas de acero Fabricado en plancha de 1.00mm de espesor	Grupo Fierro S.A.	01 año	05 días hábiles	S/. 890.00
Total				S/. 6570.00

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA

5.1 Inversión para la propuesta de mejora

Para llevar a cabo la realización de las propuestas de mejora se necesita una inversión de S/. 33,550.00.

Tabla 51

Inversión total de la propuesta de mejora

INVERSIÓN	SOLES
Implementación MRP II	S/. 12,500.00
ABC	S/. 16,400.00
División de Almacenes	S/. 4,650.00
TOTAL	S/. 33,550.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la empresa decidió que financiaría el 50% (S/. 16,775.00) de la inversión a una tasa de 14% anual por el periodo de un año, generándose el siguiente cronograma de pagos:

Tabla 52

Cronograma de pagos de préstamo

TIPO DE PAGO		
DEUDA	16,775.00	
TEA MENSUAL	1.10%	14% anual
PLAZO DE REPAGO (meses)	12	
CUOTA	S/. 1,499.67	

Fuente: Elaboración propia

PERIODO	DEUDA	INTERES	AMORTIZACION	CUOTA	SALDO
0	16,775.00	0.00	0.00	0.00	16,775.00
1	16,775.00	184.17	1,315.50	S/. 1,499.67	15,459.50
2	15,459.50	169.73	1,329.94	1,499.67	14,129.56
3	14,129.56	155.13	1,344.54	1,499.67	12,785.01
4	12,785.01	140.37	1,359.31	1,499.67	11,425.70
5	11,425.70	125.44	1,374.23	1,499.67	10,051.47
6	10,051.47	110.36	1,389.32	1,499.67	8,662.16
7	8,662.16	95.10	1,404.57	1,499.67	7,257.58
8	7,257.58	79.68	1,419.99	1,499.67	5,837.59
9	5,837.59	64.09	1,435.58	1,499.67	4,402.01
10	4,402.01	48.33	1,451.34	1,499.67	2,950.67
11	2,950.67	32.40	1,467.28	1,499.67	1,483.39
12	1,483.39	16.29	1,483.39	1,499.67	-

5.1. Beneficios de la Propuesta

A continuación, se detalla los beneficios que se obtuvieron al aplicar las mejoras respectivas, demostrándose el beneficio antes y; después de dichas implementaciones:

INVERSIÓN ACTUAL	SOLES
Sin Implementación MRP II	S/. 8,870.00
Sin la implementación del ABC	S/. 4,850.00
Sin División de Almacenes	S/. 2,800.00

INGRESOS ACTUALES	S/. 16,520.00
--------------------------	----------------------

RENTABILIDAD ACTUAL	S/. 13.80
----------------------------	------------------

INVERSIÓN CON PROPUESTA DE MEJORA	SOLES
Implementación MRP II	S/. 12,500.00
Implementación ABC	S/. 16,400.00
Distribución de Planta	S/. 4,650

INGRESOS CON PROPUESTAS DE MEJORA	S/. 33,550.00
--	----------------------

RENTABILIDAD CON PROPUESTAS DE MEJORA	S/. 17.65
--	------------------

Se puede observar que la rentabilidad aumentó con la aplicación de las propuestas de mejora, en un 40%

Tabla 53

Ingresos obtenidos

INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
AUMENTO DE PRODUCCIÓN DE LOS DOS PRODUCTOS	S/. 56,440	S/. 52,900	S/. 48,650	S/. 45,984	S/. 44,981	S/. 46,872	S/. 47,986	S/. 42,570	S/. 48,877	S/. 52,359	S/. 42,633	S/. 61,420	S/. 591,672
REDUCCIÓN DE COSTO SIN CONTROLAR INVENTARIOS Y TIEMPOS DE MANTENIMIENTO - PRODUCCIÓN	S/. 28,351	S/. 340,206											
REDUCCIÓN DE PARADAS DE PLANTA	S/. 2,450	S/. 29,400											
TOTAL	S/. 87,241	S/. 83,701	S/. 79,451	S/. 76,785	S/. 75,782	S/. 77,673	S/. 78,787	S/. 73,371	S/. 79,678	S/. 83,160	S/. 73,434	S/. 92,221	S/. 961,278

