

UNIVERSIDAD
HISPANOAMERICANA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
APLICACIÓN DE LEAN
MANUFACTURING, PARA LA MEJORA
DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL
CENTRO DE RECUPERACIÓN DE
RESIDUOS VALORIZABLES; DURANTE
EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2021.
PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA
OPTAR POR EL BACHILLERATO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL.

REALIZADO POR: KRYSTEL ROJAS BOLAÑOS.

TUTOR: ING. OSCAR CHAVARRÍA CALDERON.

SAN JOSÉ, JUNIO 2021.

DECLARACIÓN JURADA

Yo Krystel Rojas Bolaños, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 206590521 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES; DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2021, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 16 días del mes de Junio del año dos mil veinte uno.



Firma del estudiante

Cédula

2-659-521

ACTA DE APROBACIÓN

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 20 Septiembre 2021

Señores:


Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Krystel Rojas Bolaños con número de identificación 206590521 autor (a) del trabajo de graduación titulado APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES; DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2021 presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial (SI / NO) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


Firma y Documento de Identidad

2-659-521

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana|

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.



Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: **Ing. Ana Catalina Leandro Sandi**, representante dirección de carrera, **Ing. Óscar Chavarría Calderón** tutor y **Ing. Jorge Rovira Guzmán** lector, se presenta a la postulante **Rojas Bolaños Krystel** Cédula n° **2-0659-0521** quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: "**MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES; DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2021**". Para optar por el grado académico de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al período de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que a la estudiante: **Rojas Bolaños Krystel**, ha **aprobado** su requisito de graduación con un puntaje de **92** en la escala de 0 a 100.

Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: lunes 20 de setiembre del 2021.

Director(a) de Carrera:	Ana Catalina Leandro Sandi	Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi Fecha: 2021.09.20 16:48:45 -05'00'
Tutor(a):	Jorge Rovira Guzman	Firmado digitalmente por Jorge Rovira Guzman Fecha: 2021.09.20 16:56:55 -05'00'
Lector(a):	Oscar Alberto Chavarría Calderón	Firmado digitalmente por Oscar Alberto Chavarría Calderón Fecha: 2021.09.20 17:04:41 -05'00'
Estudiante:		

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 21 de junio de 2021.

Sres.

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Estimados señores:

La estudiante **KRYSTEL ROJAS BOLAÑOS**, cédula de identidad número 206590521, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES, DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO 2021"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de **BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20
	TOTAL		95

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

**OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.06.21 12:56:35 -0500

**ING. ÓSCAR ALBERTO CHAVARRÍA CALDERÓN
CÉDULA 109650295, CARNET # II-31443**

CARTA DE LECTOR

San José, 18 de julio, 2021.

**Señores:
Ingeniería Industrial
Universidad Hispanoamericana.**

Estimados señores:

La estudiante, KRYSTEL ROJAS BOLAÑOS cédula de identidad número **206590521**, presentó el trabajo de investigación denominado: " **APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING, PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES; DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL AÑO**", el cual elaboró para optar por el grado académico de **BACHILLERATO** en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de lector, he verificado en detalle, los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; propuesta, conclusiones y recomendaciones del TFG.

Por lo anteriormente señalado, puede continuar con el proceso

JORGE
FRANCISCO
ROVIRA
GUZMAN
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JORGE
FRANCISCO ROVIRA
GUZMAN (FIRMA)
Fecha: 2021.07.18
16:20:31 -06'00'

**Nombre: Jorge Rovira Guzmán
Cédula identidad 1-0749-0253
Carné Colegio Profesional N: II-29011**

DEDICATORIA

A Dios, sin él nada es posible.

A mi mamá, mi esposo y mi hijo, ellos son mi apoyo incondicional y mi mejor impulso para crecer y querer ser mejor cada día.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar hasta acá, porque siempre me ha amado, me ha protegido y me ha cuidado como la niña de sus ojos, me ha visto con amor eterno, todo lo que soy y lo que tengo se lo debo únicamente a él.

A mi esposo por siempre brindarme su apoyo, su amor y por ser incondicional.

A mi mamá, por impulsarme a estudiar y a concluir esta etapa.

A mi hijo, que es mi mayor tesoro, mi orgullo y mi inspiración para ser el mejor ejemplo ante sus ojos.

A mi suegro, por compartirme su sabiduría y conocimiento en este proceso.

Al personal del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, por haberme dado la oportunidad de realizar mi proyecto de graduación en dicha institución.

A todos los involucrados en este proceso, por extenderme la mano a lo largo de estos meses.

A mi tutor, por todo el apoyo brindado en este tiempo.

A todos, gracias!.

ÍNDICE

DECLARACIÓN JURADA	I
ACTA DE APROBACIÓN	II
CARTA DEL TUTOR.....	V
CARTA DE LECTOR	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	XXII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XXIII
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.	5
1.2.1 Descripción general de la empresa o institución.	7
1.2.1.1 Visión institucional.	7
1.2.1.2 Misión institucional.	7
1.2.1.3 Valores Institucionales.....	8
1.2.1.4 Estructura organizacional.	8
1.2.1.4 Tipo de Productos	11

1.2.1.5 Descripción general del Proceso productivo	11
1.2.2 Antecedentes de la Institución	12
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	14
1.3.1 Definición del problema	14
1.3.2 Justificación del problema	15
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.	17
1.5.1 Alcances.....	17
1.5.2 Limitaciones.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.	18
2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	19
2.1.1 Fundamento científico de ingeniería industrial	19
2.1.2 Gestión de la información.....	21
2.1.3 Ingeniería Industrial	21
2.1.4 Competencias de un ingeniero Industrial.....	21
2.1.5 Especialidad del ingeniero Industrial.....	22
2.1.6 Procesos Industriales.....	23

2.1.7 Productividad	23
2.1.8 Seis Sigma.....	24
2.1.11 Calidad Esbelta	24
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	25
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE A LA EVALUACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO DEL PROYECTO	26
2.2.1 Impacto a corto plazo.....	26
2.2.2 Impacto a mediano plazo	26
2.2.3 Impacto a largo plazo.....	26
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	27
2.4.1 Centro de Recuperación de Residuos Valorizables de la Municipalidad de Santa Ana	29
2.3.2 Análisis de Causa Raíz (ACR).....	30
2.3.3 D.M.A.I.C	30
2.3.4 Diagnóstico	32
2.3.5 Mejoramiento.....	32
2.4 MEJORA CONTINUA.....	32
2.4.1 El ciclo de P.H.V.A de Edward Deming	32
2.5 PROCESOS	34

2.5.1 Mapa de procesos.....	34
2.5.2 Diagrama de procesos	35
2.5.3 Diagrama de Flujo	36
2.5.4 Diagrama SIPOC	36
2.6 DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO).....	37
2.7 DIAGRAMA PARETO	38
2.8 INDICADORES	39
2.8.1 Clasificación de indicadores	39
2.8.2 Requisitos para cumplir los indicadores	41
2.8.3 Objetivos de indicadores.....	42
2.9 GRÁFICA GANTT	42
2.10 EVALUACIÓN ECONÓMICA	43
2.10.1 Tipos y clasificación de costos	43
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	45
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.1.1 Tipo de estudio.....	46
3.1.2 Tipo de investigación.....	46
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL PROYECTO.....	48

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO (F.C.E)	49
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	50
3.3.1 Método de análisis y síntesis	50
3.3.2 Método experimental	50
3.3.3 Investigación documental	51
3.3.4 Investigación de Campo.....	51
3.4 SUJETOS Y FUENTES.	51
3.4.1 Sujetos.....	51
3.4.2 Fuentes de información.....	51
3.4.3 Fuentes primarias	52
3.4.4 Fuentes secundarias	52
3.5 INSTRUMENTOS.....	52
3.5.1 Observación	52
3.5.2 Focus group.....	52
3.5.3 Entrevista	53
3.5.4 Validación de instrumentos	53
3.5.5 Confiabilidad	53
3.5.6 Validez	54

3.6 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	54
3.6.1 Tabulación, ordenamiento y procesamiento	54
3.6.2 Presentación de la información	54
3.7 VARIABLES.....	54
3.7.1 Variable.....	54
3.7.2 Definición Variable Conceptual	54
3.7.3 Definición Variable Operacional	55
3.7.4 Definición Variable Instrumental	55
3.8 ELEMENTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	55
3.8.1 Gráfica Gantt.....	55
3.8.2 Metodología D.M.A.I.C.....	55
CAPÍTULO IV:LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA.....	57
4. DIAGNOSTICO	58
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	58
4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN INCUMPLIMIENTO EN LAS MÉTRICAS DE PRODUCTIVIDAD DEL CRMV.	58
4.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Recolección y Separación de Residuos Valorizables.	58

4.2.2 Mapa de Procesos de SIPOC	61
4.2.3 Definición del problema.	61
4.3 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	64
4.3.1 Entrevista	64
4.3.2 KPIS.....	64
4.3.3 Encuesta aplicada al encargado del CRMV.....	65
4.3.4 Lluvia de ideas	66
4.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	67
4.5 DIAGRAMA PARETO PRIMER NIVEL.....	71
4.6 DIAGRAMA DE PARETO SEGUNDO NIVEL	75
4.7 REGISTRO DE DATOS	80
4.7.1. Ventas del año 2020.....	80
4.7.2 Ventas por tipo de Material	81
4.8 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO	88
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	90
5. PROPUESTA.....	91
5.1 PLAN DE PROPUESTAS DE MEJORA	92
5.1.1 Propuesta de Gestión Comercial.....	93
5.1.2 Propuesta de mejora para Categoría de Material.	101

5.1.3 Propuesta mejoramiento de Clima Organizacional.	105
5.1.4 Propuesta de mejora para Parada Constante de Banda Transportadora..	111
5.2 PLAN DE INVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CRMV	114
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
6.1 CONCLUSIONES.	119
6.2 RECOMENDACIONES GENERALES.	120
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.	121
BIBLIOGRAFÍA.	122
ANEXOS.	125
Anexo No.1: Bitácoras de tutorías	125
Anexo No.2. Encuesta al Encargado del CRMV	135
Anexo No.4: Informe Técnico de Variador de Velocidad.....	145
Anexo No.5 Extracción de capítulos de Ley 8839	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Centro de Recuperación de Residuos Valorizables.....	3
Figura 2: Mapa del Cantón de Santa Ana.	6
Figura 3: Organigrama de la empresa.	9
Figura 4: Organigrama del CRMV.	10
Figura 5: Competencias del Ingeniero Industrial.....	22
Figura 6: Especialidad del Ingeniero Industrial.	23
Figura 7: Fases DMAIC, utilizadas en la metodología Six Sigma.	30
Figura 8: Ejemplo de Ciclo Deming o PDSA.....	33
Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Flujo.....	35
Figura 10: Símbolos de Diagrama de Flujo.	36
Figura 11: Elementos Diagrama SIPOC.....	37
Figura 12: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 13: Ejemplo Diagrama de Pareto.....	39
Figura 14: Ejemplo de Diagrama de Gantt.	42
Figura 15: Diagrama de Flujo del CRMV.	59
Figura 16: Diagrama de SIPOC.	61
Figura 17: Gráfico Rendimiento productivo 2020.....	62
Figura 18: Encabezado de encuesta aplicada al Encargado del CRMV.	65

Figura 19: Lluvia de ideas.	66
Figura 20: Diagrama de Ishikawa.	67
Figura 21: Colaboradores de CRMV.	68
Figura 22: Banda Transportadora de CRMV.	69
Figura 23: Ingreso Material CRMV.	70
Figura 24: Encuesta aplicada a colaboradores del CRMV.	72
Figura 25: Diagrama de Pareto.	74
Figura 26: Encuesta Re-aplicada a Colaboradores del CRMV.	76
Figura 27: Diagrama de Pareto Nivel II.	78
Figura 28: Gráfico de Ventas del CRMV, año 2020.	81
Figura 29: Gráfico de Ventas Cartón 2020.	82
Figura 30: Gráfico de Ventas Papel 2020.	83
Figura 31: Gráfico de Ventas Periódico 2020.	83
Figura 32: Gráfico de Ventas Tetrabrick 2020.	84
Figura 33: Gráfico de Ventas Vidrio 2020.	85
Figura 34: Gráfico de Ventas Plástico 2020.	86
Figura 35: Gráfico de Ventas Chatarra 2020.	86
Figura 36: Gráfico de Ventas Aluminio 2020.	87
Figura 37: Gráfico de Ventas producto de Reusó (REU) 2020.	87

Figura 38: Gráfico de Porcentaje de Participación.	94
Figura 39: Boleta Infracción Gestión Residuos Valorizables.....	103
Figura 40: Figura pasos clave en Evaluación de Desempeño.....	106
Figura 41: Formulario de Evaluación de Desempeño.	107
Figura 42: Bitácora de control de Capacitaciones.	110
Figura 43: Diagrama de Gantt Propuestas CRMV.	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Rendimiento Productivo del año 2020.	62
Tabla 2: Tabla de Posibles causas que pueden afectar la Productividad del CRMV.	73
Tabla 3: Tabla de causas más frecuentes que pueden afectar la Productividad del CRMV.....	77
Tabla 4: Cuadro de Ventas de Material Valorizable, año 2020.....	80
Tabla 5: Cuadro de Ventas en Colones por tipo de Material Valorizable, año 2020.	82
Tabla 6: Tabla D.M.A.I.C.....	91
Tabla 7: Causas y Propuestas a implementar en CRMV.....	92
Tabla 8: Participación de Ventas de Material Valorizable del año 2020.....	93
Tabla 9: Precio de Venta de Material Valorizable del CRMV.....	95
Tabla 10: Precio de Venta de Material Valorizable Clientes Directos.....	96
Tabla 11: Cuadro Comparativo de Precio de Material Valorizable.....	97
Tabla 12: Cuadro Comparativo de ingresos del CRMV vrs Ingreso proyectado. .	98
Tabla 13: Cuadro Comparativo de Camiones en el mercado.	99
Tabla 14: Cuadro Precios de Montacargas en el Mercado.	100
Tabla 15: Cuadro comparativo romana de piso para pesar cargas.	101

Tabla 16: Horario de Operación de Banda Transportadora.....	112
Tabla 17: Cuadro Comparativo con paradas y sin paradas en la Operación.	113
Tabla 18: Cuadro Propuestas de Mejora y Costos-Beneficios.	115
Tabla 19: Cuadro Indicadores de Productividad.....	116

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

APEDISPROSA: Asociación de Personas con Discapacidad para el Progreso de Santa Ana.

CRMV: Centro de Recuperación de Material Valorizable.

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar.

SIPOC: Herramienta para identificar la interrelación y delimitación de los procesos, identificando proveedores, entradas o insumos, proceso, salidas o productos y clientes.

PHVA: Herramienta de mejora continua, Planificar-Hacer- Verificar- Actuar.

6 M: Mano de obra, Métodos, Máquinas, Material, Medición, Medio ambiente.

RESUMEN EJECUTIVO

Rojas Bolaños, Krystel, Universidad Hispanoamericana (Junio, 2021). Aplicación de Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en el Centro de recuperación de residuos valorizables, durante el primer semestre del año 2021. [Tesina]. Chavarría, Oscar.

La Municipalidad de Santa Ana es la institución a través de la cual las personas ciudadanas habitantes de un mismo cantón promueven y administran sus propios intereses. Cada municipalidad está conformada por un Alcalde (sa) Municipal, dos Vicealcaldes, el Concejo Municipal y quienes habitan el cantón. La Municipalidad sesiona por primera vez el 15 de setiembre del año 1907.

Este proyecto se realizará en el área del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, ubicado en la provincia de San José en el cantón de Santa Ana, que se encarga de recibir material reciclable (plástico, cartón, tetrabrick, vidrio, latas y metales), que recolectan en el cantón de Santa Ana, el 70% de este material es comercializado y el 30% se desecha en el relleno sanitario de dicho cantón, debido a que son desechos que se clasifican como basura tradicional y no como material valorizable.

La propuesta de mejora se enfocó en realizar una investigación de los procesos realizados en el CRMV, en búsqueda del mejoramiento de la producción mensual deseada.

Las 4 propuestas para el mejoramiento de la productividad fueron:

- Gestión comercial en búsqueda de clientes directos, generando mayores ingresos al CRMV.
- Aplicar multas conforme a la Ley 8839, con el fin de que la población realice una separación adecuada de los residuos valorizables.
- Generar evaluaciones de desempeño a los colaboradores.

- Adaptarle a la banda transportadora un variador de velocidades.

El análisis costo beneficio de las propuestas anteriores se detalla a continuación:

Beneficio/Costo: $\text{¢}66,226,205/\text{¢}44,144,350 = \text{¢}1,50$.

Lo que quiere decir que el proyecto si vale la pena, ya que, por cada colón invertido se va tener un ingreso de $\text{¢}1,50$. Lo que indica que es un proyecto viable para la Municipalidad de Santa Ana en beneficio de sus habitantes.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Este proyecto es un estudio que se realizará en el área del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, se analizará el proceso actual y posteriormente se presentarán herramientas propias de la carrera de ingeniería industrial, con el fin de implementar una propuesta de mejora y lograr un aumento en la meta mensual de producción.

El fin de este proyecto de investigación es lograr alcanzar la meta mensual de producción, de manera que esta meta se cumpla, se podría abarcar con la recolecta de residuos valorizables en más cantones de la comunidad para comercializar más producto, y por ende, la rentabilidad de la institución mejoraría.

Esta investigación se basará en la optimización de los procesos del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, mediante la aplicación de un sistema de lean manufacturing para mejorar la productividad. Se realizará con base en la metodología DMAIC, con herramientas de ingeniería tales como: mapeo de procesos, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, SIPOC, entre otras, para así mejorar la meta de la producción mensual.

A continuación, se muestra la planta ubicada en Santa Ana, donde se lleva a cabo este proyecto:

Figura 1: Centro de Recuperación de Residuos Valorizables.



Fuente: Fotografía propia tomada en el CRMV.

Este trabajo presenta los siguientes capítulos:

El capítulo I, introducción al proyecto, se detallará la descripción general del proyecto, se identificará la empresa donde se realizará la investigación, así como el planteamiento del problema, objetivos, alcances y limitaciones que se desarrollarán a lo largo de la investigación.

En el capítulo II, esta constituido por aspectos teóricos relacionados con la carrera de Ingeniería Industrial, conceptos, investigaciones, implementaciones y aplicaciones que se utilizarán para llevar a cabo la gestión del proyecto.

En el capítulo III, se desarrolla el marco metodológico para la definición del problema y se detalla de manera teórica las herramientas que se utilizarán para la medición, mejora, implementación y control de resultados del proyecto.

En el capítulo IV, se realiza el diagnóstico del proyecto de graduación, se analizará el problema que se planteó al inicio de la investigación y se verificará si las herramientas utilizadas respaldan la solución al problema.

En el capítulo V, se establece la propuesta de mejora y su fase de implementación, además de los elementos para asegurar su estabilidad y permanencia en el tiempo.

En el capítulo VI, se presentan las conclusiones y las recomendaciones del proyecto.

En la sección final del proyecto se presentará la bibliografía, anexos, apéndices y glosario, que servirán para una mejor comprensión de la investigación.

La línea de investigación que corresponde a este proyecto es:

Operaciones industriales: En esta línea de investigación se encuentran todos aquellos proyectos que promueven la optimización de operaciones y procesos, localización y diseño de instalaciones, distribución de espacios y facilidades físicas, mejora y optimización de la productividad y efectividad de los procesos productivos y de servicios, administración y estandarización de las operaciones, diseño e implantación de líneas de producción, planificación y programación maestra de producción, modelos de producción y operaciones, modelos de servicios en ingeniería de procesos, sistemas de control de producción, sistemas de mejora de eficiencia, eficacia y efectividad de operaciones industriales, logística industrial, gestión de cadena de suministros, gestión de almacenamiento, inventario y distribución y logística de abastecimiento, logística de operaciones, logística de proyectos y logística de residuos.

1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

La Municipalidad de Santa Ana es la institución a través de la cual las personas ciudadanas habitantes de un mismo cantón promueven y administran sus propios intereses. La municipalidad es una persona jurídica estatal, con patrimonio propio y personalidad, y capacidad jurídica plenas para ejecutar todo tipo de actos y contratos necesarios para cumplir sus fines. La municipalidad posee la autonomía política, administrativa y financiera que le confiere la Constitución Política. Cada municipalidad o gobierno local está conformado por un Alcalde (sa) Municipal, dos Vicealcaldes, el Concejo Municipal y quienes habitan el cantón. La Municipalidad sesiona por primera vez el 15 de setiembre del año 1907.

Algunos de los servicios que ofrece la municipalidad de Santa Ana son:

- **Trámites:** Certificaciones, visados, solicitudes de patente, avalúos municipales, declaraciones de impuestos, exoneraciones de bienes inmuebles, permisos de construcción entre otros.
- **Pagos en Línea:** Patentes, impuestos, permisos de construcción, cementerio y arreglos de pago.
- **Bolsa de Empleo:** Promover y facilitar la vinculación laboral entre Empresarios/as públicos y privados que requieren servicios laborales para cubrir sus puestos de trabajo y Habitantes (oferentes) del Cantón.
- **Chat en Línea.**
- **Contraloría:** La Contraloría de Servicios es la oficina que vela porque los usuarios reciban la mejor atención en cada una de las diligencias que realice en los distintos departamentos de la Municipalidad de Santa Ana.

Distritos del Cantón de Santa Ana.

A continuación se adjunta el mapa que detalla los 6 distritos a los cuales la Municipalidad de Santa Ana le brinda sus servicios.

Figura 2: Mapa del Cantón de Santa Ana.



Fuente: Imagen tomada de página web (Municipalidad de Santa Ana, 2021).

<https://www.santaana.go.cr/index.php/institucional/el-canton/mapa>

Límites del cantón

El decreto que creó al cantón de Santa Ana autorizaba al poder ejecutivo para que procediera a determinar sus límites, así como los de los seis distritos que lo integran. A finales de octubre de 1907, el gobierno designó a don Octavio Quesada para practicar los estudios que fijarían los límites, quedando de la siguiente forma:

- **Norte:** Colinda con Heredia y Alajuela.
- **Este:** Colinda con el Cantón de Escazú
- **Oeste:** Colinda con el Cantón de Mora.
- **Sur:** Colinda con el cantón de Mora

1.2.1 Descripción general de la empresa o institución.

La Municipalidad de Santa Ana como se mencionó anteriormente, es la institución a través de la cual las personas ciudadanas habitantes de un mismo cantón promueven y administran sus propios intereses. La municipalidad posee la autonomía política, administrativa y financiera que le confiere la Constitución Política.

Entre las funciones de la municipalidad están: fomentar la participación de los ciudadanos en la toma de decisiones, ofrecer servicios de recolección de basura y limpieza de caños, administrar los cementerios, mantener y construir vías públicas y parques, ofrecer y dirigir servicios públicos como lo son permisos para la construcción y permisos para negocios comerciales, recaudar y administrar los impuestos municipales y otros ingresos, brindar vigilancia y seguridad, mantener los caminos y parques en buen estado, proteger los recursos naturales, convocar a los vecinos de su cantón a consultas populares, además coordinar la participación de instituciones estatales en su cantón, entre otras.

A continuación, se muestra la visión, misión y valores que fueron tomados de la página de la Municipalidad de Santa Ana (Municipalidad de Santa Ana, 2021).

1.2.1.1 Visión institucional.

Ser un gobierno local innovador que brinda las mejores oportunidades para vivir e invertir con servicios sostenibles.

1.2.1.2 Misión institucional.

La Municipalidad de Santa Ana promueve el bienestar de su población generando valor público por medio de inversión y prestación de servicios sostenibles.

1.2.1.3 Valores Institucionales.

Calidad: Colaboradores comprometidos por el desarrollo y la mejor continua de los procesos y servicios municipales.

Transparencia: Cuando el manejo de los recursos y la ejecución de proyectos se realiza de forma clara, veraz y oportunidad; generando confianza en los usuarios y las comunidades.

Trabajo en equipo: Es la ayuda mutua entre dos personas o departamentos, es donde se cooperan y colaboran entre sí para lograr los objetivos propuestos.

Inclusión: Permite la mejora y la generación de oportunidades de acceso en igualdad de condiciones para las personas.

Compromiso: Brindar bienes y servicios de manera oportuna, atendiendo las necesidades e intereses de los usuarios municipales.