Fuente: Elaboración propia

5.2 Estado de resultados

Inversión total: S/. 33,550.00

Costo de oportunidad anual: 1.50% mensual

Tabla 54

Estado de resultados

Mensual	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/. 87,241	S/. 83,701	S/. 79,451	S/. 76,785	S/. 75,782	S/. 77,673	S/. 78,787	S/. 73,371	S/. 79,678	S/. 83,160	S/. 73,434	S/. 92,221
Costos operativos		S/. 61,068	S/. 58,590	S/. 55,615	S/. 53,749	S/. 53,047	S/. 54,371	S/. 55,151	S/. 51,359	S/. 55,774	S/. 58,212	S/. 51,403	S/. 64,554
Intereses		S/. 184	S/. 170	S/. 155	S/. 140	S/. 125	S/. 110	S/. 95	S/. 80	S/. 64	S/. 48	S/. 32	S/. 16
Depreciación		S/. 76											
Utilidad bruta		S/. 25,912	S/. 24,865	S/. 23,604	S/. 22,819	S/. 22,533	S/. 23,116	S/. 23,465	S/. 21,856	S/. 23,764	S/. 24,824	S/. 21,922	S/. 27,574
GAV		S/. 6,107	S/. 5,859	S/. 5,562	S/. 5,375	S/. 5,305	S/. 5,437	S/. 5,515	S/. 5,136	S/. 5,577	S/. 5,821	S/. 5,140	S/. 6,455
Utilidad antes de impuestos		S/. 19,806	S/. 19,006	S/. 18,043	S/. 17,445	S/. 17,229	S/. 17,679	S/. 17,950	S/. 16,720	S/. 18,186	S/. 19,003	S/. 16,782	S/. 21,119
Impuestos		S/. 5,546	S/. 5,322	S/. 5,052	S/. 4,884	S/. 4,824	S/. 4,950	S/. 5,026	S/. 4,682	S/. 5,092	S/. 5,321	S/. 4,699	S/. 5,913
Utilidad después de impuestos		S/. 14,260	S/. 13,684	S/. 12,991	S/. 12,560	S/. 12,405	S/. 12,729	S/. 12,924	S/. 12,038	S/. 13,094	S/. 13,682	S/. 12,083	S/. 15,206

Fuente: Elaboración propia

5.3 Flujo de caja

Tabla 55

Flujo de caja

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 14,260	S/. 13,684	S/. 12,991	S/. 12,560	S/. 12,405	S/. 12,729	S/. 12,924	S/. 12,038	S/. 13,094	S/. 13,682	S/. 12,083	S/. 15,206
mas depreciación		S/. 76											
Inversión	-S/. 33,550												
Préstamo	S/. 16,775												
amortización		S/. 1,316	S/. 1,330	S/. 1,345	S/. 1,359	S/. 1,374	S/. 1,389	S/. 1,405	S/. 1,420	S/. 1,436	S/. 1,451	S/. 1,467	S/. 1,483
flujo neto de efectivo	-S/. 16,775	S/. 13,020	S/. 12,430	S/. 11,722	S/. 11,276	S/. 11,106	S/. 11,415	S/. 11,595	S/. 10,694	S/. 11,734	S/. 12,306	S/. 10,691	S/. 13,798

Fuente: Elaboración propia

5.4 Cálculo del VAN/TIR

Tabla 56

Indicadores económicos

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/. 16,775	S/. 13,020	S/. 12,430	S/. 11,722	S/. 11,276	S/. 11,106	S/. 11,415	S/. 11,595	S/. 10,694	S/. 11,734	S/. 12,306	S/. 10,691	S/. 13,798

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 87,241	S/. 83,701	S/. 79,451	S/. 76,785	S/. 75,782	S/. 77,673	S/. 78,787	S/. 73,371	S/. 79,678	S/. 83,160	S/. 73,434	S/. 92,221
Egresos totales		S/. 72,905	S/. 69,771	S/. 66,229	S/. 64,009	S/. 63,176	S/. 64,758	S/. 65,692	S/. 61,177	S/. 66,444	S/. 69,354	S/. 61,243	S/. 76,923

VAN ingresos	S/. 358,452	SOLES
VAN egresos	S/. 298,987	SOLES
PRI	1	MESES

VAN	S/. 36,186
TIR	73.6%
B/C	1.20

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

- 6.1.1** Después de la realización de las propuestas de mejora en el área de producción de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., se logró aumentar la venta en sacos en un 20% y las ventas en soles en un 35%, también se logró reducir el número de trabajadores de 45 a 35 trabajadores, todo esto con la propuesta de mejora del MRP II. Con la propuesta de mejora de la distribución de almacenes y sistema ABC, se logró reducir los costos de almacenamiento al 40%. Cabe mencionar que todo lo anterior se vio reflejado en la obtención de ingresos de un total de S/. 961,278.
- 6.1.2** El VAN (valor actual neto) de la implementación de este proyecto es de S/. 36,186.00, lo que indica que es un proyecto Rentable para la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L.
- 6.1.3** La tasa interna de retorno (TIR) obtenida fue de 73.6 %, esta es la tasa a la cual retornará la inversión de este proyecto y que es mucho mayor al costo de oportunidad (cok) de la empresa el cual es de 20%; por lo que el proyecto según este indicador es Rentable.
- 6.1.4** El indicador de costo beneficio tenemos un 1.20, lo que nos indica que por cada S/. 1.00 invertido en este proyecto, la empresa ganará S/. 0.20.

Resultados de Causa Raíz – Herramienta de Mejora

DIAGNÓSTICO: INDICADORES EN EL ÁREA DE LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO						
Cr	Causa	Actual	Meta	Beneficio	Herramienta de Mejora	Metodología
CR1	Inadecuado manejo de materiales e insumos	60%	97%	37%	ABC	GESTIÓN DE PRODUCCIÓN
CR8	No existe una adecuada planificación de la producción	84%	95%	11%	MRP II	
CR3	No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén	40%	80%	40%	División de Almacenes	
CR10	Órdenes de Aprovisionamiento incompletas	7.5	2.5	5%	MRP II	
CR9	Falta de planificación de actividades de operarios en producción	20	72	57%	MRP II	

Fuente: Elaboración Propia

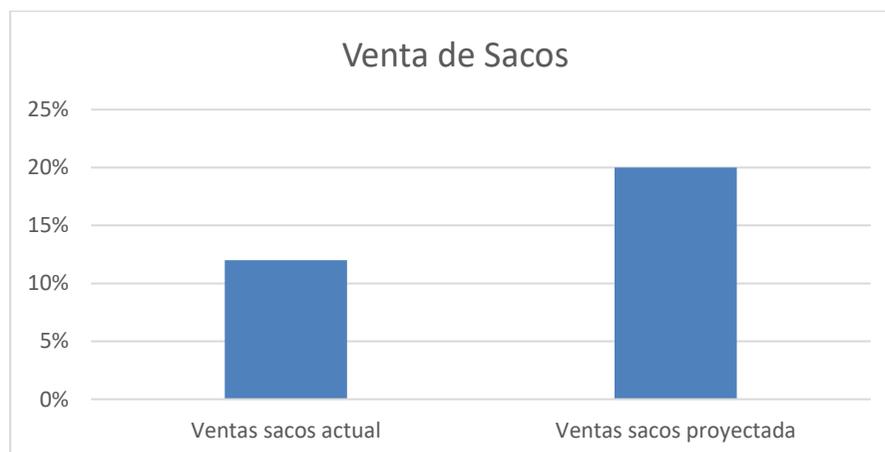
Beneficios de la Propuesta de Mejora

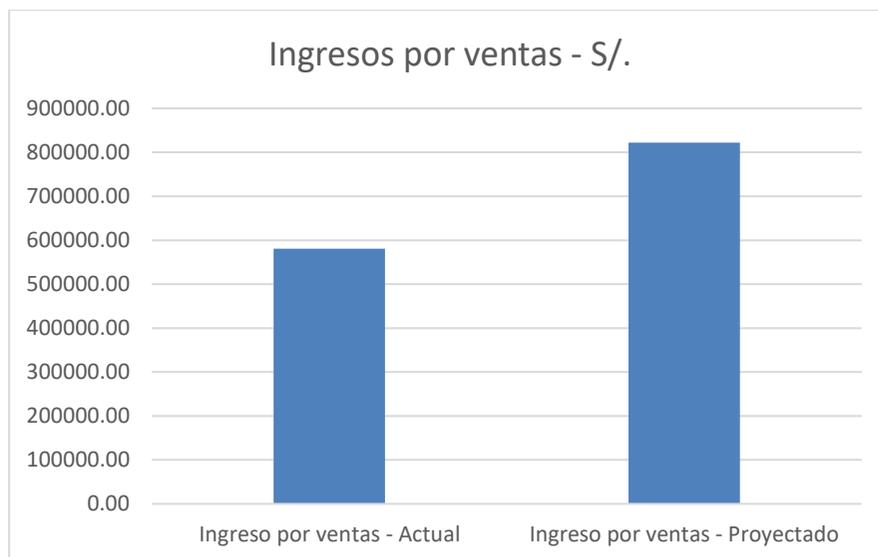
BENEFICIOS DE LA PROPUESTA DE MEJORA				
Cr	Causa	Actual	Meta	Beneficio
CR1	Inadecuado manejo de materiales e insumos	60%	97%	37%
CR8	No existe una adecuada planificación de la producción	84%	95%	11%
CR3	No cuenta con check list de registro de materiales e insumos de Almacén	40%	80%	40%
CR10	Órdenes de Aprovisionamiento incompletas	7.5	2.5	5%
CR9	Falta de planificación de actividades de operarios en producción	20	72	57%

Fuente: Elaboración Propia

6.2 Discusión

Luego de la aplicación de las propuestas de mejora: MRP II, ABC y División de Almacenes; ayuda a mejorar la de la producción de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., debido a que se logró aumentar la venta en sacos en un 20% (4869 sacos más) y las ventas en soles en un 35% (S/. 822,058.00). También se logró reducir el número de trabajadores de 45 a 35 trabajadores lo que genero un ahorro anual en salarios de S/. 12,500. Todas estas propuestas generaron ingresos por un total de S/. 961,278. Cabe mencionar que, en base a la tesis presentado por Mónica Paola Zapata Degregori (2003), en su tesis “Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del “Resultado Operativo”, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Mayor de San Marcos. El objetivo principal de este trabajo fue: presentar el proceso de Control de Costos de una Operación Minera mediante el Método del Resultado Operativo, sistema de planeamiento y control de proyectos efectivo pues conjuga una gran variedad de aspectos tales como: avance físico, producción, rendimientos, resultado económico, resultado financiero, etc., que usan las empresas constructoras y que se está implantando actualmente en una empresa minera. En tal sentido, el análisis de la situación actual en materia de gestión de producción de la mina de cal Resurrección E.I.R.L., permitió hallar los principales problemas de la empresa para aumentar su rentabilidad y reducción de costos operativos. A continuación, se detallan los siguientes gráficos:





6.2.1 El VAN del presente trabajo fue S/. 36,186, el cual se obtuvo por el aumento del 20% en las ventas, la reducción de la MO de producción por la implementación del MRP II y la división de los almacenes. Esto generó ingresos anuales de S/. 4, 670,780 y se obtuvo un flujo neto de efectivo mensual promedio de S/. 389,232 a una tasa de 1.50% mensual.

6.2.2 Para la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., la tasa base para determinar que un proyecto es viable es de 20% anual, para determinar el TIR de la propuesta de mejora se hizo evaluación dentro de un periodo de 1 año, teniendo una inversión de S/. 33,550 soles y un flujo de efectivo mensual promedio de S/. 389,232 obteniéndose como resultado un TIR de 73.6%, con lo cual nos indica que el proyecto es rentable, además toda la inversión se recupera en un periodo de 2 meses.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- 7.1.1** Se realizó el diagnóstico del estado actual de la gestión de producción de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., encontrando que los principales problemas que incrementan los costos operacionales en Producción son: inadecuado manejo de materiales e insumos, no cuenta con Check list de registro de materiales e insumos de Almacén, no existe una adecuada planificación de la producción, entre otros.
- 7.1.2** Se logró reducir los costos operacionales por medio de la propuesta de Gestión de Producción de la empresa RESURRECCIÓN E.I.R.L., debido a que se logró aumentar la venta en lotes de sacos en un 20% y las ventas en soles en un 35%, también se logró reducir el número de trabajadores de 45 a 35 trabajadores, todo esto con la propuesta de mejora del MRP II. Con la propuesta de división de almacenes e implementación del sistema ABC se logró reducir los costos de almacenamiento a un 40%. Cabe mencionar que todo lo anterior se vio reflejado en la obtención de ingresos de un total de S/.961.278 soles.
- 7.1.3** Se hizo la evaluación económica antes, durante y después de la propuesta de mejora en un periodo de 12 meses, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE, dado que la rentabilidad actual de la empresa (antes y durante) era de 25% y se logró aumentar a un 40%. Cabe mencionar que se tuvo un financiamiento del 50 % de la inversión a una tasa de 14% anual por el periodo de un año.

- VAN: S/. 36,186
- TIR : 73.6%
- B/C : 1.2

7.2 Recomendaciones

- 7.2.1** Monitorear el seguimiento a la gestión de producción de la empresa para mantener la rentabilidad de la empresa.
- 7.2.2** Realizar el seguimiento adecuado con el diagnóstico de la producción, a fin de establecer un control de sobrecostos.
- 7.2.3** Aplicar todas las propuestas de mejora aplicadas en este trabajo, para asegurar que la gestión de la producción mejore.
- 7.2.4** Aplicar el plan de producción para asegurar su cumplimiento a través de indicadores de gestión de la producción que les permita determinar cuándo hacer ajustes dentro de su proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas

TEXTOS:

Niebel, Benjamín; Freivalds, Andris; Ingeniería industrial: métodos, estándares de trabajo y diseño del trabajo; 11ava edición, 2005, México Alfaomega

NIEBEL, B.; FREIVALDS, A.; Ingeniería Industrial; 2004. Alfaomega Grupo Editor S.A de C.V. México

Idalberto Chiavenato, Administracion de Recursos Humanos,9°Edicion ,2005

Idalberto Chiavenato, Administracion de Recursos Humanos,9°Edicion ,2005

Jose Maria Cortes Diaz, Seguridad e Higiene en el Trabajo, 9 Edicion ,2007

Ramirez Cavassa, César, Seguridad industrial. Un enfoque integral, 4° Edicion ,2008