1.2.1.4 Estructura organizacional.

La estructura organizacional de la Municipalidad de Santa Ana se encuentra dividida en los siguientes niveles o departamentos.

En el nivel político se encuentra el concejo municipal y el alcalde del cantón de Santa Ana, el Sr. Gerardo Oviedo.

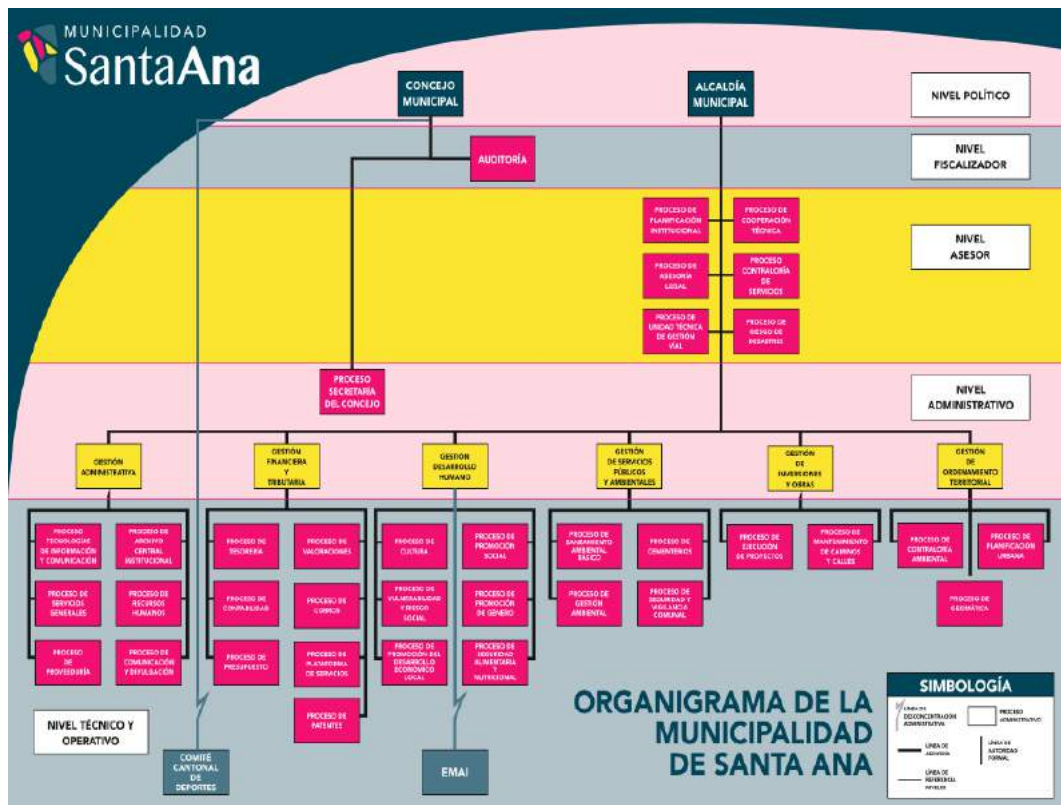
En el nivel fiscalizador se encuentra el departamento de auditoría.

En el nivel asesor, se encuentran los asesores de los diferentes procesos que se llevan a cabo en la Municipalidad de Santa Ana.

En el nivel administrativo se encuentran los encargados de los diferentes procesos administrativos.

En el nivel técnico y operativo se encuentra el comité cantonal de deportes.

Figura 3: Organigrama de la empresa.



Fuente: Imagen tomada de página web (Municipalidad de Santa Ana, 2021).

<https://www.santaana.go.cr/images/documentos/2020/IITRIMESTRE/Organigrama%20MSA%20V2020.pdf>

Estructura Organizacional del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables.

A continuación se presenta la estructura organizacional del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana.

A nivel político se encuentra el alcalde (Jerarca) de la Municipalidad de Santa Ana, el Sr. Gerardo Oviedo, encargado del nombramiento del personal.

En el nivel administrativo se encuentran:

Director de servicios ambientales: Se encarga de revisar y dar seguimiento a las labores que se realizan en el CRMV, apoya las directrices que se generan en la Jefatura del CRMV.

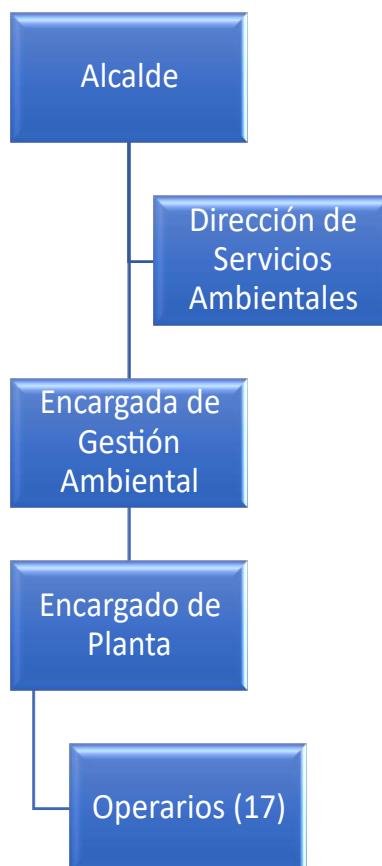
Encargada de gestión Ambiental: Jefatura del CRMV, dirige integralmente los procesos que se dan en el Centro.

En el nivel operativo se encuentran:

Encargado de planta: Se encarga de la operatividad del CRMV.

Operarios de planta: Cumplen con las funciones asignadas cada día para cumplir con las metas de producción

Figura 4: Organigrama del CRMV.



Fuente: Elaboración propia con datos de CRMV.

1.2.1.4 Tipo de Productos

A continuación se detalla los diferentes tipos de producto que se reciben en el Centro de recuperación de residuos valorizables.

Plástico y tetrapack: Botellas plásticas de refresco, agua, detergentes, galones aceite, shampoo, salsas; todas aquellas que lleven el símbolo 1 y 2. También se reciben cajas de plástico duro y tetrapack.

Papel, cartón y cartoncillo: Papel blanco y de color, periódico, cuadernos utilizados, sobres sin ventana, cartón grueso y delgado como el del cereal, guías telefónicas y revistas.

Botellas y frascos de vidrio: De todas las formas y colores.

Aluminio y hojalata: Latas de refresco, cerveza, gaseosa, jugos, bebidas hidratantes. Además de latas de conserva (frutas, atún entre otras), aerosol y pintura limpias.

Todos los materiales se deben de entregar: Lavados, limpios, secos y aplastados, según tipo de material, en bolsa plástica, o bien, si es oscura rotula y bien cerrada.

1.2.1.5 Descripción general del Proceso productivo

La municipalidad de Santa Ana realiza rutas de recolección de residuos valorizables, el calendario con las rutas y horarios se comparte a la comunidad por medio de redes sociales, tales como Facebook y en los chats de WhatsApp de los grupos de las asociaciones de desarrollo de los diferentes distritos de dicho cantón.

Los camiones de la municipalidad realizan la recolección “puerta a puerta” de los residuos valorizables en los diferentes distritos del cantón de Santa Ana, posterior a la recolección, los residuos son entregados en el centro de recuperación de residuos valorizables, el personal de dicho centro se encarga de separar, clasificar y colocar el material según corresponda.

El material que proviene separado desde el hogar es acercado a la tolva de la banda transportadora, posteriormente el material es colocado en la banda transportadora en donde los operarios se organizan para clasificar los diferentes tipos de material y los introducen en los ductos que los canalizan hacia las sacas. Finalmente los materiales son llevados a los contenedores que llegan hasta la empresa comercializadora; los residuos no tradicionales los separan para ser trasladados al relleno sanitario del cantón de Santa Ana.

El vidrio lo separan en estañones y los clasifican por color, para ser procesado en una maquina trituradora de vidrio, también hay clientes que compran las botellas de vidrio enteras, sin triturar.

El cartón lo colocan en contenedores grandes suministrados por clientes fijos, para proceder con el traslado al destino final de una manera mas ágil.

1.2.2 Antecedentes de la Institución

Santa Ana nace como cantón el 31 de agosto de 1907, mediante el Decreto No. 8 del 29 de agosto de 1907. La Municipalidad sesiona por primera vez el 15 de setiembre de ese mismo año.

El primer alcalde del cantón de Santa Ana fue don Agustín Víctor Castro Ramírez, quien tenía en 1906 una finca que comenzaba frente al cementerio y terminaba en el Río Corrogres, al lado norte de la calle real.

El municipio de Santa Ana era hasta hace poco un cantón que en lo cultural e idiosincrasia mantenía características de lo rural campesino de la Meseta Central debido a que la comunicación con el centro de San José era esporádica (citas en el hospital o trámites en oficinas de gobierno).

A partir de la apertura de las carreteras y del modelo de desarrollo económico emprendido por los cantones de Belén y Escazú, se da una nueva imagen a la región en la cual se incluye a Santa Ana. Con esto se genera un nuevo modelo de población

que no comparte en lo histórico y cultural con los pobladores oriundos, pero que se desempeña en la nueva cultura del clúster económico de los cantones del oeste, ligados a la industria, al capital financiero, a la representación de franquicias internacionales y a la vida en condominios con piscina, gimnasio y canchas de tennis, aislados del contexto poblacional pero aprovechando el paisaje rural característico de la región.

La Municipalidad de Santa Ana, a pesar de los pocos recursos que captaba de los pobladores, logró levantar una obra monumental para un cantón rural; el acueducto.

El acueducto lleno el quehacer del Gobierno Local durante gran parte del Siglo XX el otorgamiento de pajas, daba posibilidad a la Municipalidad de regular otros aspectos de las obligaciones del convivir en el cantón. Sin embargo; en los primeros años de la década de los ochenta la Municipalidad decide dar la administración del acueducto al Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Este hecho le permitió al Gobierno Local, dedicarse a dar los pasos necesarios para insertarse en una propuesta hacia el Siglo XXI.

Durante los últimos años, la Municipalidad de Santa Ana ha abierto sus puertas para el establecimiento de diversos convenios con organizaciones de bien social para el cantón. Entre ellos, destaca el que actualmente se tiene con la Asociación de Personas con Discapacidad para el Progreso de Santa Ana (APEDISPROSA). En ese sentido es un gusto para la Institución Municipal indicar que esta organización ha asumido desde hace ya unos años en conjunto con Saneamiento y Gestión Ambiental la responsabilidad de recuperar los residuos valorizables del cantón. Por mucho tiempo esta ruta ha sido por inscripción. Sin embargo, al día de hoy y con el fin de brindar un servicio más completo en todo el cantón se implementó desde febrero del 2012 el sistema “Recolección Puerta a Puerta”, en el que tanto la Municipalidad como APEDISPROSA, realizan la recolección de los residuos en todas las calles del cantón.

Desde el año 2012 la Municipalidad de Santa Ana ha venido realizando de forma permanente la recolección “puerta a puerta” de los materiales valorizables (reciclaje), brindando el servicio una vez por semana en cada uno de los distritos del cantón.

En el periodo del año 2018 se realizó la construcción de un área de operación (nave industrial) de 518 m² con una inversión de 138 millones de colones.

En el año 2019 la Municipalidad de Santa Ana se convierte en la primera institución del Sector Público en poner en operación el Sistema de Bandas Transportadoras para la clasificación de los materiales valorizables (reciclaje). El monto de inversión para la implementación de este sistema fue de 54 millones de colones.

Hoy día la Municipalidad cuenta con el recurso humano capaz de llevar adelante las labores de construcción de proyectos culturales y educativos que contribuyan a forjar la identidad santaneña, poner en ejecución el Plan de Ordenamiento Territorial que nos permita administrar mejor los recursos con que se cuenta en el municipio y los recursos y herramientas tecnológicas que construyan el desarrollo santaneño con calidad de vida para todos los habitantes.

Actualmente la municipalidad cuenta con 300 colaboradores.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.3.1 Definición del problema

El centro de recuperación de residuos valorizables, en el último cuatrimestre del año 2020, mostró una deficiencia en la meta de un 4% en la producción mensual, esto generó un incumplimiento en los indicadores de productividad, así como una disminución en la rentabilidad del negocio debido a la baja producción de los productos comercializables.

El problema detectado es el incumplimiento de la métrica de un 4% en la producción mensual de los residuos valorizables, esto impactaría a la institución en

que el negocio de comercializar productos valorizables no sea tan rentable, al no cumplir con el indicador meta en la producción, la comercialización de los productos valorizables disminuiría, a medida que disminuye la producción, disminuyen los ingresos por la comercialización de los productos valorizables.

Los administradores y los encargados del proceso, consideran esto un problema debido a que consideran que no tendrán la capacidad para cumplir con la meta de producción mensual, recolectar y comercializar más producto valorizable.

Debido a este problema, los indicadores mensuales de productividad han sufrido una baja de un 0.59% en promedio, ocasionando una disminución en los ingresos de los productos comercializados de aproximadamente ₡559,000 colones mensuales.

1.3.2 Justificación del problema

El objetivo de incrementar la productividad del centro de recuperación de residuos valorizables, nace de la necesidad de mejorar el proceso de recolección, separación y clasificación de los materiales valorizables. Para la Municipalidad de Santa Ana este proyecto es muy importante para poder cumplir con los indicadores de productividad establecidos, comercializar más producto y hacer el negocio más rentable.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 Objetivo general

Optimizar los procesos del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, mediante la aplicación de un sistema de lean manufacturing mejorando la productividad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar el proceso, documentación e información disponible del centro de recuperación de residuos valorizables, para desarrollo de objetivo general.
- Determinar cuáles herramientas de lean manufacturing son las más adecuadas para una mejora en los indicadores de producción.
- Diseñar propuestas de mejora en el proceso de recolección, incrementando la productividad del centro de recuperación.
- Implementar herramientas de control y seguimiento de los indicadores de producción, sostenibles a largo plazo.
- Realizar un análisis costo beneficio de la propuesta de implementación, para la cuantificación del impacto generado.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES.

1.5.1 Alcances.

El alcance de este proyecto abarca el área del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, de la Municipalidad de Santa Ana. Desde el año 2012 la Municipalidad de Santa Ana ha realizando de forma permanente la recolección "puerta a puerta" de los materiales valorizables (reciclaje), brindando el servicio una vez por semana en cada uno de los distritos del cantón.

Actualmente el Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, cuenta con el siguiente personal: un director de servicio ambiental, una encargada del sistema de gestión ambiental, un encargado de planta y 17 operarios.

Este centro cuenta con una banda transportadora, una maquina trituradora de vidrio y tres compactadoras, que forman parte del proceso de selección.

1.5.2 Limitaciones.

Tutorías: Debido al estado de emergencia sanitaria nacional provocado por la enfermedad del COVID-19, declarado por el Ministerio de Salud de la republica de Costa Rica; no es posible realizar las tutorías de manera presencial, las mismas son llevadas a cabo de manera virtual por medio de la plataforma TEAMS.

Resistencia al cambio: La propuesta de mejora puede generar resistencia al cambio por parte del encargado de planta, ya que, ha desempeñado dicho puesto desde que se iniciaron operaciones en el centro de acopio y tiene una manera definida de realizar el proceso.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

El marco conceptual es la recopilación de conceptos para el desarrollo del proyecto, sirve para orientar la investigación y la metodología necesaria.

2.1.1 Fundamento científico de ingeniería industrial

No se sabe con exactitud quien creó el nombre de ingeniero para aplicarlo a la profesión de una persona. Lo que sí se sabe es que la primera escuela de ingeniería fue fundada en Francia, en 1795, durante el mandato de Napoleón.

Sin embargo, el gran cambio en las especialidades de la ingeniería que existían hasta ese momento vino con la Primera Revolución Industrial en Inglaterra. Antes de este suceso, la producción en cualquier país era a pequeña escala, para mercados limitados, con productos artesanales y haciendo uso rudimentario de tecnología; no obstante, la industria textil y la cerámica se desarrollaron mas en aquel tiempo en Inglaterra.

La Segunda Revolución Industrial empezó por dos hechos sin precedente: la forma de administrar la industria textil de Brown y Slater, llamada administración integración vertical, y el uso de partes intercambiables. Hasta antes de este concepto, las maquinas eran fabricadas por artesanos, quienes construían y ajustaban cada pieza. Fue durante la fabricación de pistolas que dos ingenieros, Eli Whitney y Simeon North, crearon el concepto de sistema uniforme de producción.

Sin embargo, tres grandes hombres cambiaron el curso de la historia de los Estados Unidos de América y también del resto del mundo: Andrew Carnegie, Henry Ford y Frederick W. Taylor. Sus aportaciones y aplicaciones en la ingeniería son trascendentes básicamente por el instante histórico en que se originaron. Carnegie fue un excelente ingeniero y un gran administrador de la industria del acero.

Por su parte Henry Ford se inició en el mundo de los negocios a finales del siglo XIX, cuando fundó su propia fabrica de autos. Época en la que ya había una serie

de conocimientos importantes para la producción masiva de la mayoría de los productos conocidos. Sin embargo, el dio al mundo una grandiosa innovación conocida como línea de ensamble movible. A fin de hacer posible su afán de que todos los estadounidenses fueran propietarios de un automóvil, su interés se encaminó a la velocidad de producción. Su idea básica fue que en lugar de que los trabajadores acudieran al automóvil para armarlo por partes, el automóvil debería acudir a ellos de manera que el trabajo, es decir, la producción de autos, fuera continua. Así surgió la línea de ensamble móvil.

A Frederick W. Taylor, el tercer hombre que mas ha influido en los procesos industriales de manufactura de Estados Unidos de América y todo el mundo, se le considera el padre de la ingeniería industrial.

El ambiente industrial que se vivía en Estados Unidos de América a principios del siglo XX era propicio para la generación de todo tipo de ideas novedosas. En el mismo campo de la ingeniería industrial surgieron hombres muy creativos, cuyas ideas y métodos subsisten hasta nuestros días. Entre ellos puede mencionar a Frank B. Gilbreth y su esposa Lillian Gilbreth, cuya fama proviene de haber llevado hasta los detalles mas finos el estudio de tiempos y de micro movimientos, ayudados por cámaras de video, con lo cual lograron la optimización de muchos procesos de ensamble realizados manualmente.

La ingeniería industrial aplicada en el siglo XXI ya contempla cómo los inventarios se controlen solos. Basta conectar los sistemas de información de dos empresas, proveedora y compradora, para que cuando los inventarios de materia prima de la empresa compradora disminuyan hasta su punto de re-orden, la computadora de esta empresa le comunique automáticamente al sistema de producción de la empresa vendedora que debe empezar a elaborar cierta cantidad de producto. (Baca, 2015, pág.15-21)

2.1.2 Gestión de la información

El proceso de gestión de la información se compone esencialmente de tres fases: generación de la información, disponibilidad para su acceso y archivo o eliminación de forma permanente. Las nuevas tecnologías han propiciado una serie de cambios fundamentales en este proceso por medio de elementos clave como la automatización de los procedimientos, la implantación de documentos electrónicos y la presencia de servicios en la nube. (Carabantes, 2015, pág. 14).

2.1.3 Ingeniería Industrial

La ingeniería es la profesión en la que los conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con juicio para desarrollar diversas formas de utilizar, de manera económica, las fuerzas y los materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad. (Bacca, 2015, pág. 01)

La Ingeniería industrial, es una ingeniería multidisciplinaria, encargada de la optimización de los procesos, de la gestión de los bienes y servicios de una empresa o compañía, buscando de manera constante la mejora continua de los sistemas.

2.1.4 Competencias de un ingeniero Industrial

Para Palacios (2016), el ingeniero industrial debe tener las siguientes competencias. (pág. 25)

Figura 5: Competencias del Ingeniero Industrial.



Fuente: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos.(Palacios, 2016).

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/114350?page=25>

2.1.5 Especialidad del ingeniero Industrial

El ingeniero industrial puede especializarse en variados campos, su actividad es muy flexible, puede entonces, diseñar y especificar:

1. Sistemas de producción integrando mano de obra, métodos, tiempos, máquinas, materiales, espacio, medio ambiente y recursos económicos.
2. Localización y distribución física de las instalaciones productivas.
3. Sistemas de almacenamiento, manejo y transporte a lo largo de la trayectoria que seguirán los productos y materiales, desde que se inicia el proceso hasta terminarlo. (Palacios, 2016, pág. 26)

Figura 6: Especialidad del Ingeniero Industrial.



Fuente: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos.(Palacios, 2016).

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/114350?page=26>

2.1.6 Procesos Industriales

“En general, un proceso se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persigue un objetivo común. Si a este termino se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial. La transformación de las materias primas se realiza por medio de una serie de etapas lógicas y ordenadas para obtener un producto de valor comercial. Al conjunto de dichos cambios que experimenta el producto final se le conoce como proceso industrial” (Bacca, 2015, pág. 32).

Los procesos industriales son procedimientos que involucran diferentes pasos para obtener como resultado un producto o servicio final.

2.1.7 Productividad

“La productividad (P) es entendida como la relación volumétrica, es decir, no dineraria, entre los resultados producidos y los insumos utilizados en un periodo

determinado. Esta definición es congruente con la famosa frase: “hacer mas con menos” (Bacca, 2015, pág. 75).

La productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados.

2.1.8 Seis Sigma

Seis Sigma (Six-Sigma), cuyo origen estadístico viene de la letra griega sigma (σ), que representa la desviación estándar de un conjunto de datos. Seis Sigma tiene su origen en la industria de la manufactura aunque también se aplica a la industria de los servicios, ya que en cualquier caso en ambos ámbitos existe el concepto (y la consecuencia) del defecto: siempre que un cliente reciba un producto incorrecto hay que resolver un error, produciéndose una falta de satisfacción que tendría como consecuencia la potencial pérdida de clientes y ventas. Seis Sigma es una forma de expresar el nivel de calidad de un proceso. Cuando un proceso alcanza el nivel Seis Sigma, sus defectos tienden a cero, lo que lo convierte en un proceso casi perfecto. Un nivel 6 de Seis Sigma implica un nivel muy bajo de variaciones, prácticamente ningún error, y una posibilidad muy baja de que aparezcan fallos. (García et al., 2019, pág. 60)

El seis sigma es una metodología de mejora y solución de problemas, pretende mejorar los procesos de una empresa hasta llegar a un nivel de excelencia.

2.1.11 Calidad Esbelta

La calidad esbelta (lean), o Kaizen en japonés, es una iniciativa que se enfoca en la mejora continua para eliminar todos los esfuerzos no productivos en todos los procesos. Subraya los pequeños incrementos, con poco o ningún gasto, sin técnicas sofisticadas. La administración impulsa las ideas de los operadores para mejorar su proceso de trabajo. (Besterfield & Pozo, 2009, pág. 126).

La calidad esbelta se enfoca en la excelencia de la manufactura, eliminando todo tipo de desperdicios, buscando la mejora continua y a su vez brinda respeto por los trabajadores.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

En esta etapa se desarrollarán las teorías y los conceptos propiamente relacionados con la realización del proyecto.

Primero se procederá a investigar las posibles causas que están generando el incumplimiento de la productividad mensual, por medio de lluvia de ideas, visitas al sitio, reuniones y entrevistas abiertas a los colaboradores del Centro de Recuperación de residuos valorizables, para recolectar y procesar los datos para el desarrollo del proyecto.

Según García et al.(2019) se define:

Tormenta de ideas (brainstorming): que en este contexto permite recopilar datos de forma creativa a partir de los miembros de un equipo o grupo o de expertos en la materia, para elaborar el plan de gestión de calidad más apropiado para el proyecto. (pág. 91)

Entrevistas: que permiten identificar las expectativas y necesidades de la calidad que debe satisfacer el producto y el proyecto, tanto implícitas como explícitas, formales o informales. Para ello se entrevista a participantes experimentados en el proyecto, interesados y expertos en la materia, en un entorno de confianza y confidencialidad que promueva obtener información comunicada con honestidad y sin sesgos.(pág. 91)

Reuniones: para desarrollar el plan de gestión de calidad y en las que suelen participar: el director del proyecto; el patrocinador; los miembros seleccionados del

equipo; interesados seleccionados; cualquier otra persona con responsabilidades en el plan de gestión de calidad; otras personas según sea necesario. (pág. 92)

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE A LA EVALUACIÓN DEL POSIBLE IMPACTO DEL PROYECTO

El impacto de este proyecto se vera reflejado en el Centro de recuperación de Residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, esta investigación es muy importante para mejorar la productividad, garantizar la rentabilidad del negocio y poder mejorar los ingresos a la institución y, para esto se debe tener una gestión adecuada de los procesos que se llevan a cabo en el centro de acopio.