Idalberto Chiavenato, Administracion de Recursos Humanos,9° Edicion ,2005

ANEXOS

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.
2014	Enero	94	0.9803	96
	Febrero	92	0.9803	94
	Marzo	92	0.9803	94
	Abril	96	1.0662	90
	Mayo	100	1.1163	90
	Junio	96	1.0376	93
	Julio	88	0.9660	91
	Agosto	84	0.9231	91
	Septiembre	82	0.9374	87
	Octubre	94	0.9946	95
	Noviembre	102	1.0662	96
	Diciembre	88	0.9517	92
2015	Enero	86	0.9803	88
	Febrero	86	0.9803	88
	Marzo	84	0.9803	86
	Abril	94	1.0662	88
	Mayo	94	1.1163	84
	Junio	88	1.0376	85
	Julio	84	0.9660	87
	Agosto	78	0.9231	85
	Septiembre	86	0.9374	92
	Octubre	88	0.9946	88
	Noviembre	92	1.0662	86
	Diciembre	82	0.9517	86
2016	Enero	94	0.9803	96
	Febrero	96	0.9803	98
	Marzo	98	0.9803	100
	Abril	108	1.0662	101
	Mayo	118	1.1163	106
	Junio	106	1.0376	102
	Julio	98	0.9660	101
	Agosto	96	0.9231	104
	Septiembre	94	0.9374	100
	Octubre	96	0.9946	97
	Noviembre	104	1.0662	98
	Diciembre	96	0.9517	101

Fuente: Elaboración Propia

Demanda desestacionalizada pronosticada

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.	Periodo	Pronostico Desest.
2014	Enero	94	0.9803	96	1	17.219563
	Febrero	92	0.9803	94	2	23.909126
	Marzo	92	0.9803	94	3	30.5986889
	Abril	96	1.0662	90	4	37.2882519
	Mayo	100	1.1163	90	5	43.9778149
	Junio	96	1.0376	93	6	50.6673779
	Julio	88	0.9660	91	7	57.3569409
	Agosto	84	0.9231	91	8	64.0465039
	Septiembre	82	0.9374	87	9	70.7360668
	Octubre	94	0.9946	95	10	77.4256298
	Noviembre	102	1.0662	96	11	84.1151928
	Diciembre	88	0.9517	92	12	90.8047558
2015	Enero	86	0.9803	88	13	
	Febrero	86	0.9803	88	14	
	Marzo	84	0.9803	86	15	
	Abril	94	1.0662	88	16	
	Mayo	94	1.1163	84	17	
	Junio	88	1.0376	85	18	
	Julio	84	0.9660	87	19	
	Agosto	78	0.9231	85	20	
	Septiembre	86	0.9374	92	21	
	Octubre	88	0.9946	88	22	
	Noviembre	92	1.0662	86	23	
	Diciembre	82	0.9517	86	24	
2016	Enero	94	0.9803	96	25	
	Febrero	96	0.9803	98	26	
	Marzo	98	0.9803	100	27	
	Abril	108	1.0662	101	28	
	Mayo	118	1.1163	106	29	
	Junio	106	1.0376	102	30	
	Julio	98	0.9660	101	31	
	Agosto	96	0.9231	104	32	
	Septiembre	94	0.9374	100	33	
	Octubre	96	0.9946	97	34	
	Noviembre	104	1.0662	98	35	
	Diciembre	96	0.9517	101	36	
2017	Enero	253	0.9803		37	258
	Febrero	260	0.9803		38	265
	Marzo	266	0.9803		39	271
	Abril	297	1.0662		40	278
	Mayo	318	1.1163		41	285
	Junio	302	1.0376		42	291
	Julio	288	0.9660		43	298
	Agosto	281	0.9231		44	305
	Septiembre	292	0.9374		45	312
	Octubre	317	0.9946		46	318
	Noviembre	346	1.0662		47	325
	Diciembre	316	0.9517		48	332

Fuente: Elaboración Propia

Inventario del mes de Diciembre 2016

	SKU	Lotes de salida
Cal fina	14	28
Cal granulada	15	30
Total inventario inicial	29	58

Fuente: Elaboración Propia

Requerimiento de Producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inventario inicial	58	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65
Pronóstico de la demanda	258	265	271	278	285	291	298	305	312	318	325	332
Reserva de seguridad (20% pronóstico)	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66
Requerimiento para la producción	252	266	273	279	286	293	300	306	313	320	326	333
Inventario Final	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66

Fuente: Elaboración Propia

Participación de productos en el mes de Enero

Pronóstico Enero 2017	Unidades	Cantidad	lotes	%	sacos
Cal fina	lotes	17	34	36%	91.02
Cal granulada	lotes	30	60	64%	161

Fuente: Elaboración Propia

Explosión del plan

1	2	3	4	Total
23	23	23	23	91
40	40	40	40	161

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad de planta

Capacidad de planta	440	lotes/mes
Cambios de producción	2	productos/día

Fuente: Elaboración Propia

Componentes por cada Sku

Producto (Presentación)	Stock Seguridad
Cal fina	18.20
Cal granulada	32.13

Fuente: Elaboración Propia

Cantidad a producir por cada Sku

Producto (Presentación)	Sacos - Kilos (Prod Final)				Fórmulas (Componente)	
	Fuente de demanda	Stock de seguridad	Inventario Inicial	Cantidad a producir sacos	Volumen por formula	Número de fórmulas
Cal fina	91	18	28	81	60	1
Cal granulada	161	32	30	163	50	3