Los beneficios que se podrán obtener en este proyecto se mencionarán a continuación:

2.2.1 Impacto a corto plazo

Mejorar, controlar y optimizar los procesos del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, involucrando a los colaboradores de la institución.

2.2.2 Impacto a mediano plazo

Identificar y eliminar los cuellos de botella que están generando la baja producción del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables .

2.2.3 Impacto a largo plazo

Aumentar la productividad para lograr alcanzar las metas mensuales establecidas, esto significa lograr un 4% o más en la producción mensual. Lo que se espera de está propuesta de mejora es lograr que la empresa sea más rentable a través del tiempo, abarcar más zonas de recolección del cantón de Santa Ana y aumentar los ingresos de la institución.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

El Centro de recuperación de residuos valorizables de la municipalidad de Santa Ana, actualmente no tiene documentación que respalde la existencia de proyectos o investigaciones acerca del tema de problemas de incumplimiento en los indicadores de productividad mensual, por lo que no se cuenta con antecedentes para este proyecto.

Revisando información referente a otras tesis de ingeniería industrial realizadas en Centros de recuperación de residuos valorizables, se identifica en la biblioteca digital de la Universidad Hispanoamericana, un proyecto de investigación realizado en la Municipalidad de Esparza, el desarrollo de la investigación es similar y se utiliza para un mismo enfoque, que es una propuesta de mejora para el proceso productivo del CRRV de dicha municipalidad.

Según Bogantes (2018), en su proyecto desarrolla herramientas de ingeniería industrial tales como: Diagrama de Ishikawa, diagrama de SIPOC, flujogramas, técnica del interrogatorio, KPIS, estudios de tiempo, entre otros. A continuación se detalla un resumen de las conclusiones y recomendaciones más importantes del proyecto.

En las conclusiones:

- Se logra proponer una mejora en el sistema productivo, con un crecimiento de un 96% en comparación con el anterior.
- Se diseñó un conjunto de diagramas especializados que permiten la claridad y el entendimiento del sistema productivo estudiado y facilitan el análisis de todo el proceso productivo.
- Se calculan los tiempos estándar para las tres salidas que contiene el proceso productivo.

- Se calcula una productividad, de mano de obra, en comparación con la productividad al punto de equilibrio y se realiza un análisis en cuestión que permite la generación de dos tipos de indicadores los cuales son: la cantidad de kilogramos de material reciclable procesados por hora hombre y la generación de dinero por dinero invertido.
- Se realiza un cálculo de capacidad de producción de diseño y de producción efectiva con una eficiencia de 85%.
- Incentivar, promover y señalar la necesidad de generar un ambiente de control dentro del proceso productivo por medio de los indicadores que permiten mantener un proceso controlado y cumpliendo con las expectativas de los usuarios y encargados.

En las recomendaciones:

- Realizar un estudio sobre el material reciclable más rentable, para así potenciar la captación de ese material y generar un mayor beneficio económico para el proyecto.
- Insistir en las campañas de incentivación social, en función al material reciclable más rentable y generar interés de participar en campañas de recolección, aprovechando diferentes canales como lo son los TCU o alguna donación en trabajo publicitario, por parte de alguna empresa interesada en trabajar en campañas de reciclaje.
- Evaluar estrategias que incentiven la participación en el reciclaje, por ejemplo, una disminución en el impuesto de la basura por participar con cierta cantidad de kilogramos anuales de material procesado, recuperado y valorizado.

2.4.1 Centro de Recuperación de Residuos Valorizables de la Municipalidad de Santa Ana.

La Municipalidad de Santa Ana se convierte en la primera institución del Sector Público en poner en operación el Sistema de Bandas Transportadoras para la clasificación de los materiales valorizables (reciclaje).

El sistema fue instalado en el Centro de Recuperación de Materiales Valorizables (CRMV) ubicado en el distrito de Piedades de Santa Ana y ha iniciado operaciones a partir del día 02 de mayo.

El Sistema de Bandas Transportadoras funciona de la siguiente manera: el material que proviene separado desde el hogar es colocado en el Centro de Recuperación (CRMV) y acercado a la tolva de la banda elevadora. Posteriormente el material cae en la banda transportadora en donde los operarios se organizan para clasificar los diferentes tipos de material y los introducen en los ductos que los canalizan hacia las sacas. Finalmente los materiales son llevados a contenedores que llegan hasta la empresa comercializadora.

El monto de inversión para la implementación de este sistema fue de 54 millones de colones. Así mismo, durante el período 2018 se realizó la construcción de un área de operación (nave industrial) de 518 metros cuadrados con una inversión de 138 millones de colones.

Desde el año 2012 la Municipalidad de Santa Ana ha venido realizando de forma permanente la recolección "puerta a puerta" de los materiales valorizables (reciclaje), brindando el servicio una vez por semana en cada uno de los distritos del cantón.

El alcalde, (Oviedo Gerardo, 2019), indica que “Durante los últimos años, la Municipalidad de Santa Ana ha estado desarrollando una serie de acciones dirigidas a la implementación de un Sistema de Gestión Municipal que garantice la prestación eficiente y eficaz del servicio de recolección y tratamiento de los

residuos sólidos, y es por eso que hemos venido implementando tecnología para obtener mejores rendimientos y reducir en la medida de lo posible los costos, con el fin de lograr la sostenibilidad del servicio".

2.3.2 Análisis de Causa Raíz (ACR)

El análisis causa raíz es un método para identificar y analizar las causas que ocasionan problemas, con el fin, de brindar soluciones y prevenir problemas a futuro.

2.3.3 D.M.A.I.C

A continuación, se analizan las diferentes fases DMAIC y diversas herramientas que permiten la implementación de los procesos de mejora continua.

Figura 7: Fases DMAIC, utilizadas en la metodología Six Sigma.



Fuente: Técnicas de mejora continua en el transporte. (Tolosa, 2016).
<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/43771?page=13>

Definir: En esta fase se define el proyecto a realizar.

De acuerdo con Tolosa (2016), en esta primera fase se debe definir el estado actual de los procesos de la empresa o de aquellos sobre los que se quiere actuar en concreto. Para ello, se debe (pág. 15) :

- **Exponer** la documentación de los procesos actuales.
- **Identificar** los flujos de información.
- **Establecer** las responsabilidades y el rol que ha de desempeñar cada participante.

Medir: En esta fase se obtienen datos y mediciones.

De acuerdo con Tolosa (2016), el objetivo de esta fase es identificar el desempeño de los procesos actuales y su grado de eficiencia. De esa manera, además de servir como base de análisis para la siguiente fase, se pueden comparar con los resultados esperados y con los datos obtenidos tras los cambios operativos o de proceso. (pág. 27)

Analizar: En esta fase se analizan los datos y se convierten en información.

Según Tolosa (2016), una vez realizadas las mediciones, hay que proceder al análisis de los datos. Es importante subrayar que hay que buscar el punto óptimo en el número de datos que hay que medir, asumiendo la premisa básica de la gestión estadística que busca el set de datos representativos. (pág. 47)

Mejorar: En esta fase se llevan a cabo acciones para mejorar.

“Entendiendo que se está involucrado en un proceso de mejora continua, esta no tendría sentido si no se establecen técnicas y métodos para hacer los procesos de gestión más eficaces y, en la medida de lo posible, más eficientes” (Tolosa, 2016, pág. 65)

Controlar: En esta fase se verifica que las mejoras implementadas se mantengan.

“Como fase final, es primordial implementar herramientas de control para realizar el seguimiento de las mejoras aplicadas y gestionar su correcta evolución. En este apartado se proponen varias herramientas para controlar y asegurar dichos parámetros”. (Tolosa, 2016, pág. 83)

2.3.4 Diagnóstico

“El diagnóstico interno permite a las organizaciones tener un conocimiento real de sí mismas como un sistema de recursos, capacidades y actitudes que deben posibilitar a cada organización generar resultados distintivos en su desempeño”. (Aldana de Vega, 2011, pág. 102).

2.3.5 Mejoramiento

El mejoramiento continuo, desde el punto de vista de la calidad en la metodología del Lean Manufacturing, significa que no debería pasar un solo día sin que encontremos una mejor forma de hacer las cosas. A esto es a lo que se le llama Kaizen. La palabra japonesa tiene el significado de hacer de una forma superior las cosas, para llegar a un efecto, a un resultado también superior al que se tenía antes. (Gómez y Brito, 2020, pág.108)

2.4 MEJORA CONTINUA

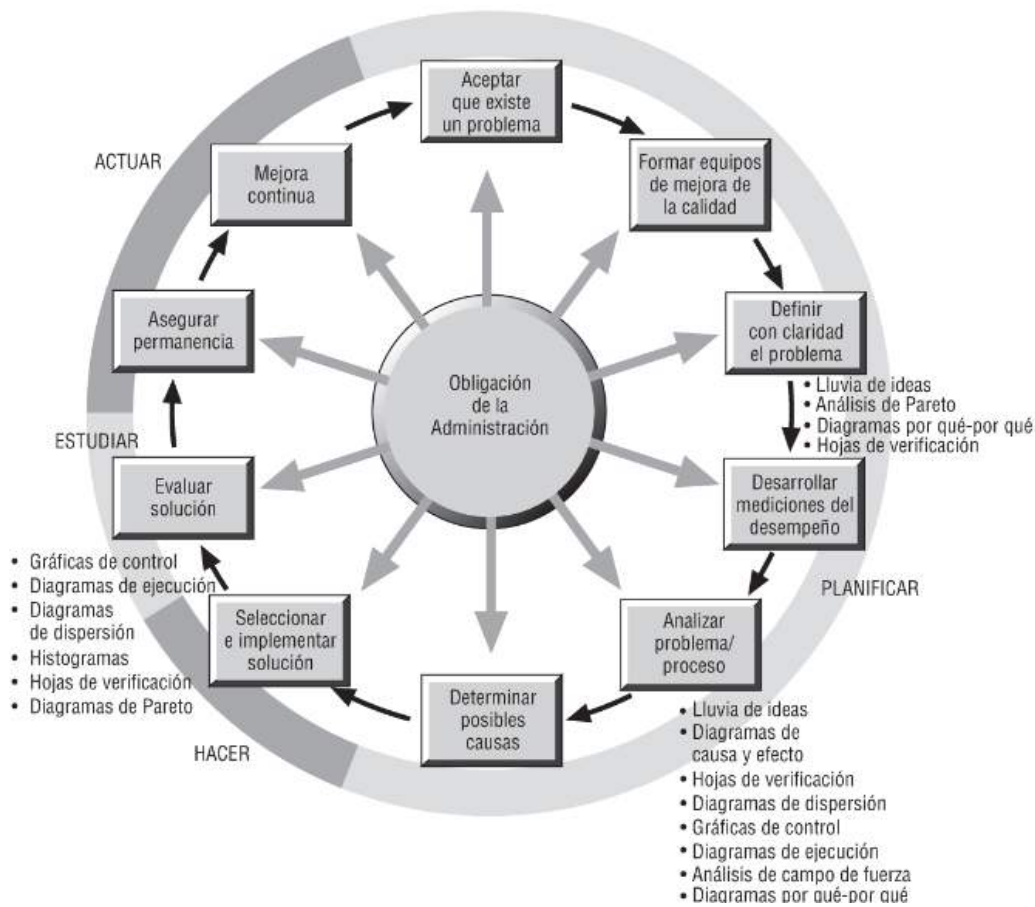
La mejora continua es una herramienta de incremento de la productividad que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso. La mejora continua asegura la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y un análisis medible de cada paso llevado a cabo. (Fernández, 2013, pág. 29).

La mejora continua pretende analizar los procesos actuales de una organización con el fin de mejorarlos continuamente.

2.4.1 El ciclo de P.H.V.A de Edward Deming

La metodología Deming consiste en: Planificar, Hacer, Estudiar y Actuar.

Figura 8: Ejemplo de Ciclo Deming o PDSA.



Fuente: Administración de la calidad. (Madrugal Muñoz et al., 2006).
<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/74129?page=241>

Planificar: En esta fase se define con claridad cuál es el problema, algunas de las herramientas que se pueden utilizar en esta etapa son: entrevistas, lluvia de ideas, diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, y posteriormente se determinan las posibles causas que ocasionan el problema.

En este proyecto se pudo determinar el problema mediante entrevistas a los colaboradores del Centro de recuperación de residuos valorizables, realizando un recorrido por la planta para conocer el proceso y haciendo un análisis de los informes mensuales de producción.

Hacer: Una vez que se identificó la causa principal del problema, se selecciona e implementan posibles soluciones.

Estudiar: Después de implementar posibles soluciones, se evalúa si las acciones llevadas a cabo han funcionado para resolver el problema. Algunas de las herramientas que se pueden desarrollar en esta fase son: gráficas de control, histogramas y diagramas de Pareto.

Actuar: Si la implementación ha solventado el problema, es importante que los controles y procedimientos se mantengan vigentes, para asegurar la permanencia del método y su mejora continua.

2.5 PROCESOS

“Un proceso es una combinación de actividades que toman una o más entradas de factores de producción” (Socconini, 2015, pág. 51)

Un proceso es una secuencia lógica de pasos que se enfoca en mejorar algún resultado.

2.5.1 Mapa de procesos

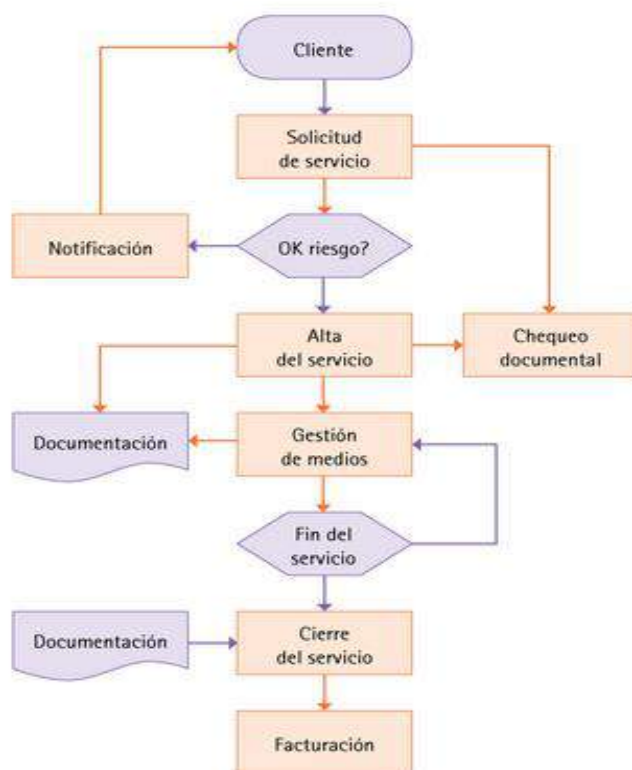
El mapa de procesos es una representación gráfica de la secuencia e interacción de todos los procesos de una organización. Es una representación global, y no hay que confundirla con el flujograma, que se utiliza para representar gráficamente un proceso de manera individual. Esta imagen global de todos los procesos nos ayuda a situarnos fácilmente en la cadena productiva y contribuye a cambiar nuestra percepción actual del trabajo, de tareas hasta cierto modo dispersas, a un conjunto de tareas contextualizadas y orientadas hacia la consecución de un resultado concreto para satisfacer a unos clientes u otras posibles partes interesadas. (Pardo Álvarez, 2017, pág. 67)

2.5.2 Diagrama de procesos

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Se pueden identificar en el las actividades y las interacciones entre los diferentes procesos de la empresa. Realizar un diagrama para cada proceso permite identificar los puntos de control, y sirve como elemento de apoyo en la comprensión de los flujos de trabajo. (Tolosa, 2016, pág. 17).

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de distintas actividades llevadas a cabo en un proceso.

Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Flujo.



Fuente: Técnicas de mejora continua en el transporte. (Tolosa, 2016).

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/43771?page=19>

2.5.3 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo o flujograma es una representación gráfica de la secuencia de actividades que forman un proceso. Los flujogramas son de fácil elaboración e interpretación, constituyendo una alternativa muy apropiada para documentar los procesos, pues de un solo vistazo pueden entenderse con rapidez, incluso no estando familiarizado con esta herramienta. (Pardo Álvarez, 2017, pág. 72)

Figura 10: Símbolos de Diagrama de Flujo.

Símbolos (diagrama de flujo)



Fuente: Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. (Socconini, 2015). <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/42187?page=57>

2.5.4 Diagrama SIPOC

“Es una herramienta que permite analizar un proceso en lo relativo a sus parámetros para así conocer su impacto total en la cadena de valor” (Socconini, 2015, pág. 62)

El diagrama de SIPOC es una herramienta que permite visualizar un proceso, involucrando una serie de parámetros como lo son: proveedores, entradas, procesos, salidas y un resultado final.

Figura 11: Elementos Diagrama SIPOC.



Fuente: Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. (Socconini, 2015). <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/42187?page=62>

2.6 DIAGRAMA ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO)

Es una herramienta gráfica que se obtiene de una tormenta de ideas, en la que se representan de una manera organizada todas las causas de un determinado efecto, con lo cual resulta más fácil visualizar los problemas y las posibles zonas de mejora. (Socconini, 2015, pág. 162)

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que ayuda a identificar las causas-raíces de un problema en específico.

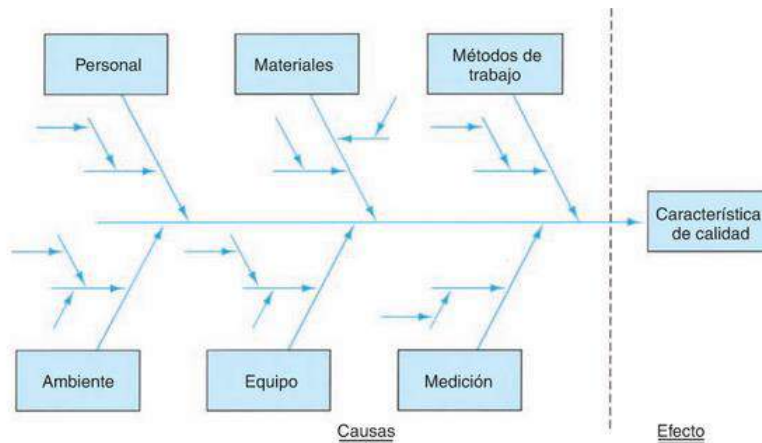
Fue creado en la época de los 60, por Kaoru Ishikawa.

Dentro de las causas más comunes puede mencionarse las 6M:

- Mano de obra
- Máquinas
- Métodos
- Medición

- Materiales
- Medio ambiente

Figura 12: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Control de calidad (8a. ed.). (Besterfield & Pozo, 2009).

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/85088?page=81>

2.7 DIAGRAMA PARETO

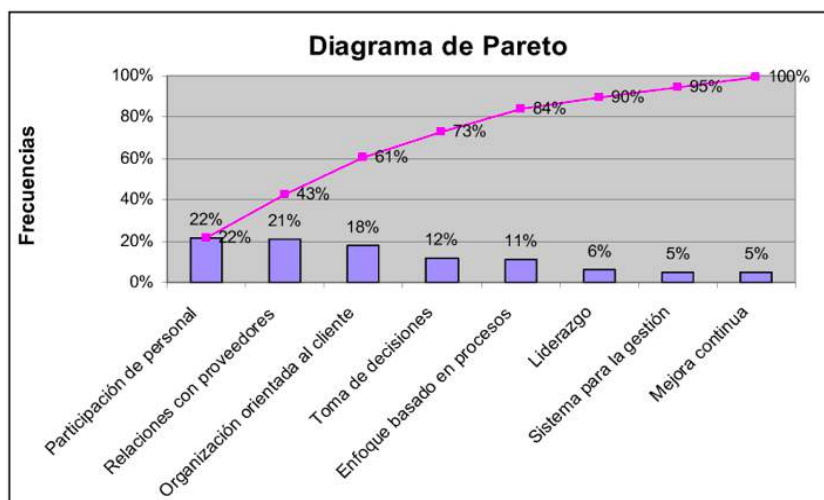
Según Socconini (2015), es una gráfica de barras para datos de conteo o categóricos, ordenadas en forma descendente con respecto a su frecuencia y unido a una ojiva que mide la frecuencia acumulada. La mayor parte de los datos contables se agrupan en una cantidad pequeña de categorías (tipos). Se utiliza para visualizar rápidamente qué factores, causas o valores de un problema o una situación determinada son los más importantes. Con ello se puede saber cuáles hay que atender en forma prioritaria, a fin de solucionar el problema o mejorar la situación. (pág. 176)

Ejemplos:

- El 20 % de los clientes pueden representar el 80 % de las ventas.
- El 20 % de los productos defectuosos representa el 80 % de los costos debido a fallas.

El diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos de mayor a menor, permite visualizar e identificar las causas o problemas más importantes a tratar.

Figura 13: Ejemplo Diagrama de Pareto.



Fuente: Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa. (Stachú, 2009).

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/31400?page=12>

2.8 INDICADORES

Los indicadores constituyen uno de los mecanismos principales para verificar el funcionamiento de los procesos. Se pueden definir como instrumentos de medida que proporcionan datos objetivos del desempeño de los procesos (por ejemplo, porcentaje de servicios con incidencias) La misión principal de los indicadores es conocer si los procesos están siendo eficaces o no. Un proceso es eficaz cuando los resultados obtenidos cumplen con los requisitos demandados por los clientes, ya sean internos o externos. (Pardo Álvarez, 2017, pág. 135)

2.8.1 Clasificación de indicadores

Existen múltiples clasificaciones de indicadores relacionadas con los procesos, a continuación se mencionan algunos de los más importantes:

Según Pardo Álvarez, (2017):

Indicadores de eficacia: nos informan del grado de cumplimiento de requisitos solicitados por los clientes internos o externos.

Indicadores de eficiencia: nos informan de la relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados para conseguirlos. Interesan sobre todo a la dirección de la organización.

Indicadores de resultado: los indicadores de resultado se miden al final del proceso. Si comparamos un proceso con un río que fluye, estos indicadores se medirían en la desembocadura. Nos ofrecen información sobre el resultado final obtenido con el proceso, advirtiéndolo de si el producto o servicio generado ha satisfecho los requisitos acordados con los clientes.

Indicadores directos o de primer nivel: miden una variable o requisito de manera directa, centrandolo la medida en aquello que se desea contrastar.

Indicadores indirectos o de segundo nivel: se utilizan cuando la medida de la variable o requisito a contrastar resulta muy dificultoso o muy caro. En esos casos la medición no se realiza de manera directa, sino que se buscan características correlacionadas con la variable o requisito a medir con las que existe una alta correlación, y son estas características las que se utilizan como indicador.

Indicadores de calidad percibida: miden la opinión del cliente externo respecto a un producto o servicio, evaluando una experiencia específica de consumo y, por ello, constituyen una medida de la satisfacción del cliente. Se construyen de acuerdo con la información directamente proporcionada por los clientes.

Indicadores de calidad objetiva: tratan de contrastar la satisfacción de los clientes externos en función de la información objetiva relacionada con el comportamiento de estos clientes respecto a los productos y servicios adquiridos.

KPI: Las siglas KPI responden al acrónimo en inglés Key Performance Indicators (indicadores clave del desempeño). Son elementos de medida utilizados para determinar el grado de cumplimiento de los aspectos principales del desempeño de una entidad.

2.8.2 Requisitos para cumplir los indicadores

Según Pardo Álvarez, (2017):

Para poder medir e interpretar adecuadamente cada uno de los indicadores diseñados deberíamos determinar una información mínima, que tendría que incluir: responsable de la medición, periodicidad de la medida, fórmula de cálculo y valor umbral. La fórmula de cálculo es muy importante, pues define cómo relacionar los datos para el cómputo del indicador y para su interpretación. También podemos explicitar información relacionada con unidades de medida, fuentes de datos, responsable de análisis, etc. Toda esta información necesaria para poder medir el indicador la podemos recoger en:

- Ficha de proceso: si se dispone de fichas de proceso, en cada ficha se puede recoger la información para definir y medir los indicadores asociados al proceso.
- Ficha del indicador: es una ficha específica para cada indicador en donde se recoge toda la información para definir y medir un indicador.
- Plan de control: es una tabla que aglutina la información para la definición y medición de todos los indicadores existentes, determinando las pautas para la implantación del sistema de indicadores que hayamos diseñado. Tiene la ventaja, frente a las fichas de indicador, de que se trata de un único documento, mientras que las fichas serán tantas como indicadores tengamos.