Fuente: Elaboración Propia

Programa de producción semanal

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Cal fina	20	20	20	20	81
Cal granulada	41	41	41	41	163
Total sacos	61	61	61	61	244

Fuente: Elaboración Propia

Comprobación de la programación

1	2	3	4
26	23	21	18
31	31	32	32

Fuente: Elaboración Propia

Programación semanal por fórmulas

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Cal fina	0.34	0.34	0.34	0.34	1
Cal granulada	0.81	0.81	0.81	0.81	3

Fuente: Elaboración Propia

Programa de producción diario

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3	3	3	3	3	3	20
Cal granulada	7	7	7	7	7	7	41
Total lotes	10	10	10	10	10	10	61

Fuente: Elaboración Propia

Programa de producción diario balanceado

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Ron Cartavio Aniversario 750 ml	3,346	3,346			3,166	3,166	13,025
Ron Cartavio Gran Black 750 ml			4,056	4,056	3,116	3,116	14,345
Ron Cartavio Solera 750 ml	2,936	2,936					5,872
Ron Cartavio XO 750 ml			2,226	2,226			4,452
Total litros	6,282	6,282	6,282	6,282	6,282	6,282	37,694

Fuente: Elaboración Propia

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3,346	3,346			3,166	3,166	13,024
Cal granulada			4,056	4,056	3,116	3,116	14,344
Total lotes	3,346	3,346	4,056	4,056	6,282	6,282	27,368
	-3,336	-3,336	-4,046	-4,046	-6,272	-6,272	

Programa de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	55.77	55.77	-	-	52.77	52.77	217
Cal granulada	-	-	81.12	81.12	62.32	62.32	287

Fuente: Elaboración Propia

Programa definitivo de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	56.00	56.00	-	-	53.00	53.00	218
Cal granulada	-	-	82.00	82.00	63.00	63.00	290

Fuente: Elaboración Propia

Programa definitivo de producción diario en lotes

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Cal fina	3,360.00	3,360.00	-	-	3,180.00	3,180.00	13,080
Cal granulada	-	-	4,100.00	4,100.00	3,150.00	3,150.00	14,500

Fuente: Elaboración Propia

Lista de Materiales

SKU 1	Cal fina	Ctd Base:	2	
	Piedra caliza	unid	0.9000	
	Petróleo	unid	0.1801	
	Carbón	unid	0.1300	
	motor de arranque	unid	0.0600	
	fragmentación	unid	0.0410	
	triturado	unid	0.0450	
	hornos	unid	0.0290	
SKU 2	Cal granulada	Ctd Base:	2	
	Piedra caliza	unid	0.9000	
	Petróleo	unid	0.1801	
	Carbón	unid	0.1300	
	motor de arranque	unid	0.0600	
	molinos	unid	0.0410	
	triturado	unid	0.0450	
	hornos	unid	0.0290	
Comp 1	cal triturada	Ctd Base:	1 bat	
	caliza	bat	1.0	200
	petróleo	kg	90	90
	carbón	kg	90	90
	horno	kg	180	180
				560
Comp 2	cal procesada (molino)	Ctd Base:	1 bat	
	caliza	bat	1.0	500
	petróleo	kg	90	90
	molino	kg	90	90
Comp 3	Piedra caliza	Ctd Base:	1 bat	
	pedra caliza	kg	500	

Fuente: Elaboración Propia

Inventario de materiales

Tipo	Material	Und	Cantidad	Nivel	Tam Lote	Lead Time
Sku 1	Cal fina	lotes	-	1	LFL	0
Sku 2	Cal granulada	lotes	-	1	LFL	0
Comp 1	Cal triturada	Bat	0	2	LFL	0
Comp 2	Cal procesada (molino)	Bat	0	2	LFL	0
Comp 4	piedra caliza	Bat	0	2	LFL	0
Mat1	Piedra caliza	unid	165	3	1000	1
Mat2	Petróleo	unid	252	3	5000	1
Mat3	Carbón	unid	137	3	1000	1
Mat4	motor de arranque	unid	95	3	5000	1
Mat5	fragmentación	unid	157	3	800	1
Mat6	triturado	unid	120	3	5000	1
Mat7	hornos	unid	60	3	2000	0
Mat8	molinos	unid	40	3	1500	0

Fuente: Elaboración Propia

Formato para cálculo de requerimientos

Periodo	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas					
Entradas Previstas					
Stock Final					
Necesidades Netas					
Pedidos Planeados					
Lanzamiento de ordenes					

Fuente: Elaboración Propia

Plan de requerimiento de materiales

Comp 1: Cal triturada (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 1	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.020	0.020	0.020	0.020

Comp 2: Cal procesada					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 2	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.041	0.041	0.041	0.041