2.8.3 Objetivos de indicadores

El objetivo de mejora también debe ir acompañado de un indicador para poder apreciar si la mejora propuesta es alcanzada o no. El indicador estará relacionado con la variable o dimensión a mejorar y podríamos estar midiéndolo ya o bien crearlo específicamente para la ocasión. (Pardo Álvarez, 2017, pág. 181)

2.9 GRÁFICA GANTT

“El diagrama de Gantt es una herramienta que permite planificar y visualizar una serie de actividades en un período determinado de tiempo” (Socconini, 2015, pág. 42)

Figura 14: Ejemplo de Diagrama de Gantt.



Fuente: Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. (Socconini, 2015). <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/ereader/bibliouh/42187?page=42>

2.10 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Se refiere al análisis de los aspectos económicos y financieros de las alternativas aprobadas técnicamente, a efecto de generar información objetiva que apoye el proceso de toma de decisiones sobre la alternativa más viable. (Alvarado Verdín, 2016, pág. 252)

2.10.1 Tipos y clasificación de costos

Según, Rincón Soto, y Villarreal Vásquez, (2014).

Clasificación según el tiempo de evaluación:

Los costos históricos: Analizan los costos en que se incurrió en el pasado y los interpreta para analizar la gestión que se realizó en el desarrollo de la actividad.

Los costos presupuestados: Toman datos del pasado y el presente e intentan analizar como será la gestión que se seguirá teniendo, interpretando y mostrando los posibles resultados futuros.

Clasificación según su determinación:

Costos fijos: Son las inversiones que permanecen constantes dentro de un período determinado, sin importar si cambia el volumen de producción. Ejemplos: Sueldos pagados por tiempo, Arrendamientos, Depreciación línea recta, etc.

Costos Variables: Varían directamente y proporcionalmente a los cambios en el volumen de producción. Ejemplos: materia prima, maquila, sueldos pagados por producción, etc.

Costos Totales:

- $\text{Costos Totales} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos Variables}$
- $\text{Utilidad o Pérdida} = \text{Ingresos} - \text{costos}$

- Utilidad o Pérdida = Ingresos - (Costos fijos + Costos Variables)

Costos Mixtos: Son aquellos que tienen una proporción fija y otra variable. Ejemplos: los servicios públicos, sueldos semivariables, etc.

Costos Escalonados: Estos costos son aquellos que se incrementan cuando los niveles de producción tocan restricciones límites fijas, que para poder superarlos se debe realizar inversiones nuevamente fijas, que darán un nuevo nivel de producción que costará lo mismo desde la primera unidad, hasta el límite de productividad restrictiva de la inversión.

Costos directos: Costos representativos dentro de la producción y que se pueden relacionar fácilmente con el producto.

Costos Indirectos: Son todos los costos asociados con la fabricación de los productos, con excepción de los materiales directos, el personal directo y los servicios directos.

Clasificación de los costos por lugar de consumo

Costos de Producción: Son las inversiones que se destinan a la realización de un producto (este producto puede ser un bien o servicio), que se tiene para la venta en el giro ordinario del negocio de la empresa. Los costos de producción quedan capitalizados en un bien o derecho. Los costos de producción están divididos en cuatro componentes: MATERIALES DIRECTOS, PERSONAL DIRECTO, SERVICIOS DIRECTOS Y COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Costos Operacionales: Son las inversiones que se destinan para crear el proceso de socialización de la empresa y los productos (la socialización para nuestro análisis la dividiremos en dos: interna y externa). También reconocidos como gastos administrativos y gastos de venta.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En esta etapa se detallarán las herramientas que se utilizaron para determinar el diagnóstico y definición del problema.

3.1.1 Tipo de estudio

Según Baena, (2014):

Investigación Pura o teórica: es el estudio de un problema, destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento

La investigación aplicada o práctica: tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción.

Este proyecto busca el mejoramiento de los procesos del CRMV, con el fin de lograr las metas de productividad mensual, por lo que se utilizará un estudio de investigación mixto.

3.1.2 Tipo de investigación

Según Baena, (2014):

Investigación documental: La investigación documental es la búsqueda de una respuesta específica a partir de la indagación en documentos.

Investigación de Campo: Las técnicas específicas de la investigación de campo, tienen como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio.

Investigación experimental: La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de que modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento particular.

En este proyecto se realizará una investigación de los procesos del CRMV para determinar las posibles causas que afectan el cumplimiento de la productividad, con el fin de determinar mejoras en los procesos mediante la aplicación de herramientas que permitan lograr el mejoramiento de la productividad mensual del CRMV de la Municipalidad de Santa Ana, por lo que se utilizará la investigación de campo y la investigación documental.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUANTITATIVO DEL PROYECTO.

La metodología que se utilizó para la medición y respaldo cuantitativo de la recolección de datos en el Centro de recuperación de residuos valorizables de la municipalidad de Santa Ana, fueron los indicadores mensuales que se desarrollan en el programa de Microsoft Excel mediante:

Reportes quincenales: Indica la cantidad de toneladas procesadas de productos valorizables durante la quincena.

Reportes mensuales: Detalla el total de toneladas procesadas y los ingresos generados por ventas durante el mes.

Informes de análisis de datos quincenales: Muestra un análisis y comparación más detallado de los datos de manera mensual y de años anteriores.

Cuadros de control: En estos cuadros se especifica el tipo de material, la cantidad de kilos procesados y el ingreso económico en colones que genera la venta de estos materiales.

Cuadros comparativos: Muestra la producción de los últimos años, esto ha servido para comparar como se ha comportado el rendimiento a lo largo de los años.

Gráficos de Control: Muestra comparaciones numéricas de las toneladas procesadas por mes.

El informe de análisis de datos contiene la información detallada de producción de residuos ordinarios, valorizables y no tradicionales, el control de estos datos se mide por la cantidad de kilos procesados en el Centro de recuperación de Residuos Valorizables, el informe de análisis de datos es presentado a la gerencia de manera trimestral.

3.2.1 IDENTIFICACIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO (F.C.E)

Según Baena, (2014):

Diagnóstico contextualizado: Se denomina así por ser un paso previo a la investigación, que nos permite enriquecer el conocimiento sobre un tema, saber lo que se ha escrito sobre el mismo y en que estado esta su investigación.

Planteamiento del Problema: El planteamiento del problema significa reducirlo a sus aspectos y relaciones fundamentales a fin de poder iniciar su estudio intensivo.

Delimitación del Problema: La delimitación del tema es su primer acercamiento, reconocimiento mas bien, de la realidad como paso previo para realizar nuestra investigación

Justificación: Unida a esta delimitación del tema es necesaria la justificación del mismo; es decir, indicar los motivos y necesidades que llevan al investigador a seleccionar el tema para desarrollarlo, las cuales deben ser de orden externo u objetivo, y de orden interno o subjetivo.

Hipótesis: La hipótesis se construye con creatividad, es la respuesta tentativa al problema de investigación.

Objetivos: Los objetivos plantean hasta dónde queremos llegar con la investigación, las metas reales conseguidas deberían coincidir con los objetivos propuestos, sin embargo, por diversas razones a veces no se pueden alcanzar.

Esquema: Un esquema te permitirá organizar la información de manera sintética, conceptual y jerarquizada. El esquema es fundamental ya que te indica la manera de organizar los datos y sus importancia ya sea en grandes capítulos, en subcapítulos o en apartados menores.

Cronograma de trabajo: De manera elemental podemos hacer un sencillo cronograma para guiarnos en el tiempo que debemos realizar nuestra investigación.

Tipo de Investigación: De dónde obtenemos la información, cómo le haces para saber cuales son las fuentes confiables y cómo se identifican. Veras que en términos generales tenemos dos tipos de fuentes de información, las llamadas primarias o directas y las secundarias.

Observación: La observación la hacemos con los cinco sentidos, la vista y el oído en la mayor proporción y menos el resto de los sentidos.

Interrogación: La interrogación consiste en el acopio de testimonios, orales y escritos, sentimientos, pensamientos, estados de ánimo de personas vivas.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Método de análisis y síntesis

Análisis y síntesis son dos actividades simétricamente contrapuestas, el análisis significa disolución, descomposición en partes, en cambio la síntesis compone o forma un todo con elementos diversos. (Baena, 2014, pág. 59)

3.3.2 Método experimental

El método experimental es un procedimiento científico que permite inducir relaciones empíricas entre variables o comprobarla veracidad de una hipótesis, ley o modelo, por medio de un experimento controlador. El método experimental consta de siete fases o reglas:

- Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema.
- Plantear una hipótesis de trabajo.
- Elaborar un diseño experimental.
- Realizar el experimento.
- Analizar los resultados.

- Obtener conclusiones.
- Elaborar un informe escrito. (Baena, 2014, pág. 59)

3.3.3 Investigación documental

La investigación documental es la búsqueda de una respuesta específica a partir de la indagación en documentos. (Baena, 2014, pág. 23)

3.3.4 Investigación de Campo

Las técnicas específicas de la investigación de campo, tienen como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio. La observación y la interrogación son las principales técnicas que usaremos en la investigación. (Baena, 2014, pág. 23)

Para este proyecto se utilizarán los métodos de análisis y síntesis, investigación documental e investigación de campo, para lograr el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

3.4 SUJETOS Y FUENTES.

3.4.1 Sujetos

Según Barrantes, (1999):

“Los sujetos son todas aquellas personas físicas o corporativas que brindarán la información” (Barrantes, 1999, pág. 92)

3.4.2 Fuentes de información

Según Calderón, (2020):

Las fuentes de información “son diversos tipos de documentos que contienen información para satisfacer una demanda de información o conocimiento”.

3.4.3 Fuentes primarias

Las fuentes primarias son obras de un autor clásico, son originales, son aportaciones directas. (Baena, 2014, pág. 97)

3.4.4 Fuentes secundarias

Se consideran fuentes secundarias a la información periodística dado que los hechos ya están contados por una versión de alguien que recabó datos o entrevistó a las personas actores del suceso. (Baena, 2014, pág. 97)

3.5 INSTRUMENTOS

3.5.1 Observación

- Observar es considerar con atención algo.
- Observamos con los cinco sentidos. Aunque utilizamos en mas de 80% la vista y el oído.
- Cuando usamos el oído nuestra capacidad de escuchar se desarrolla para aprender a comunicarnos. (Baena, 2014, pág. 103)

Se utilizará la observación hacia los colaboradores para conocer a detalle los procesos que se llevan de separación y clasificación de los materiales valorizables del CRMV, con el fin de detectar posibles causas que contribuyen al incumplimiento de la productividad mensual establecida por la Municipalidad de Santa Ana.

3.5.2 Focus group

Esta técnica para obtener información primaria tiene también su origen en la psicología. Para utilizarla, el argumento principal es que sea la única opción para obtener cierta información. (Pérez y Seca, 2020, pág. 280)

Se utilizará esta técnica con los colaboradores más antiguos, para conocer sus opiniones sobre el problema expuesto en este proyecto, con el fin de obtener información importante que nos sirva de guía para el desarrollo de esta investigación.

3.5.3 Entrevista

Una entrevista es una indagación que se realiza a una persona o varias para obtener un testimonio sobre un hecho vivido, una opinión o un comentario y hasta una semblanza, una entrevista biográfica o monográfica puede hacer uso de un estudio de caso o de una historia de Vida. (Baena, 2014, pág. 109)

Se aplicarán entrevistas a los encargados y colaboradores del CRMV, para conocer desde su perspectiva, los procesos y posibles causas sobre el incumplimiento de las métricas productivas.

3.5.4 Validación de instrumentos

La parte más famosa, en la cual cotejamos lo que hasta ahora eran ideas con la realidad. (Pérez y Seca, 2020, pág. 22)

En esta investigación se validarán todos los instrumentos y herramientas utilizadas para garantizar la obtención de los resultados expuestos.

3.5.5 Confiabilidad

Se refiere al grado de certeza que nos brinda nuestro instrumento de recolección al tomar los datos. (Pérez y Seca, 2020, pág. 251)

Los instrumentos obtenidos en este proyecto serán confiables, con el fin de asegurar la información de esta investigación.

3.5.6 Validez

Este concepto se refiere a que nuestras preguntas en efecto midan lo que el concepto dice que debe medir. (Pérez y Seca, 2020, pág. 252)

3.6 TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En este proyecto se realizará un análisis de la situación actual del CRMV, mediante información obtenida de la investigación de los procesos que se llevan a cabo en dicha institución, con el objetivo de analizar, tabular y validar los datos.

3.6.1 Tabulación, ordenamiento y procesamiento

En esta investigación se detallará la recopilación de los datos y de la información obtenida, mediante tablas y gráficos para un desarrollo robusto de este proyecto.

3.6.2 Presentación de la información

La información de este proyecto será presentada de forma ilustrativa por medio de tablas, cuadros y diferentes tipos de gráficos, para mostrar los resultados cuantitativos de esta investigación.

3.7 VARIABLES.

3.7.1 Variable

Es una característica de las unidades de análisis que se puede medir y que debe asumir, al menos, dos valores. (Pérez y Seca, 2020, pág.96)

3.7.2 Definición Variable Conceptual

Según Sampieri (2006, citado en Perloff, 2013) la definición de variable conceptual o constitutiva es “una tendencia o predisposición a evaluar de cierta manera un objeto o un símbolo de este objeto”.

3.7.3 Definición Variable Operacional

Según Sampieri (2006, citado en Reynolds, 1986) el concepto de variable operacional es “el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado” (pág. 52)

3.7.4 Definición Variable Instrumental

Las variables instrumentales se pueden definir como todo aquello en la que se aclara como se estudiará la variable que se acaba de definir, los medios o instrumentos para recoger la información.

3.8 ELEMENTOS ADMINISTRATIVOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.8.1 Gráfica Gantt

Se utilizará esta herramienta para dar seguimiento y vigilar las actividades propuestas para la mejora de la productividad del Centro de recuperación de residuos valorizables. Esta herramienta permitirá visualizar las diferentes actividades ejecutadas a lo largo del tiempo.

3.8.2 Metodología D.M.A.I.C

Para la propuesta de mejora de esta investigación se utilizará la metodología DMAIC, la cuál consiste en definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

D (Definir): En este proyecto se piensa definir como se trabaja actualmente en el centro de recuperación de residuos valorizable, para determinar oportunidades de mejora, alcances y objetivos de la propuesta.

M (Medir): Se recolectarán datos e información para medir y analizar el escenario actual del Centro de recuperación de residuos valorizables.

A (Analizar): Analizar la causa raíz que esta generando el problema, priorizando y validando la causa más evidente.

I (Mejorar): Implementar las oportunidades de mejora que se pudieron identificar para las posibles soluciones de la causa raíz del paso anterior.

C (Control): Crear controles sostenibles a lo largo del tiempo, para dar seguimiento a la implementación de la propuesta de mejora.

Para realizar la investigación se utilizarán herramientas que permitan obtener información importante; tal como las herramientas de: entrevistas al personal involucrado en el proceso, encuestas al encargado de planta y a los colaboradores, elaboración del diagrama S.I.P.O.C, revisión de las encuestas a posibles causas que provocan el incumplimiento de la productividad del CRMV.

En la segunda etapa investigaremos las causas del problema, para esto utilizaremos herramientas que permitan medir las posibles soluciones al problema y enfocar los esfuerzos en las causas más detonantes del proceso. Para esto utilizaremos herramientas como el diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, con base en la información obtenida en la primera etapa e investigar la relación de las posibles causas con el problema principal de productividad.

La tercera etapa corresponde al análisis de la información, donde se analizará el proceso general y las causas relacionadas con el incumplimiento de la productividad.

En las etapas finales que corresponden a la implementación y control, se elaboran las posibles propuestas para la solución al problema. Además, se llevará un control de KPIS que aseguren la mejora del proceso sostenibles a lo largo del tiempo.

**CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y
ANÁLISIS DE CAUSA.**

4. DIAGNÓSTICO

En este capítulo se medirán y mejoraran los procesos utilizando herramientas para determinar las causas que están afectando las métricas de productividad mensual en el CRMV.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En el presente capítulo se describe la situación actual del problema planteado, con el objetivo de sustentar con datos, la existencia de una oportunidad de mejora en el proceso de separación de residuos valorizables, por medio de gráficos, tablas y análisis que evidencian las diferentes causas que están provocando que no se alcance el cumplimiento de la productividad.

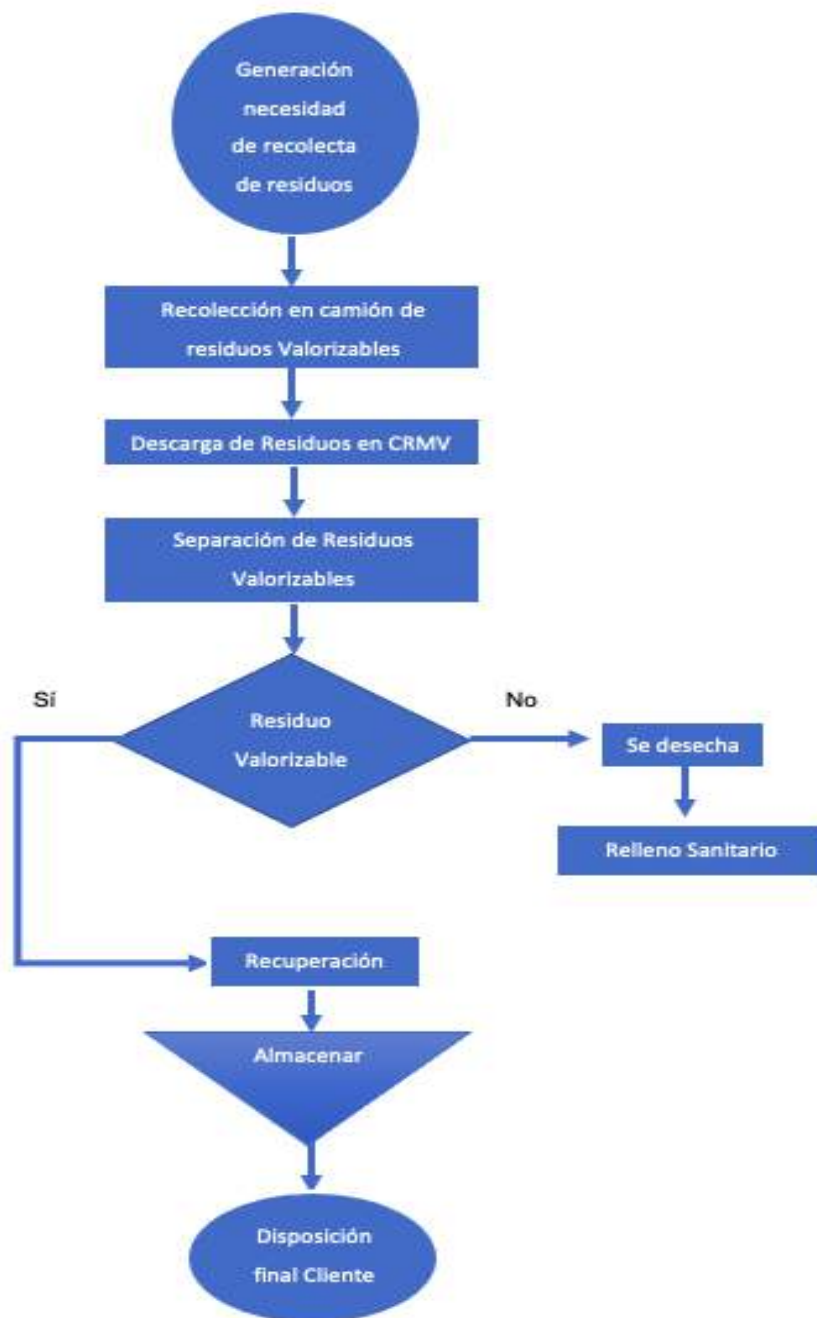
4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CAUSAS QUE PROVOCAN INCUMPLIMIENTO EN LAS MÉTRICAS DE PRODUCTIVIDAD DEL CRMV.

Para determinar las causas que provocan el incumplimiento de la productividad del CRMV, se aplicarán entrevistas y encuestas a los encargados y colaboradores para determinar los procesos y actividades detalladas en el diagrama de flujo, y de esta manera lograr recopilar información relevante para el análisis de las causas.

4.2.1 Diagrama de Flujo del Proceso de Recolección y Separación de Residuos Valorizables.

Conforme a la visita realizada con la encargada del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, se procede a conocer como ocurre el proceso de recolección de material valorizable del cantón de San Ana, por medio de este se logra determinar como es el flujo del proceso mediante la siguiente figura:

Figura 15: Diagrama de Flujo del CRMV.



Fuente: Elaboración propia con datos del CRMV.

Este proceso inicia con la necesidad de las diferentes comunidades que integran el cantón de Santa Ana, las cuales generan desechos de material valorizable. Con la necesidad de la población de que se recolecte este tipo de material, la municipalidad de Santa Ana coordina con camiones propios de dicha institución, la recolecta puerta a puerta de estos residuos una vez a la semana.

El proceso se detalla de la siguiente manera:

La municipalidad de Santa Ana coordina un camión para la recolección de los residuos valorizables, se procede con la visita a los diferentes distritos de la comunidad, los recolectores retiran las bolsas de residuos valorizables puerta a puerta, estas bolsas son depositadas en el camión de basura, el camión se traslada al Centro de Recuperación de Residuos Valorizables, donde las bolsas son descargadas del camión y colocadas en una tolva, posteriormente los colaboradores del centro abren las bolsas para proceder con una previa separación y clasificación del material valorizable, a continuación el material valorizable es colocado en una banda transportadora para realizar una separación mas detallada y colocar el material en diferentes sacas, según sea el tipo de residuo, estas sacas son almacenadas en espera de que los diferentes clientes retiren el material. El material que fue clasificado como ordinario, se procede a desecharlo en el relleno sanitario del cantón de Santa Ana.

4.2.2 Mapa de Procesos de SIPOC

En la siguiente figura se presenta un diagrama de SIPOC correspondiente al proceso productivo general del CRMV.

Figura 16: Diagrama de SIPOC.

SUPPLIERS	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
Municipalidad de Santa Ana	Residuos Valorizables: Plástico Cartón Vidrio Tetrabrik Aluminio Chatarra	Producción Diaria	Producto valorizable	Clientes Externos

Fuente: Elaboración propia con datos del CRMV.

Como se puede observar en la figura anterior, el funcionamiento del CRMV está basado en un proceso general, donde se recibe material valorizable que recolectan los camiones de la Municipalidad de Santa, posteriormente se clasifica según el tipo de material, se le da el tratamiento necesario y se alista para proceder con la entrega del material a los clientes externos.

4.2.3 Definición del problema.

Se realizó una entrevista a la encargada del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables y según su criterio experto define el problema con base en aspectos de productividad, el indicador de productividad meta corresponde a un 4% mensual, el cuál ha venido en descenso en el último semestre del año 2020, tal como se muestra en la siguiente tabla.

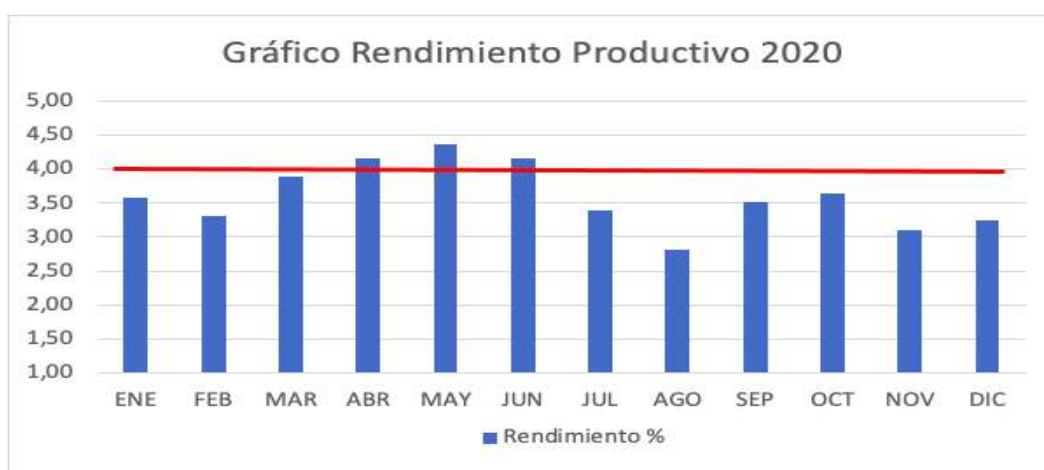
Tabla 1: Tabla de Rendimiento Productivo del año 2020

Rendimiento Productivo 2020			
Mes	Toneladas Ordinario	Toneladas Valorizable	% Rendimiento
ENE	1.738,67	62,15	3,57
FEB	1.577,93	52,29	3,31
MAR	1.719,51	66,97	3,89
ABR	1.693,28	70,59	4,17
MAY	1.613,26	70,58	4,37
JUN	1.856,38	77,10	4,15
JUL	1.774,06	60,10	3,39
AGO	1.687,47	47,56	2,82
SEP	1.817,60	63,79	3,51
OCT	1.908,55	69,64	3,65
NOV	1.821,87	56,46	3,10
DIC	1.812,15	58,76	3,24
Total	21.020,73	755,99	3,60

Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

De acuerdo a la tabla mostrada anteriormente, se presenta el siguiente gráfico de barras para poder representar el rendimiento productivo del año 2020.

Figura 17: Gráfico Rendimiento productivo 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del CRMV.

Como se puede observar en la tabla y el gráfico detallados anteriormente, para los meses de Abril, Mayo y Junio, lograron rebasar las métricas de productividad establecidas por la Municipalidad de Santa Ana, las cuales corresponden a un 4% en la productividad mensual, lo anterior obedece, según el encargado del CRMV, a que les asignaron más personal del habitual.

Para los meses de Julio y Agosto, y por el incremento en los contagios por Covid-19 en la institución, se tomó la decisión de dividir el grupo de 18 funcionarios en dos grupos. La finalidad de esa decisión fue mantener el distanciamiento social entre ambos grupos, y que, si eventualmente aparecía un colaborador contagiado, se enviará a cuarentena únicamente a 09 funcionarios y no a los 18 colaboradores en total, con eso evitarían que el CRMV cerrará operaciones. Esta medida trajo como consecuencia la caída de un 3,39% en el mes de Julio y 2,82% en el mes de Agosto en la producción, la razón de esa disminución se le atribuye a que al tener grupos de 09 personas, no era posible operar la banda transportadora, y la clasificación del material se tuvo que hacer sin contar con ese recurso, bajando la producción considerablemente. La medida se implementó por dos semanas y posteriormente se unificaron los dos grupos.

Para el mes de Setiembre se logra una recuperación importante, aunque por debajo de los meses más productivos del año.

En el ultimo trimestre del año 2020, no lograron cumplir las métricas de productividad establecidas, debido a que se dio un ambiente laboral muy tenso por parte del encargado de planta del CRMV, y por lo tanto los colaboradores del centro se sentían desmotivados y además no se sentían comprometidos con sus funciones, cabe recalcar que para finales del año 2020, el encargado de planta del CRMV fue removido de sus funciones y a partir del mes de Enero del año 2021 el CRMV cuenta con un nuevo encargado de planta.

4.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

En esta sección se utiliza la metodología de aplicación de entrevistas y encuestas para determinar las causas involucradas en el incumplimiento de la productividad del CRMV.

Encuesta aplicada a encargado de planta: Se formuló con el fin de conocer a profundidad los procesos y detectar posibles causas involucradas con el incumplimiento de las métricas mensuales de productividad.

Encuesta aplicada a colaboradores: Estas encuestas se aplicaron para determinar las causas más importantes que provocan el incumplimiento de la productividad en el CRMV.

4.3.1 Entrevista

Se realizó una visita al Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana junto con la Administradora del Centro, la Sra. Rosa Muñoz Giró y con el encargado de los procesos ambientales, Sr. Alberto Ureña Herrera, para realizar un recorrido por la planta, conocer el proceso productivo y por medio de distintas entrevistas realizadas al encargado de planta y a los colaboradores involucrados en el proceso, obtener información importante por medio de preguntas que tuvieran como objetivo encontrar el problema.

4.3.2 KPIS

Los KPIS son indicadores clave para medir el desempeño, la administradora del Centro de recuperación de residuos valorizables, facilitó por medio de correo electrónico distintos informes mensuales y trimestrales donde se detallan las diferentes métricas que utiliza la Municipalidad de Santa Ana para conocer la productividad, con en esta herramienta se pudo observar a detalle la productividad mensualmente y evidenciar el problema.

4.3.3 Encuesta aplicada al encargado del CRMV.

Se aplicó una encuesta al nuevo encargado de planta del Centro de recuperación de Residuos Valorizables, vía correo electrónico, para conocer a detalle los procesos que se lleva a cabo en el CRMV y localizar posibles causas relacionadas al incumplimiento de la productividad.

Figura 18: Encabezado de encuesta aplicada al Encargado del CRMV.

Encuesta de CRMV

Encuesta dirigida a responsables del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana.

La presente encuesta tiene como objetivo conocer la operación del centro de recuperación de residuos valorizables.

La información suministrada pretende contribuir al mejoramiento de la productividad del Centro.

Fecha:

Nombre de persona que responde:	
Puesto que desempeña:	
Correo electrónico:	
Teléfono:	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Con la aplicación de la encuesta se pudo conocer a profundidad el proceso productivo del CRMV y diversos temas propios del proceso, tales como la recolección de los residuos valorizables, días de ruta, número de camiones de recolecta, conocer cuales clientes adquieren los residuos valorizables y detectar posibles causas que están colaborando al incumplimiento de la productividad.

4.3.4 Lluvia de ideas

La lluvia de ideas es una herramienta de trabajo grupal donde surgen ideas que están relacionadas con un tema o problema, en este caso se hizo una lluvia de ideas con las posibles causas que surgieron con la aplicación de la encuesta al encargado de planta.

Figura 19: Lluvia de ideas.



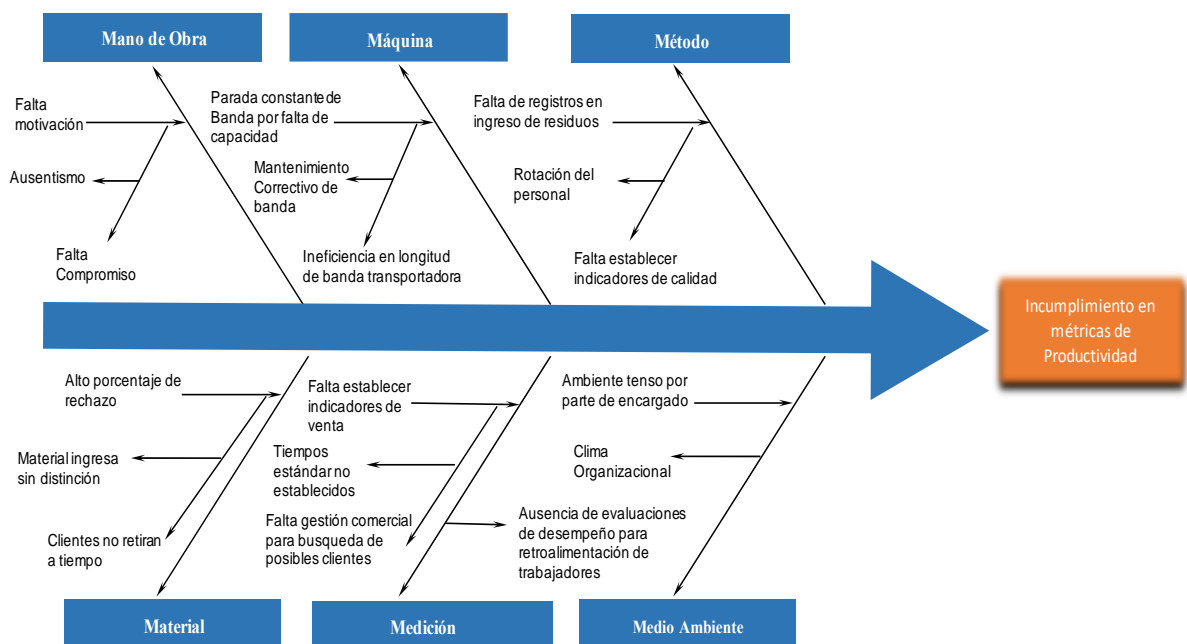
Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Con la aplicación de la encuesta mencionada anteriormente, se lograron detectar 18 posibles causas que pueden estar afectando las métricas de productividad del CRMV.

4.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

De acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta al encargado de planta y de la lluvia de ideas que surgió de la encuesta, se detalla cada una de las posibles causas y procede a realizar el siguiente diagrama de Ishikawa.

Figura 20: Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Como se puede observar el principal problema es el incumplimiento en las métricas mensuales de productividad, del cuál se dan 18 posibles causas que están generando este problema.

Mano de Obra: En la espina de mano de obra podemos encontrar las siguientes causas.

- **Falta de Motivación:** Los colaboradores expresaron sentirse desmotivados, y comentaron que, básicamente llegan única y exclusivamente a cumplir horario para recibir salario.

- Ausentismo: Como existe desmotivación y falta de compromiso en los colaboradores, se presenta muchos casos diarios de ausentismo.
- Falta de compromiso: Los colaboradores también expresaron sentir falta de compromiso en sus labores diarias, indicaron que hay un ambiente de chismes y falta de seriedad en la ejecución de las operaciones.

Figura 21: Colaboradores de CRMV.



Fuente: Fotografía propia tomada en el CRMV.

Método

- Falta de registros en ingreso de residuos: No hay registro de los materiales valorizables que ingresan al CRMV.
- Rotación del personal: Existe un alto porcentaje de rotación de los colaboradores que laboran en la planta del CRMV.
- Falta establecer indicadores de calidad: No se llevan un control en los indicadores de la calidad.

Máquina: En la espina de máquina podemos encontrar las siguiente causa.

- Parada Constante de banda transportadora: La banda transportadora es encendida y apagada de manera constante.
- Mantenimiento correctivo de banda: No se le da a la banda transportadora mantenimiento preventivo, solo mantenimiento correctivo
- Ineficiencia en longitud de banda transportadora: El largo de la banda no es el adecuado debido a que se debe encender y apagar constantemente la banda, de lo contrario el material que es transportado en la banda caería al suelo.

Figura 22: Banda Transportadora de CRMV.



Fuente: Fotografía propia tomada en el CRMV.

Material: En esta espina podemos encontrar las siguientes causas:

- Alto porcentaje de rechazo: Existe un alto porcentaje de rechazo de material ordinario, ya que, desde la fuente mezclan material valorizable con material ordinario.
- Material ingresa sin distinción: El material proveniente desde los hogares llega al CRMV mezclado y sin ningún tipo de distinción o clasificación.
- Clientes no retiran a tiempo: Los clientes no retiran el material de venta a tiempo y esto afecta el espacio en la planta del CRMV.

Figura 23: Ingreso Material CRMV.



Fuente: Fotografía propia tomada en el CRMV.

Medición: En esta espina podemos encontrar las siguientes causas:

- Falta gestión comercial: Actualmente no existe algún encargado en la búsqueda de nuevos clientes, los cuales podrían adquirir material valorizable y de esta manera aumentar las ventas, y por ende, la productividad.
- Ausencia de evaluaciones de desempeño: Actualmente los colaboradores del CRMV no son evaluados por sus líderes, esto podría verse como una oportunidad de desarrollo integral, para aumentar la motivación, el compromiso y retroalimentar a los colaboradores. Además para medir el logro de los objetivos propuestos.
- Tiempos estándar no establecidos: No hay tiempos estándar establecidos para la descarga, separación y clasificación del material valorizable.
- Falta establecer indicadores de venta.

Medio Ambiente: En esta espina podemos encontrar las siguientes causas:

- Clima organizacional: El clima organizacional ha sido afectado por un ambiente tenso generado en el CRMV. Si este ambiente se evaluará se podrían conocer los problemas que existen para ambas partes, lo que permite aplicar medidas correctivas y crear un clima de armonía.
- Ambiente tenso por encargado de planta: Según la encuesta aplicada el encargado de planta genera un ambiente tenso en el ambiente laboral de la planta del CRMV.

4.5 DIAGRAMA PARETO PRIMER NIVEL

El diagrama de Pareto es una herramienta que permite localizar el problema principal y ayuda a localizar las causas más importantes que generan el problema.

A continuación se adjunta una figura que detalla el machote de la encuesta aplicada a los colaboradores sobre las posibles causas que pueden estar afectando la productividad del CRMV.

Figura 24: Encuesta aplicada a colaboradores del CRMV.

Encuesta posibles causas que generan incumplimiento en las métricas de Productividad.			
A continuación, se detalla una lista de posibles causas relacionadas al incumplimiento de las métricas de productividad del CRMV, sobre las que se le pregunta, según su criterio, por su grado de relación.			
Por favor coloque una "X" dentro del cuadro que usted considere, tomando en cuenta que:			
1= Relación Baja	2=Relación Media	3= Relación Alta	
<input type="checkbox"/>	Posibles Causas		
	1	2	3
Falta motivación de colaboradores			
Ausentismo de colaboradores			
Falta compromiso por parte de los colaboradores			
Parada constante de banda transportadora (apagado y encendido constante)			
Falta de mantenimiento preventivo de banda transportadora			
Ineficiencia en longitud de banda transportadora (largo de banda no es eficiente)			
Falta de registro de ingreso de residuos valorizables			
Rotación del personal			
Falta establecer indicadores de calidad			
Alto porcentaje de rechazo de residuos ordinarios			
Ingreso de material sin distinción			
Clientes no retiran material a tiempo			
Falta establecer indicadores de venta			
Tiempos estándar no establecidos			
Falta gestión comercial en búsqueda de nuevos clientes			
Ambiente tenso por parte de encargado de planta			
Clima Organizacional			
Ausencia de evaluaciones de desempeño para retroalimentación de los colaboradores			

1. Mencione 4 posibles causas que usted considere que generan incumplimiento en las métricas de productividad.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Con base en la encuesta aplicada al encargado de planta del CRMV, se categorizaron las posibles causas que pueden estar afectando las métricas de productividad. Con la extracción de estas causas se aplicó una encuesta a 08 colaboradores y a los 02 encargado de planta para proceder a realizar un diagrama de pareto.

A continuación se detalla la tabla con los resultados de la encuesta aplicada a los colaboradores del CRMV.

Tabla 2: Tabla de Posibles causas que pueden afectar la Productividad del CRMV

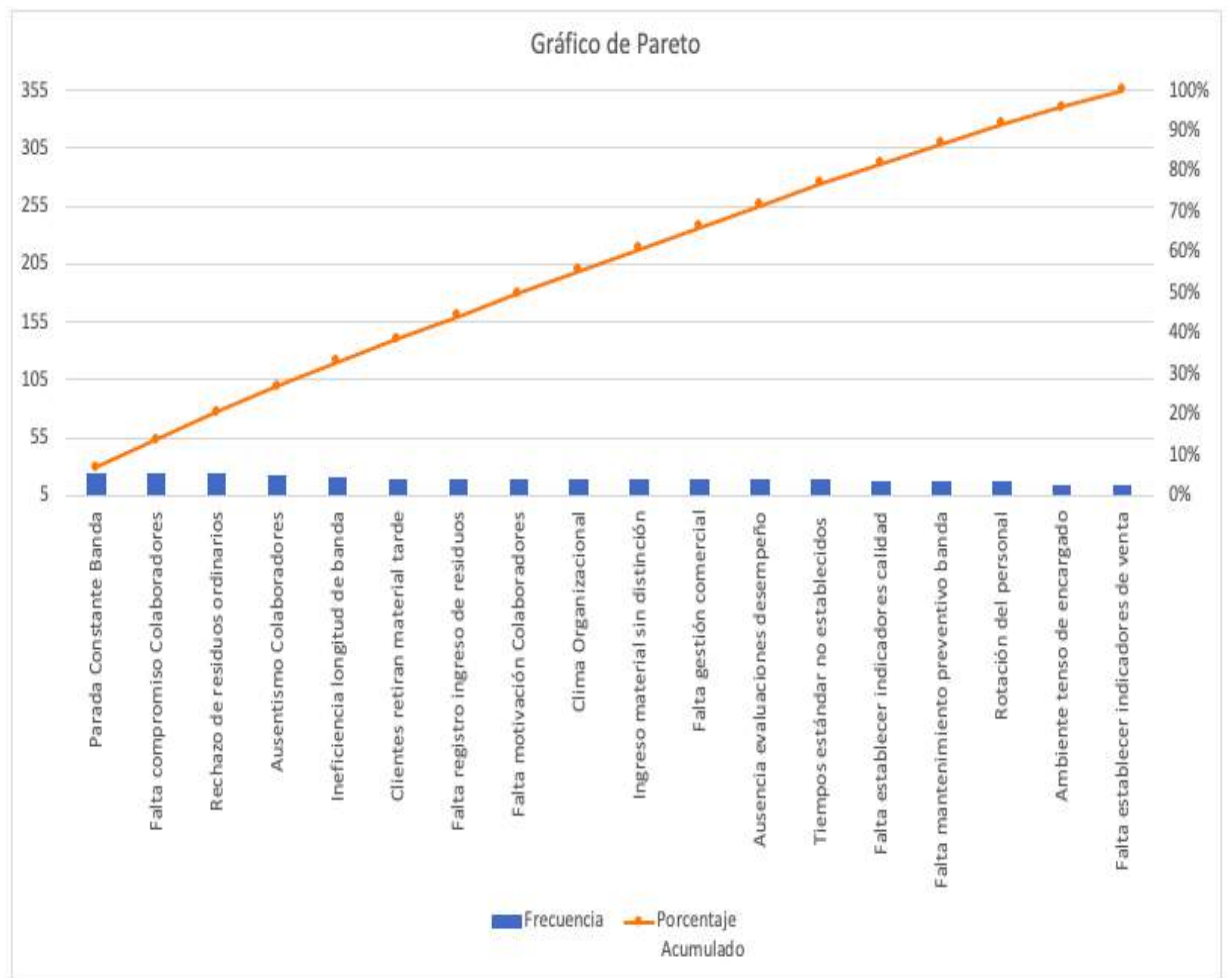
Posibles Causas	SUMA TOTAL	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Parada constante de banda transportadora (apagado y encendido constante)	25	7%	7%
Falta compromiso por parte de los colaboradores	24	7%	14%
Alto porcentaje de rechazo de residuos ordinarios	24	7%	21%
Ausentismo de colaboradores	23	6%	27%
Ineficiencia en longitud de banda transportadora (largo de banda no es eficiente)	21	6%	33%
Clientes no retiran material a tiempo	20	6%	39%
Falta de registro de ingreso de residuos valorizables	20	6%	44%
Falta motivación de colaboradores	20	6%	50%
Clima Organizacional	20	6%	55%
Ingreso de material sin distinción	19	5%	61%
Falta gestión comercial en búsqueda de nuevos clientes	19	5%	66%
Ausencia de evaluaciones de desempeño para retroalimentación de los colaboradores	19	5%	72%
Tiempos estándar no establecidos	19	5%	77%
Falta establecer indicadores de calidad	18	5%	82%
Falta de mantenimiento preventivo de banda transportadora	17	5%	87%
Rotación del personal	17	5%	92%
Ambiente tenso por parte de encargado de planta	15	4%	96%
Falta establecer indicadores de venta	15	4%	100%
SUMA	355	100%	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Como se puede observar en la tabla se detallan 18 posibles causas que pueden estar relacionadas con el incumplimiento de las métricas de productividad del CRMV, en la cuál se detalla la frecuencia en que ocurren las causas, el porcentaje y el porcentaje acumulado para poder generar el diagrama de Pareto.

A continuación se detalla el diagrama de Pareto realizado con el resultado de la encuesta aplicada sobre las posibles causas que podrían estar afectando las métricas de productividad del CRMV.

Figura 25: Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

En el diagrama de Pareto que se mostró anteriormente, se organizaron las posibles causas que pueden estar afectando la de productividad mensual del CRMV, de mayor a menor frecuencia, de izquierda a derecha respectivamente.

En el eje “X” se detallan las posibles causas, en el eje “Y” izquierdo el acumulado (Frecuencia), y en el eje “Y” derecho el porcentaje acumulado. Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades para la toma de decisiones correspondientes a la productividad del CRMV.

Como podemos observar en el diagrama de Pareto no predomina ninguna barra y éste tiene una apariencia plana, por lo que se procederá a re-analizar las causas del problema con un diagrama de Pareto de segundo nivel.

4.6 DIAGRAMA DE PARETO SEGUNDO NIVEL

Se procede a realizar un diagrama de Pareto de segundo nivel con las causas más relevantes generadas en el diagrama de Pareto de primer nivel, para poder tener mayor claridad en las causas que se deben trabajar y poder mejorar la productividad del CRMV.

A continuación se adjunta una figura que detalla el machote de la encuesta re-aplicada a los colaboradores del CRMV, con las causas más relevantes obtenidas en el Diagrama de Pareto de primer nivel.

Figura 26: Encuesta Re-aplicada a Colaboradores del CRMV.

Encuesta posibles causas que generan incumplimiento en las métricas de Productividad II.

A continuación, se detalla una lista de posibles causas relacionadas al incumplimiento de las métricas de productividad del CRMV, sobre las que se le pregunta, según su criterio, por su grado de relación.

Por favor coloque una "X" dentro del cuadro que usted considere, tomando en cuenta que:

1= Frecuencia Baja 2= Frecuencia Media 3= Frecuencia Alta

Posibles Causas	1	2	3
Falta motivación de colaboradores			
Ausentismo de colaboradores			
Falta compromiso por parte de los colaboradores			
Parada constante de banda transportadora (apagado y encendido constante)			
Ineficiencia en longitud de banda transportadora (largo de banda no es eficiente)			
Falta de registro de ingreso de residuos valorizables			
Alto porcentaje de rechazo de residuos ordinarios			
Ingreso de material sin distinción			
Clientes no retiran material a tiempo			
Tiempos estándar no establecidos			
Falta gestión comercial en búsqueda de nuevos clientes			
Clima Organizacional			
Ausencia de evaluaciones de desempeño para retroalimentación de los colaboradores			

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

La encuesta en esta ocasión fue aplicada a los 15 colaboradores que se encontraban en ese momento en el CRMV, en la encuesta se detallan las causas más frecuentes obtenidas en el diagrama de pareto de primer nivel.

A continuación se detalla la tabla con los resultados de la encuesta re-aplicada a los colaboradores del CRMV.

Tabla 3: Tabla de causas más frecuentes que pueden afectar la Productividad del CRMV

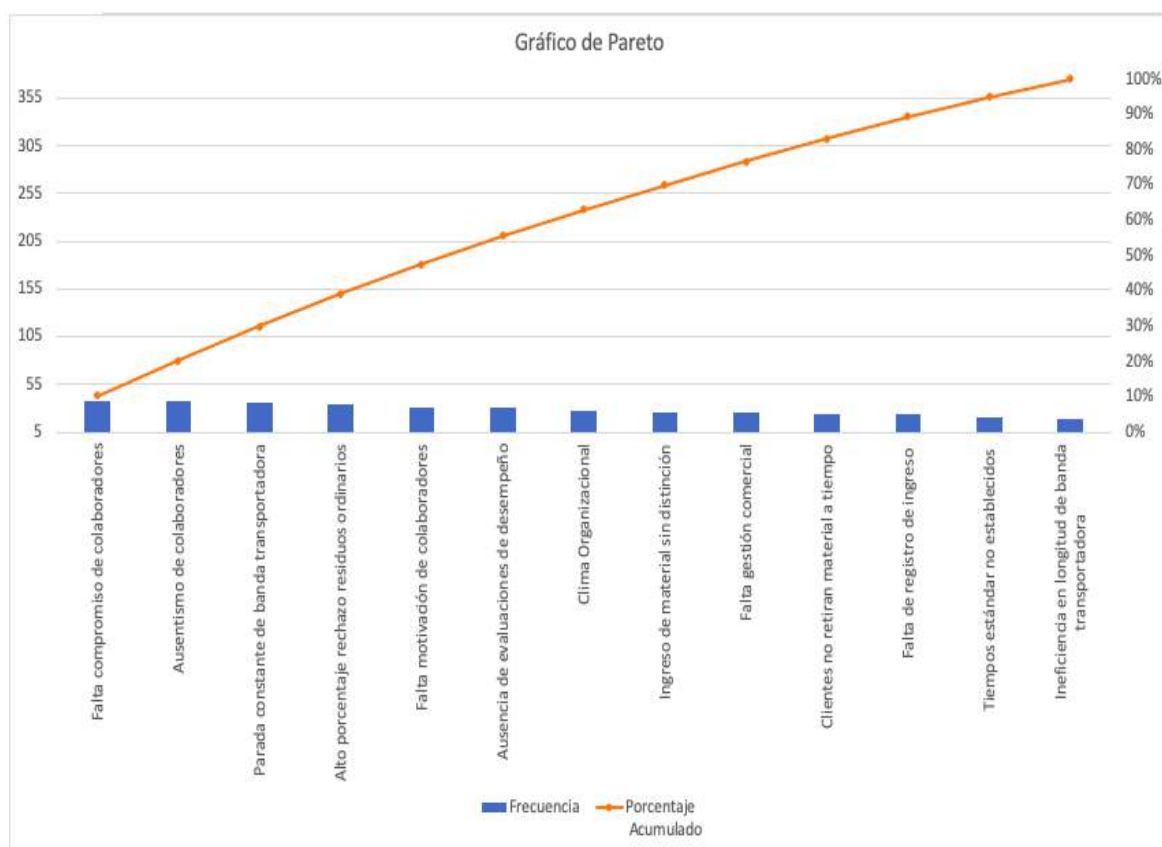
Posibles Causas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Falta compromiso de colaboradores	38	10%	10%
Ausentismo de colaboradores	37	10%	20%
Parada constante de banda transportadora	36	10%	30%
Alto porcentaje rechazo residuos ordinarios	34	9%	39%
Falta motivación de colaboradores	31	8%	47%
Ausencia de evaluaciones de desempeño	30	8%	56%
Clima Organizacional	28	8%	63%
Ingreso de material sin distinción	25	7%	70%
Falta gestión comercial	25	7%	77%
Clientes no retiran material a tiempo	24	6%	83%
Falta de registro de ingreso	23	6%	89%
Tiempos estándar no establecidos	21	6%	95%
Ineficiencia en longitud de banda transportadora	19	5%	100%
TOTAL	371	100%	

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Como se puede observar en la tabla se detallan 13 posibles causas más frecuentes que pueden estar afectando el cumplimiento de las métricas de productividad del CRMV, en la cuál se detalla la frecuencia en que ocurren las causas, el porcentaje y el porcentaje acumulado, para poder generar el diagrama de pareto.