Mat 1: piedra caliza (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/bat	1	2	3	4
Sku 1	165.0	4	4	4	4
Stock Inicial :	165				
Tamaño de lote :	1000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		4	4	4	4
Entradas Previstas		-			
Stock Final	165	161	158	154	150
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Mat 2: petróleo (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 1	252.0	6	6	6	6
Stock Inicial :	252				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		6	6	6	6
Entradas Previstas		-			
Stock Final	252	246	241	235	229
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 3: carbón (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 2	137.0	6	6	6	6
Stock Inicial :	137				
Tamaño de lote :	1000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		6	6	6	6
Entradas Previstas		-			
Stock Final	137	131	125	118	112
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 4: motor de arranque (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 2	95.0	4	4	4	4
Stock Inicial :	95				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		4	4	4	4
Entradas Previstas		-			
Stock Final	95	91	86	82	78
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Mat 5: fragmentación (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 3	157.0	3.19	3.19	3.19	3.19
Stock Inicial :	157				
Tamaño de lote :	800				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		3	3	3	3
Entradas Previstas		-			
Stock Final	157	154	151	147	144
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 6: triturado (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 3	120.0	2.44	2.44	2.44	2.44
Stock Inicial :	120				
Tamaño de lote :	5000				
Lead-time entrega :	1				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		2	2	2	2
Entradas Previstas		-			
Stock Final	120	118	115	113	110
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-
Mat 7: hornos (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/Litro	1	2	3	4
Sku 1	1,200.0	27	27	27	27
Sku 2	1,200.0	54	54	54	54
		81	81	81	81
Stock Inicial :	60				
Tamaño de lote :	2000				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		81	81	81	81
Entradas Previstas		-			
Stock Final	60	1,979	1,897	1,816	1,735
Necesidades Netas		21	-	-	-
Pedidos Planeados		2,000	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		2,000	-	-	-

Mat 8: molinos (und)					
¿Quién lo requiere?	unid/kg	1	2	3	4
Sku 1	100.0	2	2	2	2
Sku 2	100.0	5	5	5	5
		7	7	7	7
Stock Inicial :	40				
Tamaño de lote :	1500				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		7	7	7	7
Entradas Previstas		-			
Stock Final	40	33	26	20	13
Necesidades Netas		-	-	-	-
Pedidos Planeados		-	-	-	-
Lanzamiento de ordenes		-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 35: Órdenes de Aprovisionamiento (de producción y de compras)

Código de material	Semana			
	1	2	3	4
Cal fina	4	4	4	4
Cal granulada	12	12	12	12
Cal triturada	25	25	25	25
Cal procesada (molino)	0.004	0.004	0.004	0.004
pedra caliza	0.012	0.012	0.012	0.012
Piedra caliza	0.025	0.025	0.025	0.025
Petróleo	0.041	0.041	0.041	0.041
Carbón	1,000	1,000	1,000	-
motor de arranque	-	5,000	-	-
fragmentación	2	3	2	-
triturado	-	5	-	-
hornos	-	8	8	-
molinos	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

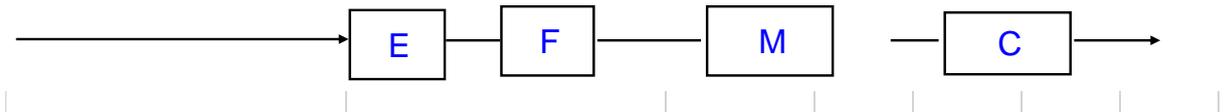
MRP II

Procesos de Producción

E	Extracción
F	Fragmentación
M	Molino
C	Calcinación

Fuente: Elaboración Propia

Disposición de las estaciones de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Hoja de Ruta para Sku y componentes

SKU/Componente		Estaciones de Trabajo			
Código	Descripción	E	F	M	C
S102	Cal fina				x
S103	Cal granulada				x
C201	Cal triturada			x	
C202	Cal procesada (molino)			x	
C203	pedra caliza			x	
C205	Piedra caliza	x	x		

Fuente: Elaboración Propia

Maestro de Materiales

Código	Descripción	Unidad	Tipo	lotes	Stock disponible	Stock Bloqueado	Stock Transito	Valor Unitario	Lead Time(sem)	Tamaño de lote
S101	Cal fina	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S102	Cal granulada	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S103	Cal triturada	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S104	Cal procesada (molino)	lotes	Sku	4.5	-				0	LFL
C201	pedra caliza	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C202	Piedra caliza	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C203	Petróleo	Bat	Comp		-				0	LFL
MT301	Carbón	Bat	Comp		165				1	1000
MT302	motor de arranque	Bat	Comp		252				1	5000
MT303	fragmentación	unid	Mat		137				1	1000
MT304	triturado	unid	Mat		95				1	5000
MT305	hornos	unid	Mat		157				1	800
MT306	molinos	unid	Mat		120				1	5000

Fuente: Elaboración Propia

Maestro Puestos de Trabajo

Código	Descripción	Capacidad (lotes/h)	Horas por día	Dias por semana	Actividad1 Preparación	Actividad2 Mano Obra	Actividad3 Tiemp Maq
E	Extracción	850	8	6		HH	HM
F	Fragmentación	890	8	6		HH	HM
M	Molino	450	8	6		HH	HM
C	Calcinación	200	8	6		HH	HM