A continuación se detalla el diagrama de Pareto realizado con el resultado de la encuesta aplicada de las 13 posibles causas que podrían estar afectando las métricas de productividad del CRMV.

Figura 27: Diagrama de Pareto Nivel II



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de encuesta aplicada en CRMV.

Como podemos observar las causas que se dan con mayor frecuencia y que tienen un mayor impacto en el proceso productivo, son las siguientes:

- Falta compromiso de colaboradores
- Ausentismo de colaboradores
- Parada constante de banda transportadora
- Alto porcentaje rechazo residuos ordinarios
- Falta motivación de colaboradores

- Ausencia de evaluaciones de desempeño
- Clima Organizacional
- Ingreso de material sin distinción
- Falta gestión comercial

Esas 09 causas se podrían categorizar de la siguiente manera:

Clima Organizacional: Esta categoría está relacionada con la ausencia de evaluaciones de desempeño, el ausentismo, con la falta de motivación y compromiso por parte de los colaboradores del CRMV.

Maquinaria: Parada constante de la Banda Transportadora.

Material: Material ingresa sin distinción y alto porcentaje de rechazo de residuos ordinarios.

Falta de Gestión Comercial: Esta categoría esta relacionada con la búsqueda de nuevos clientes que pueden adquirir el material valorizable y de está manera poder aumentar los ingresos del CRMV.

De acuerdo con el estudio realizado, se procederá a concentrar el mayor esfuerzo en la solución de las causas más frecuentes que están relacionadas con el problema mensual de productividad del CRMV.

4.7 REGISTRO DE DATOS

4.7.1. Ventas del año 2020

En la siguiente tabla se muestra los ingresos por venta de material valorizable del centro de recuperación de residuos valorizables del año 2020.

Tabla 4: Cuadro de Ventas de Material Valorizable, año 2020

Mes	Peso Kilos	Ventas
Enero	62150,50	₡ 1.835.984,00
Febrero	52292,00	₡ 1.626.078,00
Marzo	66972,00	₡ 1.784.033,00
Abril	70587,00	₡ 1.803.326,00
Mayo	70578,00	₡ 1.994.714,00
Junio	77098,00	₡ 1.752.191,00
Julio	60100,00	₡ 1.400.344,00
Agosto	47558,00	₡ 1.065.229,00
Septiembre	63792,00	₡ 1.406.510,00
Octubre	69636,00	₡ 1.510.023,00
Noviembre	56457,00	₡ 1.052.542,00
Diciembre	58756,00	₡ 1.113.871,00
Total	755976,50	₡ 18.344.845,00

Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

A continuación se muestra el gráfico que representa las ventas de material valorizable del CRMV del año 2020.

Figura 28: Gráfico de Ventas del CRMV, año 2020



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

En el gráfico se puede observar el descenso en las ventas a partir del mes de Julio, los meses mas críticos fueron Agosto, Noviembre y Diciembre.

4.7.2 Ventas por tipo de Material

En la siguiente tabla se muestra los ingresos por venta según tipo de material valorizable del CRMV del año 2020.

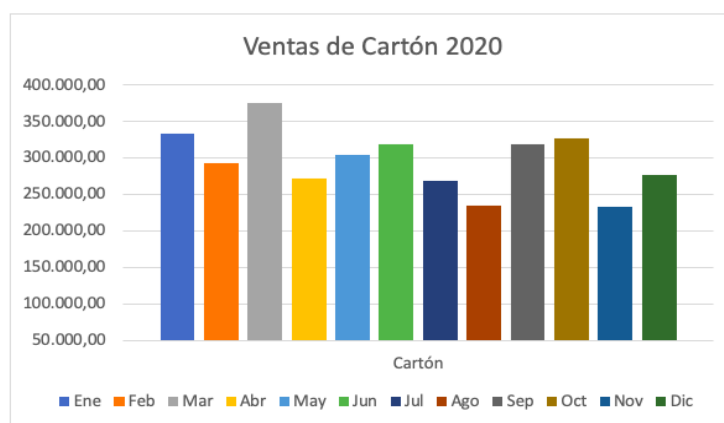
Tabla 5: Cuadro de Ventas en Colones por tipo de Material Valorizable, año 2020

VENTAS											
Mes	Cartón	Papel	Periódico	Tetrabrik	Vidrio	Plástico	Chatarra	Aluminio	Cu/Pu	Reu	TOTAL
Ene	333.430,00	305.840,00	71.564,00	26.060,00	315.245,00	523.330,00	81.640,00	129.500,00		49.375,00	1.835.984,00
Feb	293.700,00	119.350,00	26.944,00	33.140,00	177.899,00	771.055,00	94.640,00	54.750,00		54.600,00	1.626.078,00
Mar	375.310,00	163.695,00	45.316,00	12.200,00	258.492,00	638.255,00	66.005,00	75.250,00	2.100,00	147.410,00	1.784.033,00
Abr	271.990,00	154.476,00	34.740,00	65.040,00	229.812,00	773.310,00	67.158,00	94.800,00		112.000,00	1.803.326,00
May	304.700,00	124.152,00	50.020,00	56.780,00	200.544,00	897.325,00	84.048,00	125.275,00	27.300,00	124.570,00	1.994.714,00
Jun	319.900,00	121.128,00	53.272,00	63.780,00	166.500,00	623.880,00	250.836,00	102.195,00		50.700,00	1.752.191,00
Jul	269.750,00	101.500,00	37.100,00	52.380,00	168.552,00	540.040,00	45.422,00	77.625,00		107.975,00	1.400.344,00
Ago	235.510,00	54.488,00	16.600,00	26.280,00	133.560,00	364.380,00	28.756,00	47.520,00		158.135,00	1.065.229,00
Sep	319.600,00	110.768,00	29.176,00	46.840,00	130.200,00	585.520,00	43.836,00	71.070,00		69.500,00	1.406.510,00
Oct	326.500,00	109.578,00	29.008,00	55.680,00	177.924,00	496.590,00	46.618,00	81.000,00		187.125,00	1.510.023,00
Nov	233.740,00	97.496,00	5.100,00	24.830,00	180.588,00	304.500,00	52.026,00	72.630,00		81.632,00	1.052.542,00
Dic	277.700,00	139.272,00	65.044,00	11.450,00	186.828,00	273.330,00	55.302,00	91.395,00		13.550,00	1.113.871,00
Total	3.561.830,00	1.601.743,00	463.884,00	474.460,00	2.326.144,00	6.791.515,00	916.287,00	1.023.010,00	29.400,00	1.156.572,00	18.344.845,00

Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

A continuación se muestra los gráficos que representa las ventas por tipo de material valorizable del centro de recuperación de residuos valorizables del año 2020.

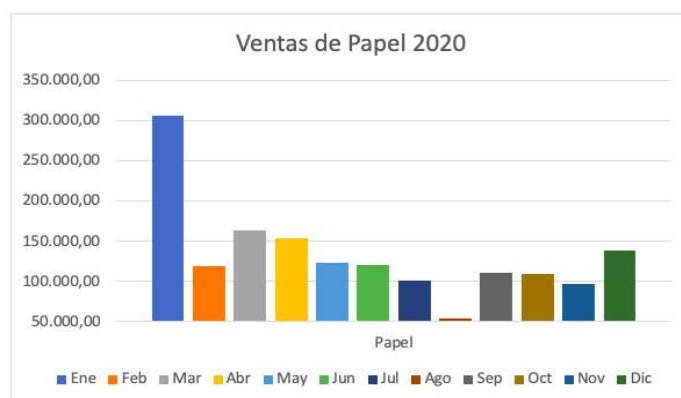
Figura 29: Gráfico de Ventas Cartón 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

Como se puede mostrar en el gráfico anterior, los meses en los que el cartón generó mayores ingresos fue en: Marzo, Junio, Septiembre y Octubre 2020. Este tipo de material es uno de los que genera mayores ingresos al CRMV.

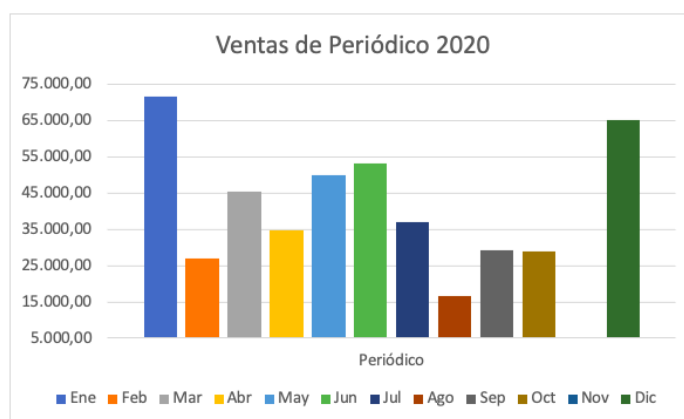
Figura 30: Gráfico de Ventas Papel 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

En el gráfico anterior se puede observar una venta de papel atípica en el mes de Enero, lo anterior obedece a que se que se dejaba acumular material y producían únicamente el material que se solicitaba para la venta.

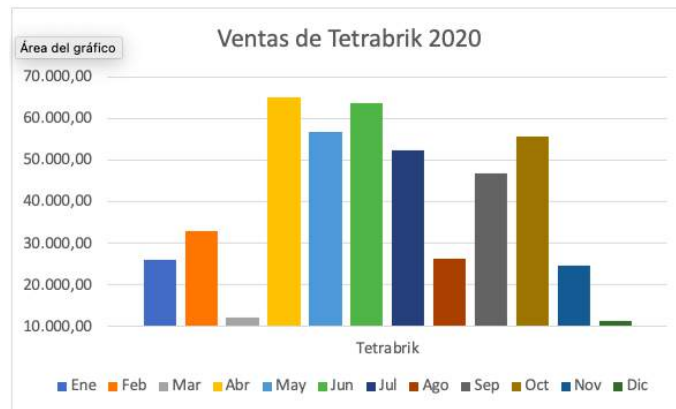
Figura 31: Gráfico de Ventas Periódico 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

De acuerdo al gráfico detallado anteriormente, podemos observar un comportamiento inconstante a lo largo del año 2020, esto debido a que el administrador detenía la producción de este material para lograr producir producto que se había solicitado al momento. Esto generaba puntos muertos en la producción.

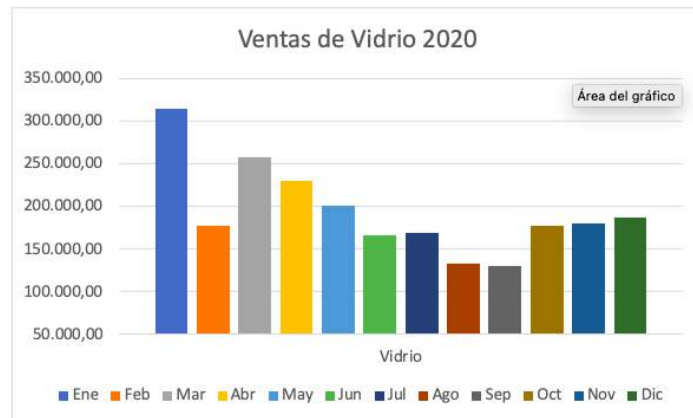
Figura 32: Gráfico de Ventas Tetrabrick 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

El gráfico del Tetrabrick también muestra un comportamiento inconstante en la ventas del año 2020, lo anterior se debe a que a la empresa a la que se le vendía este producto tenía problema para recogerlo, varias veces quedaban mal cuando les tocaba que retirar producto. Indicaban que el camión que tenían para ese fin se encontraba en el taller y que no le era posible recoger dicho material.

Figura 33: Gráfico de Ventas Vidrio 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

El vidrio es uno de los materiales que genera ingresos importantes en el CRMV, sin embargo han habido meses que tuvo un descenso importante en las ventas. Cuando se tiene una pila de producto sin procesar (como sucedió en ese año), es posible que la estrategia de venta se enfoque en lo que tiene más demanda, o en el producto que tenga más valor, o puede ser en lo que requiera menos mano de obra para su alistado. Para los meses de Julio, Agosto y Septiembre; hubo una disminución constante en la producción de todo el CRMV, esto debido a cambios que se tuvieron que realizar por motivos de la pandemia.

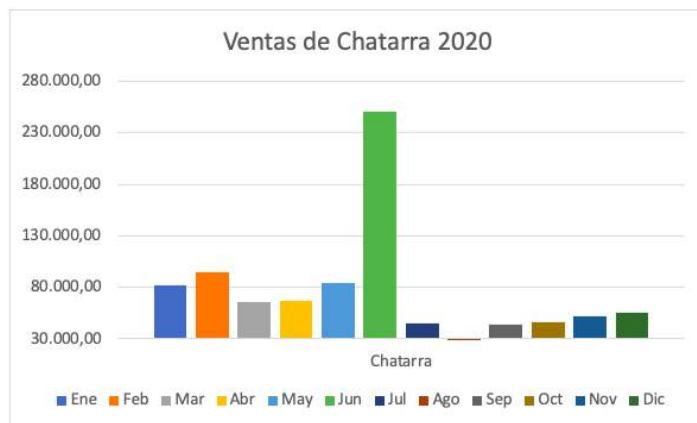
Figura 34: Gráfico de Ventas Plástico 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

El plástico es el material que genera mayores ingresos al CRMV, sin embargo también tuvo un descenso en las ventas de los últimos meses del año 2020, lo anterior debido a que se acumulaban el material y producían hasta que el cliente requiriera comprar material.

Figura 35: Gráfico de Ventas Chatarra 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

La venta de chatarra tuvo un ingreso atípico en el mes de Junio del año 2020, este desfase se debe a la venta de activos municipales que poseen mucho peso, en ese

mes se vendieron dos góndolas que usan los camiones recolectores y eso hizo que se disparara la producción para ese mes..

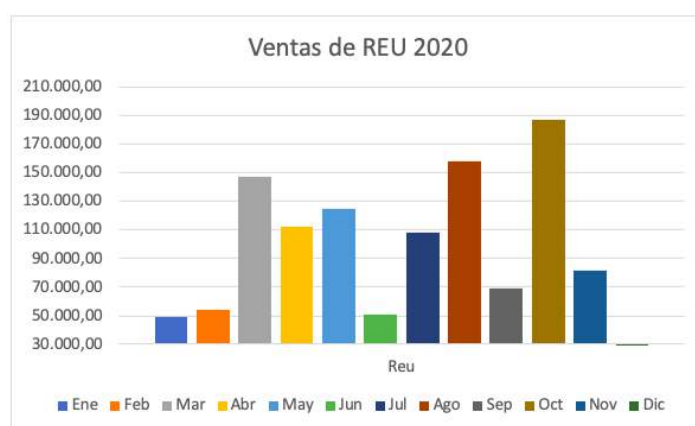
Figura 36: Gráfico de Ventas Aluminio 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

La venta de material de aluminio ha tenido ingresos en ascenso y descenso a lo largo del año 2020, obedece a la misma situación. Si el material que entra todos los días a la planta no se clasifica ese mismo día, este se acumula dificultando su proceso posterior.

Figura 37: Gráfico de Ventas producto de Reusó (REU) 2020.



Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

REU: botellas que se usan para ser lavadas y re envasadas con otro producto, se venden por separado como reusó. Los movimientos atípicos se dan porque este es un producto que no se vende siempre, la cartera de clientes es limitada y el gráfico refleja las ventas al momento y no de la demanda como tal; como el producto no se procesa todos los días, cuando llegaba un cliente no había producto listo para la venta y por esa razón habían ventas pérdidas.

Como se muestra en los gráficos podemos observar que los materiales que generan mayores ingresos al CRMV son:

- Plástico
- Cartón
- Vidrio

Así mismo, los materiales que no generan ingresos significativos al CRMV:

- Cu/Pu
- Periódico
- Tetrabrik
- Chatarra

4.8 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

En la siguiente sección se detalla el diagnóstico de la etapa final correspondiente al análisis de la situación actual del CRMV, esto con el fin de brindar un informe final que detalla los datos más relevantes de este apartado.

Con el diagnóstico de la situación actual se lograron identificar las causas que provocan el incumplimiento de las métricas de productividad en el CRMV.

Se identificaron 09 causas críticas que están afectando la productividad en el CRMV, estas causas a su vez se clasificaron en 04 categorías: Clima Organizacional, Maquinaria, Material y falta de Gestión Comercial.

Las causas con mayor frecuencia están relacionadas con los colaboradores del CRMV, donde comentaron estar desmotivados y no sentirse comprometidos con los valores de la institución.

Adicional, se identificaron el plástico, el cartón y el vidrio como los materiales valorizables que generen mayores ingresos al CRMV, esto se realizó con el fin de promover una mejora en la gestión comercial y hacer el negocio más rentable.

Por lo tanto, los esfuerzos se concentraran en este diagnóstico para promover soluciones y lograr aumentar la productividad del CRMV.

**CAPÍTULO V: DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE LA
SOLUCIÓN.**

5. PROPUESTA

Este capítulo tiene como fin la elaboración de un diseño de propuestas para las causas más relevantes encontradas y analizadas en el diagnóstico mediante los Diagrama de Pareto, con el fin de mejorar los procesos que provocan el incumplimiento en las métricas de productividad.

En esta sección se presentarán las propuestas de mejora detectadas en los Diagrama de Pareto, donde el uso de la metodología D.M.A.I.C. permitió analizar, medir y desarrollar las posibles soluciones para el mejoramiento de los procesos involucrados en la productividad del CRMV.

Tabla 6: Tabla D.M.A.I.C

METODOLOGÍA D.M.A.I.C					
	DIAGNÓSTICO			DISEÑO	
	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Objetivo General	Optimizar los procesos del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana, mediante la aplicación de un sistema de lean manufacturing mejorando la productividad.			Presentar propuestas de para aumentar de la productividad mediante el mejoramiento de los procesos del CRMV.	
Objetivos Específicos			Objetivo 1: Analizar el proceso, documentación e información disponible del centro de recuperación de residuos valorizables, para desarrollo de objetivo general.	Objetivo 3: Diseñar propuestas de mejora en el proceso de recolección, incrementando la productividad del CRMV.	Objetivo 4: Implementar herramientas de control y seguimiento de los indicadores de producción, sostenibles a largo plazo.
	Objetivo 2: Determinar cuáles herramientas de lean manufacturing son las más adecuadas para una mejora en los indicadores de producción.				
				Objetivo 5: Realizar un análisis costo beneficio de la propuesta de implementación, para la cuantificación del impacto generado.	
Descripción	Definición del Problema.	Obtener datos y mediciones de situación actual del problema.	Analizar datos para convertirlos en información, y detectar si son raíz.	Se llevan a cabo acciones para mejorar.	Se verifica que las mejoras implementadas se mantengan.
Herramientas	Diagrama de Flujo Mapa de Procesos SIPOC	Diagrama de Pareto	Entrevista Libre Análisis de encuestas Lluvia de ideas	Diagrama de Pareto Ishikawa	Plan de implementación Plan de Mejoramiento continuo
Conclusiones	Se determinaron 09 causas en total que provocan incumplimiento en la productividad mensual del CRMV. Se clasificaron las causas en 04 categorías según el impacto que procovan en la productividad del CRMV. Se estima que el impacto de las causas mas significativas mejorará el proceso para aumentar la productividad del CRMV.			Se proponen cuatro mejoras a las causas encontradas con el objetivo de aumentar la productividad del CRMV. Se propone un cronograma de actividades y herramientas para mejorar los procesos y lograr aumentar la productividad.	

Fuente: Elaboración propia.

5.1 PLAN DE PROPUESTAS DE MEJORA

En el capítulo anterior se identificaron 09 causas críticas, las cuales se agruparon en 04 categorías correspondientes a:

Clima Organizacional, Maquinaria, Material y la Falta de Gestión Comercial.

Estas causas influyen con el problema de Productividad planteado. Como respuesta a esta situación se establece un plan de mejora con distintas alternativas, el cuál se basa en implementar herramientas que estén dirigidas a mitigar dichas causas.

A continuación se detalla una tabla con las causas y propuestas a implementar en el CRMV.

Tabla 7: Causas y Propuestas a implementar en CRMV.

CAUSA	PROPUESTA
1. Falta Gestión Comercial por parte del CRMV.	Búsqueda de clientes directos que adquieran material valorizable para generar mejores ingresos al CRMV.
	Cotizar camión para que el CRMV realice la entrega de material valorizable a clientes directos y no depender de intermediarios para las entregas.
	Cotizar Montacarga para movilizar el material valorizable dentro del CRMV.
	Cotizar romana de camiones para uso interno.
2. Material Ingresas sin distinción y existe Alto porcentaje de rechazo de material Ordinario.	Generar multas a las personas que incumplan con la gestión de separar los residuos adecuadamente, según La Ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839)
3. Problemas de Clima Organizacional.	Realizar Evaluaciones de Desempeño como herramienta de desarrollo para aumentar productividad y generar compromiso por parte de los colaboradores del CRMV.
4. Parada Constante de Banda Transportadora.	Adaptación de velocidades a la banda transportadora para evitar el apagado y encendido constante, y de esta manera evitar ese cuello de botella en la producción del CRMV.

Fuente: Elaboración propia, (2021).

5.1.1 Propuesta de Gestión Comercial.

Esta categoría esta relacionada con la búsqueda de nuevos clientes que pueden adquirir el material valorizable y de está manera poder aumentar los ingresos del CRMV.

A continuación se detalla una tabla con las ventas de los diferentes materiales valorizables correspondientes al año 2020.

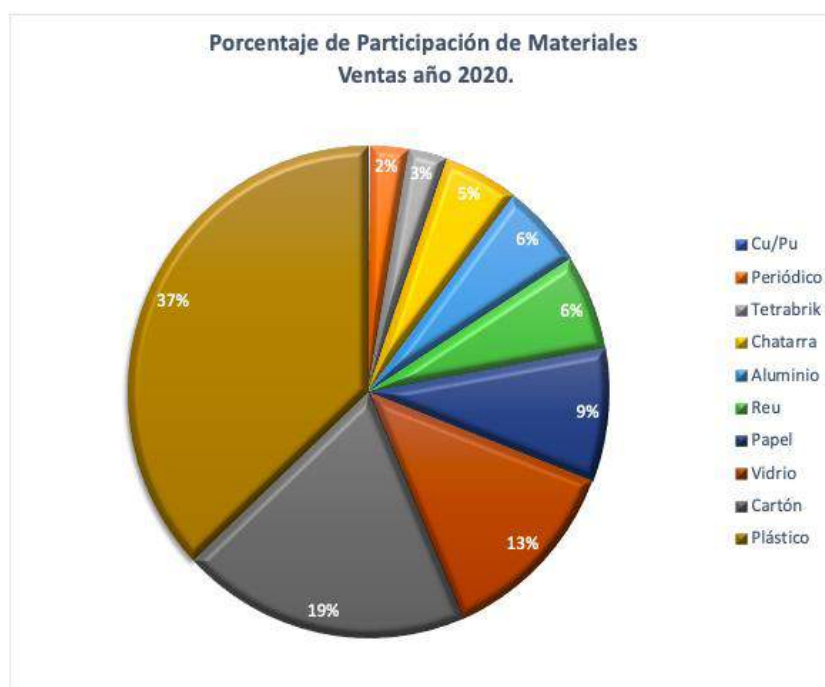
Tabla 8: Participación de Ventas de Material Valorizable del año 2020.

Ventas Material Valorizable año 2020		
Material	Ingreso	Porcentaje Participación
Cu/Pu	₡ 29.400,00	0%
Periódico	₡ 463.884,00	3%
Tetrabrik	₡ 474.460,00	3%
Chatarra	₡ 916.287,00	5%
Aluminio	₡ 1.023.010,00	6%
Reu	₡ 1.156.572,00	6%
Papel	₡ 1.601.743,00	9%
Vidrio	₡ 2.326.144,00	13%
Cartón	₡ 3.561.830,00	19%
Plástico	₡ 6.791.515,00	37%
TOTAL	₡ 18.344.845,00	100%

Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV.

Como podemos observar en la tabla anterior, los materiales que generaron mayores ingresos y tuvieron mayor porcentaje de participación en las ventas del CRMV en el año 2020 fueron: el Plástico con un 37% , el Cartón con un 19%, el Vidrio con un 13% y el Papel con un 9%, estos materiales juntos suman un 78% de participación en las ventas del CRMV.

Figura 38: Gráfico de Porcentaje de Participación.



Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CRMV.

Se evaluó el porcentaje de participación de los materiales valorizables de las ventas del año 2020, ya que, es indispensable conocer como se componen las ventas para tener claro el potencial de venta de cada material valorizable en dicha institución.

De acuerdo al gráfico podemos observar que existe un potencial importante de los materiales valorizables, tales como el plástico con un 37% , el cartón con un 19%, el vidrio con un 13% y el papel con un 9%. La suma total de los porcentajes es de un 78%.

El CRMV vende la mayoría de este material, con excepción del cartón, a intermediarios y estos intermediarios posteriormente lo vende a consumidores directos, la razón de que los materiales valorizables se vendan a intermediarios obedece a que la municipalidad no cuenta con camión propio para la entrega del material valorizable en la planta de los compradores directos.

Con este estudio se pudo obtener información para comparar precios estimados de los materiales valorizables, investigar quienes podrían ser posibles clientes directos y de esta manera analizar quienes podrían comprar el material valorizable a un mejor precio a los precios que les venden a los intermediarios, y así obtener un “ganar-ganar” para ambas partes, para el CRMV y para los clientes que podrían comprar el material valorizable directamente en el Centro.

A continuación se detalla una tabla donde se indica el precio de venta de los diferentes materiales valorizables.

Tabla 9: Precio de Venta de Material Valorizable del CRMV.

Material	Precio de Venta Por Kilo	Cientes Municipalidad
Cartón	₡ 69,00	Empaque Santa Ana
Papel	₡ 30,00	Carlos Alvarado
Periódico	₡ 250,00	Varios Clientes
Tetrabrik	₡ 15,00	Carlos Alvarado
Vidrio	₡ 28,00	Erick Scott (Proveedor Autorizado de VICESA)
Plástico	₡ 10,00	Carlos Alvarado
Chatarra	₡ 90,00	Carlos Alvarado
Aluminio	₡ 350,00	Carlos Alvarado
Reu	₡ 20,00	Varios Clientes

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CRMV.

Como podemos observar en la tabla anterior, la mayoría del material valorizable que se recupera en el CRMV, es comprado por el trabajador independiente Carlos Alvarado, y posteriormente él vende el material a distintos clientes directos.

Se procedió a investigar sobre posibles clientes directos y los precios a los que reciben los materiales valorizables.

Tabla 10: Precio de Venta de Material Valorizable Clientes Directos.

PLÁSTICO				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
FLORIDA BEBIDAS FIFCO	PET Transparente compactado	₡ 120,00	Nestor Quiros	7021-6185
	PET Suelto	₡ 100,00		
VIDRIO				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
VICESA/ VICAL	Vidrio Color	₡ 43,00	Alejandro Conejo	60412-6409
	Vidrio Azul y Verde	₡ 22,00		
ALUMINIO				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
FLORIDA BEBIDAS FIFCO	Hojalata	₡ 25,00	Nestor Quiros	7021-6185
	Aluminio	₡ 500,00		
	Aluminio más de una tonelada	₡ 600,00		
PLATAFORMA INTERNACIONAL S.A.	Aluminio	₡ 600,00	Erick Jimenez	8828-3595
CARTÓN				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
EMPAQUES SANTA ANA	Cartón	₡ 69,00	Guillermo Moya	2487-7002
	Cartón Amarrado	₡ 72,00		
	Cartón en Pacas	₡ 88,00		
PAPEL				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
KIMBERLY CLARK	Papel Blanco	₡ 170,00	Giovanni Mena	8306-4636
	Papel Color	₡ 70,00		
	Papel Mezclado	₡ 150,00		
	Papel Primera Tipo revista	₡ 140,00		
	Papel segunda color	₡ 110,00		
	Papel Periódico	₡ 100,00		
Papel Termomecánico	₡ 90,00			
CHATARRA				
Empresa	Tipo Material	Precio de Compra por Kilo	Nombre	Contacto
RECICLADORA DE METALES MR	Chatarra	₡ 140,00		8439-5183
PLATAFORMA INTERNACIONAL S.A.	Chatarra	₡ 160,00	Erick Jimenez	8828-3595

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de llamadas realizadas a clientes.

De acuerdo con la tabla anterior, podemos observar que en la mayoría de los materiales valorizables, el precio es mas rentable si se vende directamente a los clientes directos de dichos materiales.

A continuación se presenta un cuadro comparativo donde se detallan los precios a los que se vende el material valorizable a los intermediarios en el CRMV y los precios a los que compran el material valorizable los clientes directos.

Tabla 11: Cuadro Comparativo de Precio de Material Valorizable.

Material	Precio de Venta Por Kilo	Cientes Municipalidad	Cliente Directo	Precio	Diferencia de Precio por Kg
Cartón	₡ 69,00	Empaque Santa Ana	Empaque Santa Ana	₡ 69,00	₡ -
Papel	₡ 30,00	Carlos Alvarado	Kimberly Clark	₡ 70,00	-₡ 40,00
Periódico	₡ 250,00	Varios Clientes	Kimberly Clark	₡ 100,00	₡ 150,00
Tetrabrik	₡ 15,00	Carlos Alvarado	Florida Bebidas FIFCO	₡ 15,00	₡ -
Vidrio	₡ 28,00	Erick Scott	Vicesa	₡ 43,00	-₡ 15,00
Plástico	₡ 10,00	Carlos Alvarado	Florida Bebidas FIFCO	₡ 100,00	-₡ 90,00
Chatarra	₡ 90,00	Carlos Alvarado	Plataforma Internacional S.A	₡ 160,00	-₡ 70,00
Aluminio	₡ 350,00	Carlos Alvarado	Florida Bebidas FIFCO	₡ 500,00	-₡ 150,00

Fuente: Elaboración propia con Datos tomados de CRMV y de llamadas realizadas a clientes.

En la tabla anterior, podemos ver que en los materiales tales como, el cartón y el tetrabrik, no hay diferencia en los precios de compra, en el periódico el CRMV obtienen mayor beneficio económico vendiéndolo a las veterinarias del pueblo que a los clientes directos, sin embargo en el resto de los materiales valorizables si encontramos diferencias importantes en los precios. Analizando esta situación, el CRMV podría obtener mayor beneficio económico si el material lo vendiera a los clientes directos.

En la siguiente tabla se detallarán los ingresos del CRMV correspondientes al año 2020; se comparará el ingreso con los precios estimados utilizados en dicho año versus los ingresos que pudieron haber logrado si el material lo hubiesen vendido a los clientes directos de materiales valorizables.

Tabla 12: Cuadro Comparativo de ingresos del CRMV vrs Ingreso proyectado.

Material	Ventas del CRMV Año 2020			Proyección de Ingresos	
	Kilos Procesados	Precio Aprox	Ingreso	Precio Cliente Directo	Ingreso Proyectado
Cartón	355.778	₡ 10,01	₡ 3.561.830,00	₡ 69,00	₡ 24.548.682,00
Papel	54.328	₡ 29,48	₡ 1.601.743,00	₡ 70,00	₡ 3.802.960,00
Periódico	6.000	₡ 77,31	₡ 463.884,00	₡ 150,00	₡ 900.000,00
Tetrabrik	24.725	₡ 19,19	₡ 474.460,00	₡ 15,00	₡ 370.875,00
Vidrio	158.268	₡ 14,70	₡ 2.326.144,00	₡ 43,00	₡ 6.805.524,00
Plástico	105.847	₡ 64,16	₡ 6.791.515,00	₡ 100,00	₡ 10.584.700,00
Chatarra	31.418	₡ 29,16	₡ 916.287,00	₡ 160,00	₡ 5.026.880,00
Aluminio	6.723	₡ 152,17	₡ 1.023.010,00	₡ 500,00	₡ 3.361.500,00
Cu/Pu	294	₡ 100,00	₡ 29.400,00	₡ 100,00	₡ 29.400,00
Reu	12.596	₡ 91,82	₡ 1.156.572,00	₡ 91,82	₡ 1.156.518,81
TOTAL	755.977		₡ 18.344.845,00		₡ 56.587.039,81

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CRMV y cálculos proyectados.

Como podemos observar en la tabla anterior, en el año 2020, los ingresos por la venta de los materiales valorizables a intermediarios fue de ₡18.344.845,00, si se realiza una proyección de venta utilizando la misma cantidad de kilos procesados pero usando los precios de los compradores directos, los ingresos pudieron ser de ₡56.587.039,81, por lo que la diferencia en los ingresos pudo ser de ₡38.242.194,81. Esto nos deja saber que sí es relevante realizar un estudio de mercado, ya que, la diferencia en los ingresos puede ser bastante significativa, por lo tanto los ingresos del centro mejorarían y por ende, lo haría más rentable.

La justificación que brindan los administradores del CRMV de vender el material valorizable a intermediarios, es que la municipalidad no cuentan con camión para la entrega del material clasificado en la planta de los clientes directos. También se detectó la necesidad de un montacargas para reducir el tiempo invertido movilizandolos materiales y el riesgo de lesiones en los operarios, y de una romana

de camiones que se considera una inversión importante para agilizar el proceso de pesaje de los residuos de entrada y los materiales clasificados. Por lo que se procede a cotizar el camión, montacargas y la romana para evaluar si vale la pena la compra para ejercer esta labor.

Se solicito asesoramiento expertiz del Jefe de proveeduría de la empresa de Empaques Santa Ana, para conocer las características que se deberían considerar para la compra apropiada de estos activos.

Las características a considerar para la compra del camión son:

- Camión de carga seca, quiere decir que debe tener cajón cerrado, para evitar que los materiales valorizables como el cartón y el papel se mojen, y eventualmente se dañen.
- Capacidad de 5 toneladas.
- Año: 2015 en adelante.

Tabla 13: Cuadro Comparativo de Camiones en el mercado.

MARCA	AÑO	COMBUSTIBLE	CILINDRADA	TRANSMISIÓN	ESTILO	PRECIO
HINO DUTRO	2015	DIESEL	4000	MANUAL	4.0-4.5 TONELADAS	₡ 11.300.000,00
JAC	2017	DIESEL	3900	MANUAL	4.0-4.5 TONELADAS	₡ 14.000.000,00
HINO DUTRO	2017	DIESEL	4000	MANUAL	4.0-4.5 TONELADAS	₡ 15.500.000,00

Fuente: https://www.encuentra24.com/costa-rica-es/autos-usados?q=f_currency.CRC,
18/5/2021/, 16:29

Se realizo un estudio de mercado del camión usado con las características sugeridas, en la pagina de CR Autos, los precios rondan entre ₡11,000,00 y ₡15.,000,00.

Las características a considerar para la compra del montacargas son:

- Capacidad: 2 a 2.5 Toneladas.
- Duales (gas/ gasolina).
- De una y doble torre.
- Con 3 válvulas de mando.

Tabla 14: Cuadro Precios de Montacargas en el Mercado.

PRECIOS MONTACARGAS + iva / 2021.							
CAPACIDAD	YALE (Disagro).		TOYOTA (Tractomotriz)		ENESA	MATRA	
	Yale	Hyster	Serie 8 (Japon)	Serie Z (China)	Doosan	Caterpillar	Towmotor
2,500 KG	\$ 27.000	\$ 21.250	\$ 27.000	\$ 0	\$ 28.700	\$ 32.100	\$ 22.500
3,000 KG	\$ 0	\$23.000 Chino \$32.000 Japon	\$ 0	\$ 28.000	\$ 30.700	\$ 35.900	\$ 24.400
Precio 4ta valv p/2.5 y 3 ton	\$ 2.000	\$ 1.750	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 900	incluida	incluida
Especificaciones:	Triple torre, 4 tiempos, gas/gasolina, 51 hp, 2200, 2400 rpm, incluye horquilla desplazador lateral.		Triple torre, 4 tiempos, gas/gasolina, 54 hp, 2400, 2600 rpm, incluye horquilla desplazador lateral.		Triple torre, 4 tiempos, gas, 45.3 hp, 2237 rpm, incluye desplazador lateral.	Triple torre, 4 tiempos, gas, 54 hp, 2400 rpm, incluye desplazador lateral.	
Motor:	Nissan K21 y K25.		Toyota 4Y		Nissan K21 y K25	Nissan K21 y K25	
Llantas:	Rellenas o neumaticas.		Rellenas o neumaticas.		Agregar \$1300 para rellenas	Rellenas o neumaticas.	
Fabricado en:	Japon y China		Japon y China		Corea del Sur	Japon y China.	
Garantía:	12 meses o 2000 horas		12 meses o 2000 horas		12 meses o 2000 horas.	12 meses full	

Fuente: Elaboración propia con datos de llamadas realizadas a proveedores.

Se realizó un estudio de mercado del montacargas con las características sugeridas, los precios rondan entre \$ 21,250 y \$ 32,000 de 2,5 toneladas y entre \$23, 000 y \$35, 900 de 3 toneladas.

Las características a considerar para la compra de la romana de piso para pesar las cargas son:

- Capacidad: 4 Toneladas.
- Dimensiones: 200 cm x 100 cm.

- Uso Industrial.
- Trabajar en foso o nivel del suelo.
- Unidades de pesaje en Kg o Lbs.
- Optima para trabajos pesados.

Tabla 15: Cuadro comparativo romana de piso para pesar cargas.

CAPACIDAD	MARCA	PRECIO	GARANTÍA	CONTACTO	NUMERO	EMAIL
20 A 4000 Kg	BALLAR	ϕ850,000 +IVA	12 MESES	JORGE BALLAR TRIGUEROS	2297-4000	rballar@ice.co.cr
MÁXIMA 5000 Kg	OCONY	ϕ1,050,000 + IVA	12 MESES	FERNANDO ALFARO CHAVES	2253-3535	ventas3@romanasocony.com

Fuente: Elaboración propia con datos de llamadas realizadas a proveedores.

Se realizo un estudio de mercado de la romana de piso para pesar las cargas, utilizando las características sugeridas, los precios rondan entre ₡800,000 y ₡1,050.,000 + IVA.

5.1.2 Propuesta de mejora para Categoría de Material.

Esta causa esta relacionada con el material valorizable que ingresa al CRMV sin distinción y además, existe un alto porcentaje de rechazo (30%), de residuos ordinarios que van destinados hacia el relleno sanitario, esto ocasiona desperdicio de tiempo en la separación de estos residuos, requiere de espacio en la planta del CRMV y adicional, incurre en gastos de traslado a relleno sanitario de ₡13,000 por cada tonelada trasladada.

Como propuesta de mejora se plantea generar multas a las personas que desde el hogar, incumplan con la gestión de separar los residuos adecuadamente, también se aplicarían multas a los recolectores de basura no autorizados que aprovechan para robar el material valorizable anticipándose a las rutas de recolección de los camiones recolectores de la Municipalidad de Santa Ana.

Esta implementación se puede llevar a cabo, ya que, existe La ley para la Gestión Integral de Residuos (Ley 8839), misma que se reformo en noviembre del año 2020 e indica que a partir de noviembre del año 2021 las municipalidades podrán aplicar sanciones y multas por dicho incumplimiento, sin embargo, en la Municipalidad de Santa Ana no se ha gestado esta propuesta.

La municipalidad podrá aplicar y sancionar las infracciones graves y leves establecidas en dicha Ley.

Las sanciones graves pasan de una multa entre 20 a 100 salarios base, a ocho veces la tarifa más alta del servicio de manejo de residuos que cobre la municipalidad.

La reforma también incluye normas procedimentales para la aplicación de las sanciones por parte de la Municipalidad, entre las que destaca la posibilidad de que, en caso de que corresponda, y cuando solo se cuente con el número de placa de un vehículo del infractor, se podrá cargar la multa al marchamo por medio de un convenio que las municipalidades deberán establecer con el INS.

Según la ley 8839, la boleta de infracción de la gestión de residuos valorizables debe contener la información que se muestra en la siguiente propuesta de diseño, para dichas boletas de infracción.

Figura 39: Boleta Infracción Gestión Residuos Valorizables.

**BOLETA INFRACCIÓN
GESTIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES**

DÍA MES AÑO

HORA: _____

DATOS DEL INFRACTOR			
NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO	
TIPO DE IDENTIFICACIÓN	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN		
DOMICILIO			
OBSERVACIONES			
DATOS DE INSPECTOR DE GESTIONAR BOLETA DE INFRACCIÓN			
NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO	
TIPO DE IDENTIFICACIÓN	NUMERO DE IDENTIFICACIÓN		
LUGAR DE INFRACCIÓN	ARTÍCULO INFRINGIDO	MONTO DE MULTA	
MEDIO PROBATORIO:	<input type="checkbox"/> FOTOS	<input type="checkbox"/> VIDEOS	
DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE VEHICULO EN QUE SE COMETIÓ INFRACCIÓN			
PLACA:	MARCA:	MODELO:	COLOR:
OBSERVACIONES:			
TIPO DE INFRACCIÓN			
GRAVISÍMA			
<input type="checkbox"/>	Gestionar, almacenar, valorizar y disponer residuos peligrosos en lugares no autorizados.		
<input type="checkbox"/>	Mezclar residuos ordinarios con residuos peligrosos.		
<input type="checkbox"/>	Comprar, vender y almacenar material valorizable robado o sustraído ilícitamente.		
<input type="checkbox"/>	Quemar, incinerar, enterrar, almacenar o abandonar residuos peligrosos, en sitios no autorizados.		
<input type="checkbox"/>	Transportar residuos peligrosos, sin la autorización correspondiente.		
NOTA: Las infracciones gravísimas se sancionarán con una multa de cien a doscientos salarios base, de acuerdo con el artículo 2 de la Ley 7337, de 5 de mayo de 1993, y con el pago del daño ambiental.			
GRAVE			
<input type="checkbox"/>	Disponer residuos ordinarios por vía de quema, enterramiento de residuos no orgánicos o abandono de residuos ordinarios en la vía pública, sistemas de alcantarillados, nacientes, cauces de agua y sus zonas de protección; así como en propiedad privada no autorizada para tales fines.		
<input type="checkbox"/>	Comprar, vender, almacenar y tratar residuos valorizables ilícitamente.		
<input type="checkbox"/>	Recolectar de la vía pública residuos valorizables ilícitamente.		
<input type="checkbox"/>	Brindar de forma ilegal o contraria a las disposiciones municipales el servicio de recolección y disposición de residuos.		
NOTA: Las infracciones graves serán sancionadas hasta ocho veces la tarifa más alta del servicio de manejo de residuos de cada municipalidad			
LEVE			
<input type="checkbox"/>	Se consideran infracciones leves y será sancionado hasta con cinco veces la tarifa que corresponda de acuerdo con la categoría asignada, quien gestione los residuos ordinarios en condiciones contrarias a las establecidas en las disposiciones municipales sobre el servicio de recolección y disposición de residuos		

Las sanciones por las infracciones se cancelarán en un plazo de ocho días hábiles, en la municipalidad en cuyo territorio se cometió o en cualquier banco del sistema bancario nacional. En caso de incumplimiento de pago se devengarán intereses moratorios equivalentes promedio al simple de las tasas activas de los bancos estatales.

Fuente: Elaboración propia con datos de la ley 8839.

Según la Ley 8839, el dinero que sea recaudado deberá invertirse en los programas de gestión de residuos de la municipalidad.

Esta implementación ayudará a que las personas realicen una separación de residuos valorizables de una manera más consciente, por ende, estos residuos al llegar al lugar de destino con una separación adecuada, facilitará las funciones de los colaboradores del CRMV, ahorrará tiempo que anteriormente requerían para la separación de residuos ordinarios y además, se podrá aprovechar el espacio que ocupaban los residuos ordinarios (aproximadamente el 30% del ingreso de residuos corresponde a material ordinario y son destinados al relleno sanitario), en la planta donde se ubican los residuos valorizables.

5.1.3 Propuesta mejoramiento de Clima Organizacional.

Esta causa esta relacionada con el clima organizacional de la empresa, en las encuestas aplicadas a los colaboradores del CRMV, se pudo observar que los colaboradores están desmotivados y además no existe un compromiso con los valores de la institución, adicional existe un alto nivel de ausentismo por parte de los colaboradores.

5.1.3.1 Evaluaciones de Desempeño

En las encuestas aplicadas al encargado de planta del CRMV, pudimos observar que no realizan evaluaciones de desempeño a los colaboradores, estas evaluaciones son importantes para mejorar el compromiso de los colaboradores con la institución, coopera con la motivación ,ya que, es una herramienta para el desarrollo de sus labores y además, aumenta la productividad.

Según Alles, (2010), los métodos para evaluar el desempeño constituyen uno de los medios más útiles para aumentar la productividad así como para facilitar el avance a las metas estratégicas. El éxito de un programa depende de varios factores; uno muy importante es cómo se lo administra. ¿Para qué sirve? Tiene muchos efectos benéficos para una organización. Entre los más importantes:

1. Dar a los empleados la oportunidad de repasar su desempeño y las normas con su supervisor.
2. Proporcionar al supervisor los medios de identificar las fortalezas y debilidades del desempeño de un empleado.
3. Brindar un formato que permita al supervisor recomendar un programa específico para ayudar a un empleado a mejorar el desempeño.
4. Aportar una base para las recomendaciones salariales.

Entre otros usos se pueden mencionar:

1. Determinar promociones.
2. Tomar decisiones de retener o despedir.
3. Identificar necesidades de capacitación específica.
4. Planear carreras para el personal.

Si bien su uso más conocido o extendido está en relación con aspectos salariales y/o de promoción o despido, creemos que existe otro aspecto tan importante como estos, no siempre reconocido o presente tanto en evaluados como en evaluadores:

La evaluación de desempeño como herramienta de desarrollo.

Desde el punto de vista individual, la evaluación brinda la retroalimentación esencial para analizar las fortalezas y las debilidades, así como para mejorar el desempeño.

Figura 40: Figura pasos clave en Evaluación de Desempeño.



Fuente: Desempeño por competencias: evaluación de 360°. (Alles, 2010, pág.).

Como pudimos observar en la lectura anterior, las evaluaciones de desempeño son muy útiles para el aumento de la productividad, y este es el objetivos principal de

este proyecto. Por lo que se elaboró un formulario de propuesta de evaluación de desempeño para aplicar a los colaboradores del CRMV.

Figura 41: Formulario de Evaluación de Desempeño.