Fuente: Elaboración Propia

Maestro Hoja de Ruta

Hoja de Ruta		Material				Puesto de trabajo		Actividades - Producción para 1 hora				Minutos / unidad producida			
Código	Operación	Código	Descripción	Unid	lotos	Código	kilos/hora	Actividad 1 Prepar(hrs)	Actividad 2 (hrs-hombre)	Actividad 3 (hrs-máq)	Producción (litros - bat)	Min / Unid Proceso	Min / Unid Mano obra	Min / Unid Máquina	
HR_0010	10	S101	Cal fina	lotos	2	CA	9,550		22		2	4,775	0.013	0.276	0.025
HR_0020	10	S102	Cal granulada	lotos	3	CA	9,550		22		2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0030	10	S103	Cal triturada	lotos	3	CA	9,550		22		2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0040	10	S104	Cal procesada (molino)	bat	4.5	E	9,550		22		2	2,122	0.028	0.622	0.057
HR_0050	10	C201	pedra caliza	bat	900	E	5,765		15		10	6.41	9.367	140.503	93.669

Fuente: Elaboración Propia

Lista de Capacidades

Producto	Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
Componente	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
Cal fina							0.03	0.62	0.06	6.2827	138.2199	12.5654
Cal granulada							9.37	140.50	93.67	6.2827	138.2199	12.5654
Cal triturada							9.37	140.50	93.67	6.2827	138.2199	12.5654
Cal procesada (molino)				24	432	48						
pedra caliza	32	442	126									

Fuente: Elaboración Propia

Planeación de Necesidades de Capacidad

Períodos Planificación	Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
SEMANA 1												
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	-	0	4	0	-	-	-
pedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	-	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8

SEMANA 2												
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	-	0	4	0	-	-	-
pedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	-	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8

SEMANA 3													
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Cal procesada (molino)	-	-	-	625	11,256	1,251	0	4	0	-	-	-	-
piedra caliza	31,579	442,105	126,316	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	2.6	39.0	26.0	2,728.4	60,024.5	5,456.8	

SEMANA 4													
Cal fina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,158	1,125,471	102,316
Cal granulada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,151	2,929,312	266,301
Cal triturada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,141	531,093	48,281
Cal procesada (molino)	-	-	-	1,251	22,512	2,501	1	15	1	-	-	-	-
piedra caliza	40,000	560,000	160,000	-	-	-	349	5,236	3,490	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	666.7	9,333.3	2,666.7	20.8	375.2	41.7	5.8	87.5	58.2	3,474.1	76,431.3	6,948.3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 43: Resumen del CRP

Períodos		Tiempos E			Tiempos F			Tiempos M			Tiempos C		
		Proceso	Hombre	Equipo									
		Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
Planificación		48	672	192	48	864	96	48	720	480	48	1056	96
S	Horas	9	123	35	10	188	-	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
1	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	-	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
2	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	39	26	45.5	1,000.4	90.9
3	Capacidad												
S	Horas	11	156	44	21	375	42	6	88	58	47.9	1,002.4	90.9
4	Capacidad												

Fuente: Elaboración Propia

Horas de producción programadas por día a plena capacidad

Semana	Puesto de Producción			
	E	F	M	C
S1	1.46	1.74	0.43	7.58
S2	1.46	1.74	0.43	7.58
S3	1.46	1.74	0.43	7.58
S4	1.85	3.47	0.97	7.98

Fuente: Elaboración Propia

Turnos de producción programados por día

Semana	Puesto de Producción			
	E	F	M	C
S1	1.00	1.00		1.00
S2	1.00	1.00		1.00
S3	1.00	1.00		1.00
S4	1.00	1.00		1.00

Fuente: Elaboración Propia

Trabajadores por turno

E	F	M	C	
7.00	8.00	10.00	10.00	35.00

Fuente: Elaboración Propia

Número de trabajadores por semana

Semana	Puesto de Producción				TOTAL
	E	F	M	C	
S1	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S2	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S3	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00
S4	7.00	8.00	10.00	10.00	35.00

Fuente: Elaboración Propia

Fotografía Desatado y desquinche en la cantera



Fotografía Proceso de chancado en la cantera RESURRECCIÓN E.I.R.L.



Fotografía Transporte Interno en la cantera roca caliza chancada en cantera. (Chancado primario)



Fotografía Fragmentación secundaria y recargada de hornos



Fotografía Proceso de calcinación



Fotografía Proceso de enfriamiento.



Fotografía Selección De Cal



Fotografía Proceso de molienda



Fotografía Molinos de martillos fijos



Fotografía Chancadora de quijada



Fotografía Almacenamiento de cal Guesa



Fotografía Carguío de cal a volqueton para su transporte al destino final



Fotografía Almacenamiento de cal fina



Fotografía Almacenamiento de cal granulada.