CENTRO DE RECUPERACIÓN DE RESIDUOS VALORIZABLES		EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO COLABORADORES DEL CRMV				
IDENTIFICACIÓN DE EVALUADO						
1. NOMBRE:		2. APELLIDOS:		3. CÉDULA:		
4. PUESTO:		5. PERÍODO QUE CUBRE EVALUACIÓN:			FECHA:	
6. Marque con una "X" la casilla según corresponda		CALIFICACIÓN				Observaciones de Evaluador
		DEFICIENTE 0%	BUENO 25%	Muy bueno 75%	Excelente 100%	
		1	2	3	4	
DESEMPEÑO						
¿Ha sido puntual?						
¿Ha demostrado compromiso con los valores de la organización?						
¿Ha mantenido su Integridad en el trabajo?						
¿Ha mantenido una actitud de Liderazgo en su grupo de trabajo?						
¿Ha sido responsable con la entrega de la producción programada?						
¿Ha tenido Iniciativa en las labores diarias y mejorando los procedimientos?						
¿Ha escuchado y respetado opiniones y críticas de sus compañeros, propiciando un ambiente laboral cordial y de respeto?						
¿Ha demostrado interés en la obtención de Resultados?						
¿Ha favorecido el trabajo en equipo, aportando ideas a sus compañeros?						
¿Ha aplicado conocimiento necesario para cumplimiento de las funciones del puesto?						
¿Ha realizado el trabajo de acuerdo a los requerimientos solicitados?						
¿Realiza funciones del cargo sin que requiera ser supervisado y/o controlado permanentemente?						
PUNTAJE TOTAL:						
¿Qué es lo mejor que ha hecho dentro del grupo de trabajo?						
Comentarios y Observaciones:						
Firma del Evaluador			Firma del Evaluado			

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Las evaluaciones de desempeño son herramientas que ayudan a mejorar el desarrollo de las capacidades de los colaboradores y por ende, es un factor fundamental para garantizar la buena productividad de la institución, ya que, si los colaboradores se sienten felices, trabajarán más y mucho mejor. Además, la Municipalidad al mostrar mayor compromiso por sus trabajadores, podría lograr mejorar la lealtad y de esta manera, incrementar el compromiso por parte de los colaboradores.

Aumentar el grado de satisfacción de los trabajadores, ayudará a conseguir aumentar la productividad y obtener los beneficios que esto pueda generar, como es tener empleados comprometidos con los valores de la institución, con el equipo de trabajo y con sus labores diarias.

Con esta propuesta lo que se pretende es que los empleados tengan buena disposición para realizar sus labores, evitando que los colaboradores no sean eficientes y de este modo no se genere un mal ambiente en el trabajo que afecte la productividad de la institución.

Con la aplicación de las evaluaciones de desempeño se logró aumentar la productividad un 37%.

Se recomienda aplicar estas evaluaciones de desempeño cada 6 meses.

5.1.3.2 Selección de Personal.

Otro de los factores importantes para el mejoramiento del Clima Organizacional es la selección de personal, en las encuestas se pudo detectar la disconformidad de los colaboradores con el Jefe de planta, esto influye a que exista un ambiente tenso y se vea afectaba la productividad mensual establecida.

Es importante designar un Jefe de planta que lidere el grupo, que incite a la motivación y al compromiso de los colaboradores con la institución.

Dentro de las funciones de un líder de planta se pueden destacar:

- Supervisar la productividad diaria.
- Solicitar a RRHH capacitar el personal.
- Resolver dudas de los colaboradores.
- Registrar el ingreso de los residuos y la salida del material valorizable.
- Estudio constante del mercado para ser competitivos.
- Aplicar evaluaciones de desempeño.
- Establecer metas de producción y externarlas a su equipo de trabajo.

5.1.3.3 Programas de Entrenamiento.

Los programas de entrenamiento o de capacitación a los colaboradores, permite aumentar la productividad, evitar errores a la hora de clasificar los materiales valorizables, empodera de conocimiento a los colaboradores y de esta manera se puede lograr un mayor compromiso con la institución.

Algunos de los temas que se pueden incluir en los programas de entrenamiento son:

- Conocimiento de la Ley 8839.
- Impacto ambiental relacionado con la operación efectuada.
- Tipos de Material Valorizable.
- Correcta Clasificación de Materiales Valorizables.
- Almacenamiento de los Materiales Valorizables.
- Conocimiento y funcionamiento de los equipos.

A continuación se muestra la bitácora de control de capacitaciones que se recomienda llenar cada vez que se imparte un taller o capacitación a los colaboradores del CRMV.

Figura 42: Bitácora de control de Capacitaciones.

MUNICIPALIDAD SantaAna		CAPACITACIONES	
Instructor:			
Fecha:			
Tiempo utilizado:			
Objetivo:			
Tema (s):			
Colaboradores participantes:			
Nombre y Apellidos		Firma Colaborador	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

Se recomienda que cuando se brinden talleres de capacitación a los colaboradores, se manejen estas bitácoras de control y además, solicitar a los operarios que firmen como respaldo para obtener un mayor compromiso de su parte.

5.1.4 Propuesta de mejora para Parada Constante de Banda Transportadora.

El material que proviene separado desde el hogar es acercado a la tolva de la banda transportadora, posteriormente el material es colocado en la banda transportadora en donde 6 operarios se organizan para clasificar los diferentes tipos de material y los introducen en los ductos que los canalizan hacia las sacas.

Esta causa esta relacionada con la parada constante de la Banda transportadora del CRMV, inicialmente se creía que la longitud de la Banda transportadora no era la adecuada, debido a que está se elaboró sin ningún conocimiento técnico y a la hora de que los colaboradores colocaban el material valorizable para su respectiva clasificación, debían encender y apagar constantemente dicha banda para evitar que el material que continuaba avanzando cayera al suelo.

Se procedió a realizar la consulta a un técnico automotriz para que nos colaborará con una visita al CRMV, y revisará aspectos técnicos de la banda transportadora para valorar la opción de adaptarle velocidades, y de esta manera ajustar la velocidad de la banda a la capacidad de trabajo de los colaboradores a la hora que procesan el material valorizable.

Actualmente la frecuencia del motor de la banda transportadora trabaja a 1720 revoluciones por minuto, lo cuál es demasiado rápido para la operación.

La recomendación del técnico automotriz es adaptarle un variador a la banda transportadora para poder ajustarle diferentes velocidades y de esta manera se pueda procesar el material valorizable según así sea la capacidad de trabajo con la que cuenta el CRMV.

A continuación se detalla una tabla donde muestra el horario en el que opera la máquina:

Tabla 16: Horario de Operación de Banda Transportadora.

Lunes a Jueves	Viernes
5:30 a 8:00 am	5:30 a 8:00 am
Desayuno	Desayuno
8:30 a 12:00 md	8:30 a 12:00 md
Almuerzo	Almuerzo
1:00 a 2:00 pm	Salida
Salida	-----

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de CRMV.

Según la tabla detallada anteriormente, la banda transportadora opera 34 horas semanales, pero si tomamos en cuenta que la banda debe ser encendida y apagada en promedio cada 5,00 min y se mantiene detenida por 1,00 minuto aproximadamente, quiere decir que se pierden 12 min por cada hora de operación, por lo que se puede decir que la operación efectiva de la banda es de 27,2 horas semanales. En conclusión se pierden en promedio 6,8 horas efectivas de operación semanalmente y 350,88 horas al año.

La energía actual consumida es de:

$Kwh = 2,2 \text{ kW} \times 1404 \text{ h/año} = 3,089 \text{ kWh/año}$. Realizando paradas de operación.

$Kwh = 2,2 \text{ kW} \times 1755 \text{ h/año} = 3,861 \text{ kWh/año}$. Sin paradas de operación.

Eficiencia: $(\text{Potencia mecánica} / \text{Potencia eléctrica}) \times 100$

Eficiencia Actual: $(0,76 \times 3 \text{ HP/kW}) / 2,2 \text{ kW} \times 100 = 103\%$

El promedio de los kilos procesados en el año 2020 fue de 62,998 kg al mes, con un promedio en las ventas de $\$1,528,740$ mensuales, considerando la parada constante de la banda transportadora. Las horas efectivas en promedio de operación de la banda en el año 2020 fue de 116,96 horas mensuales.

Calculando los datos detallados en el párrafo anterior, el CRMV procesó 538,63 kg por hora, asumiendo que con el variador de velocidad la máquina operará al ritmo adecuado sin necesidad de apagar y encender constantemente, la banda trabajaría 146,20 horas al mes, el CRMV podría procesar 78,748 kg al mes. Quiere decir que podría procesar 15,750 kg más al mes.

Tabla 17: Cuadro Comparativo con paradas y sin paradas en la Operación.

Descripción	Mensual			Al Año
	Con Paradas	Sin Paradas	Diferencia	Diferencia
Horas	116,96	146,20	29,24	350,88
Kilos	62.998,00	78.748,00	15.750,00	189.000,00
Ventas	₡ 1.528.740,00	₡ 1.910.937,13	₡ 382.197,13	₡ 4.586.365,60
Precioaprox/kg	₡ 24,27	₡ 24,27	-----	-----

Fuente: Elaboración propia con datos tomados del CRMV y cálculos propios.

Como podemos observar en la tabla anterior, la diferencia de no tener que encender y apagar la máquina constantemente puede ser de 351 horas más de operación, 189,000 kilos más procesados y ₡4,586,366 más en los ingresos por ventas.

5.2 PLAN DE INVERSIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL CRMV

A continuación se presenta la consolidación de propuestas de mejora para el aumento de la productividad del CRMV, así como los costos-beneficios.

Los gasto puede ser importante, sin embargo, a largo plazo aumentarían los ingresos, mejoraría la productividad, los colaboradores estarían más comprometidos, el CRMV sería más eficiente y todo esto compensaría dicha inversión.

Tabla 18: Cuadro Propuestas de Mejora y Costos-Beneficios.

Propuesta	Costo	Beneficio
Propuesta 1: Gestión Comercial	<p>Estudio de mercado y búsqueda de clientes directos: Precio ¢154,800.</p> <p>Compra de Camión: Precio ¢14,000,000 aprox.</p> <p>Salarios Conductor y ayudante de Camión: Precio ¢11,400,000 al año.</p> <p>Compra Montacargas Nuevo: Precio ¢15,625,000.</p> <p>Compra Romana de Camiones: Precio ¢960,000.</p> <p>TOTAL: ¢42,140,300.</p>	<p>Se realizó una estimación de las ventas del año 2020 con los precios de compra de los clientes directos y la diferencia en los ingresos pudo ser de ¢38,000,000.</p> <p>El total de ingresos: ¢56, 587,039.</p> <p>Compra de Camión: El CRMV podría gestionar sus propias entregas de material sin depender de intermediarios.</p> <p>Compra Montacargas: Reducir tiempo invertido movilizand materiales y el riesgo de lesiones en los operarios.</p> <p>Compra de Romana Camiones: Agilizar el proceso de pesaje de los residuos de entrada y los materiales clasificados.</p> <p>TOTAL: ¢56,587,039.</p>
Propuesta 2: Distinción de Material	<p>Análisis e Investigación de Ley 8839: Precio ¢77,400.</p> <p>Confección de Boleta de Multas: Precio ¢77,400.</p> <p>TOTAL: ¢154,800.</p>	<p>Ahorro en espacio de almacenamiento, en tiempo de separación de material ordinario y en traslado a Relleno Sanitario.</p> <p>Costo de tonelada trasladada a Relleno Sanitario: Precio ¢13,000.</p> <p>El 30% de ingreso corresponde a material ordinario, en promedio 28 toneladas mensuales son trasladadas al relleno sanitario.</p> <p>TOTAL: ¢4,368,000</p>
Propuesta 3: Clima Organizacional	<p>Análisis e Investigación sobre Evaluaciones de Desempeño: Precio ¢51,400.</p> <p>Elaboración de Formulario de Evaluación de Desempeño: Precio ¢77,400.</p> <p>TOTAL: ¢ 128,000.</p>	<p>La evaluación de desempeño como herramienta de desarrollo de las capacidades de los colaboradores. Brinda retroalimentación esencial para analizar las fortalezas y las debilidades, así como para mejorar el desempeño y aumentar la productividad.</p> <p>Aplicando evaluaciones de desempeño la productividad mensual de la empresa aumentó en un 37% las ventas.</p> <p>TOTAL: ¢ 684,800.</p>
Propuesta 4: Ajuste Velocidad a Banda Transportadora	<p>Visita Técnico Automotriz a CRMV: Precio ¢58,750.</p> <p>Variador de Velocidades, pruebas e informe: Precio ¢1,662,500.</p> <p>TOTAL: ¢1,721,250</p>	<p>Eliminar encendido y apagado constante de la banda transportadora, mejoraría la Productividad. Esto permitiría trabajar con mayor fluidez.</p> <p>TOTAL ¢4,586,366</p>
TOTALES	¢44,144,350.	¢66,226,205

Fuente: Elaboración propia, (2021).

El análisis costo beneficio de las propuestas anteriores se detalla a continuación:

Beneficio/Costo: $\text{¢}66,226,205/\text{¢}44,144,350 = \text{¢}1,50.$

Lo que quiere decir que el proyecto si vale la pena, ya que, por cada colón invertido se va tener un ingreso de ¢1,50.

A continuación se detalla un cuadro con los KPIS que se recomiendan generar en el CRMV de manera mensual, con el fin de control y dar seguimiento a los siguientes indicadores:

Tabla 19: Cuadro Indicadores de Productividad.

Indicador	Descripción	Expresión Matemática
Indicadores Productivos	Productividad de Maquinaria	Total Producción/Horas máquina
	Mantenimiento-Producción	Costo de Mantenimiento/Costo de Producción
	Productividad Humana	Total Producción/Costo Personal
	Productividad de Energía	Total de Producción/Costo de Energía
	Producción	Total Producción Realizada/Total Producción Planeada
	Desperdicios	Total Desperdicios/Total Producción
	Devolución	Total de Toneladas Devueltas/Total de Toneladas despachadas
	Costo Beneficio	Total Costos Producción/Total Producción Planeada
	Tiempo Improductivo	Minutos Improductivos/Minutos disponibles*100
	Nivel de Calidad	Total productos sin defectos/Total de Productos
	Incumplimiento de Proveedores	Fecha Programada de Entrega/Fecha Real de Entrega*100
Gestión Talento Humano	Productividad Mano de Obra	Producción/Horas Personas Trabajadas
	Ausentismo	Horas Personas Ausentes/Horas Personas Trabajadas
	Frecuencia de Accidentes	# de Accidentes*1000/Horas Personas Trabajadas
	Rotación de Trabajadores	Total de Trabajadores Retirados/# Promedio de Trabajadores
	Ventas Trabajador	Ventas Totales/# Promedio Trabajadores.
	Cumplimiento de Inducciones	# Empleados Inducción/# Empleados Posicionados
	Capacitación Empleados	# Empleados Capacitados/# Empleados Empresa

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Se utilizará el siguiente Diagrama de Gantt, para dar seguimiento y vigilar las actividades propuestas para la mejora de la productividad del Centro de recuperación de residuos valorizables.

Figura 43: Diagrama de Gantt Propuestas CRMV.

GANTT CONTROL DE PROYECTO CRMV

TAREA	DURACIÓN	INICIO	FIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Propuesta # 1	30	5/7/21	2/8/21										
Establecer acuerdos con Clientes directos.	14	5/7/21	19/7/21										
Presentar al alcalde propuesta de Compra de Camión, Montacargas y Romana de Piso.	1	20/7/21	20/7/21										
Compra de Maquinaria (Camión, Montacargas y Romana de Piso).	15	21/7/21	2/8/21										
Propuesta # 2	9	3/8/21	10/8/21										
Presentar propuesta de boleta de Multas de para la Gestión de Integral de Residuos.	1	3/8/21	3/8/21										
Compra de talonario para confección de Multas.	8	4/8/21	10/8/21										
Propuesta # 3	30	11/8/21	10/9/21										
Presentar a RRHH propuesta de Evaluaciones de Desempeño.	1	11/8/21	11/8/21										
Aplicación de Evaluaciones de desempeño.	2	12/8/21	13/8/21										
Análisis de Evaluaciones de desempeño.	3	16/8/21	18/8/21										
Retroalimentación a Colaboradores de resultados de Evaluaciones de desempeño.	1	19/8/21	19/8/21										
Planear capacitaciones para colaboradores.	8	23/8/21	27/8/21										
Brindar talleres y capacitaciones a colaboradores.	15	28/8/21	10/9/21										
Propuesta # 4	18	13/9/21	30/9/21										
Presentar propuesta de compra de variador de velocidades de Banda Transportadora.	1	13/9/21	13/9/21										
Compra de Variador de Velocidad.	15	14/9/21	28/9/21										
Instalación de variador a Banda Transportadora.	2	29/9/21	30/9/21										

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES.

1. Inicialmente se hizo una visita con la administradora del CRMV, para realizar un recorrido y conocer los procesos que se llevan a cabo en dicha Institución, se analizaron dichos procesos mediante herramientas de ingeniería industrial, tales como, Diagramas de Flujo, Diagrama SIPOC y Lluvia de Ideas. Con la aplicación de estas herramientas se logra determinar la base para desarrollar este proyecto de graduación.

2. Se realizó un análisis de la situación del CRMV, utilizando herramientas como Diagrama de Ishikawa, Gráficos de Ventas y Productividad, Diagramas de Pareto de Primer y Segundo Grado, que permitieron identificar las oportunidades de mejora descritas en este proyecto.

3. Se identificaron 4 propuestas de mejora para lograr el mejoramiento en la productividad del CRMV.

- a) Propuesta de Gestión Comercial.
- b) Propuesta de Multas para lograr Distinción de Material Valorizable.
- c) Propuesta de Mejora de Clima Organizacional.
- d) Propuesta de Ajustes de velocidad en Banda Transportadora.

4. Se Implementaron herramientas de control y seguimiento de los indicadores de producción.

5. El análisis costo beneficio de las propuestas de este proyecto se detalla a continuación:

$$\text{Beneficio/Costo: } \text{¢}66,226,205/\text{¢}44,144,350 = \text{¢}1,50.$$

Lo que quiere decir que el proyecto si es rentable, ya que, por cada colón invertido se va tener un ingreso de ¢1,50.

6.2 RECOMENDACIONES GENERALES.

Generar a la población mayor interés de participación en las campañas de recolección de material valorizable.

Brindar mejor educación a la población en temas de reciclaje de material valorizable, mediante campañas que inciten a la correcta separación de estos residuos, ya que, muchas de las personas desconocen cuales materiales si califican como valorizables, y por esta razón no se da una correcta clasificación desde el hogar.

Llevar un control de los materiales que ingresan al CRMV y deben ser desechados, para retroalimentar a la población de cuales son los residuos que no califican como material valorizable y están siendo clasificados por ellos como tal. Estos materiales terminan ingresando a las instalaciones ocupan espacio de almacenamiento y acarrear costos de manipulación y disposición final que no se ven compensados por ningún ingreso económico.

Realizar cada 6 meses estudios de mercado para ser más competitivos y generar mayores beneficios económicos a la institución.

Actualmente a la banda transportadora se le brinda mantenimiento correctivo. Se recomienda solicitar mantenimiento preventivo por parte de un técnico automotriz al menos cada 3 meses.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.

BIBLIOGRAFÍA.

Aldana de Vega, L. A. (2011). Administración por calidad. Universidad de La Sabana. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/102014>

Alvarado Verdín, V. M. (2016). Ingeniería de costos. Grupo Editorial Patria. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/40454>

Alles, M. A. (2010). Desempeño por competencias: evaluación de 360°. Ediciones Granica. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/66695>

Baca, G. (2015). Introducción a la ingeniería industrial. Grupo Editorial Patria. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/39448>

Barrantes, R. E. (1999). Educación a Distancia. En R. B. Echavarría, Educación a Distancia (pág. 92). Costa Rica: UNED.

Besterfield, D. H. y y Pozo, V. G. (Trad.). (2009). Control de calidad (8a. ed.). Pearson Educación. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/85088>

Calderón, D. H. Centro de gestión de conocimiento. Obtenido de Organización Panoamericana de la Salud / Perú: http://bvspers.paho.org/videosdigitales/matedu/cam2011/Fuentes_informacion.pdf?ua=1

Carabantes Alarcón, D. (2015). La gestión de la información en la sociedad abierta. Dextra Editorial. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/122300>

Fernández García, R. (2013). La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa. ECU.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/62307>

García Rubio, F. O. Piattini Velthuis, M. G. y García Rodríguez de Guzmán, I. (2019). Calidad de Sistemas de Información (4a. ed.). Ediciones de la U.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/127061>

Gómez Gómez, I. (Ed.) y Brito Aguilar, J. G. (Ed.). (2020). Administración de Operaciones. Universidad Internacional del Ecuador, Guayaquil.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/131260>

Guillermina María Eugenia Baena Paz. (2014). Metodología de la investigación. Grupo Editorial Patria.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/40362>

Madrigal Muñoz, L. Ó. Núñez Ramos, A. y S. Summers, D. C. (2006). Administración de la calidad. Pearson Educación.

<http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/74129>

Rincón Soto, C. A. y Villarreal Vásquez, F. (2014). Costos I. Ediciones de la U.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/70231>

Sampieri, R. H. (2006). Metodología de la investigación. En R. H. Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 4). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Socconini, L. (2015). Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. Marge Books.

<https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/42187>

Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Ecoe Ediciones. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/114350>

Pardo Álvarez, J. M. (2017). Gestión por procesos y riesgo operacional. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/53618>

Perez, L. Perez, R. y Seca, M. V. (2020). Metodología de la investigación científica. Editorial Maipue. <https://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/138497>

Tolosa, L. (2016). Técnicas de mejora continua en el transporte. Marge Books. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/43771>

Walter Stachú, S. (2009). Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa. El Cid Editor | apuntes. <http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/31400>

ANEXOS.

Anexo No.1: Bitácoras de tutorías

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	01.02.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	X									

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
14:00	15:30	SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión de Guía #1
Revisión, análisis y corrección del capítulo #1
Revisión de Guía#2 de capítulos #1 y #2

ACUERDOS:

Realizar correcciones de capítulo #1
Agregar primeras páginas de documento
iniciar capítulo #2.

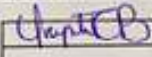
AVANCES

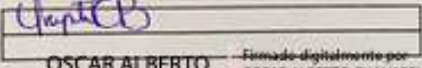
Finalizar capítulo #1

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 08.02.2021 17:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante: 

Firma Tutor: 
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.02.08 15:39:57 -06'00'

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	08.02.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		X								

HORA DE INICIO
17:00

HORA DE CIERRE
17:50

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión, análisis y corrección del capítulo #1 y #2
Revisión general en guía No.2 de capítulo #3
Revisión inicial en guía No.2 de capítulo #4

ACUERDOS:

Realizar correcciones de capítulo #1 y #2
Iniciar capítulo #3

AVANCES

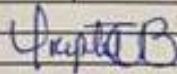
Finalizar capítulo #2
Iniciar Capítulo #3

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 15.02.2021 16:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:
Firma Tutor:



OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)

Firmado digitalmente por
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA
CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.04.19 16:12:51
-06'00'

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	15.02.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			X							

HORA DE INICIO
16:00

HORA DE CIERRE
17:00

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis del capítulo #1, #2 y #3
Revisión general para realizar de capítulo #4

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
iniciar capítulo #4

AVANCES

Iniciar Capítulo #4

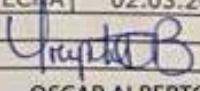
LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 02.03.2021 17:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:

Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA
CALDERON
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA CALDERON
(FIRMA)
Fecha: 2021.04.19 16:13:50
-06'00'

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	09.03.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				X						

HORA DE INICIO
16:00

HORA DE CIERRE
17:12

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis del capítulo #1,2,3 y 4

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
Continuar con avances de capítulo #4

AVANCES

Continuar con Capítulo #4

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 16.03.2021 16:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:

Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.04.19 16:14:39 -06'00'

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	19.04.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					X					

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
16:00	17:19	SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis del capítulo #1,2,3 y 4

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
Continuar con avances de capítulo #4
Generar propuestas para las causas

AVANCES

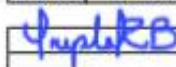
Continuar con Capítulo #4
Realizar Pareto segundo grado y agregar las encuestas a escrito

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 04.05.2021 16:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:
Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.05.04 16:57:26
06107

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	04.05.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						X				

HORA DE INICIO
16:00

HORA DE CIERRE
17:00

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis del capítulo #1,2,3 y 4

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
Generar propuestas para las causas en Capítulo # 5

AVANCES

Realizar modificaciones enviadas por correo electrónico de capítulo #4
Iniciar con Capítulo #5

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 11.05.2021 16:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:

Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.05.20 09:15:21 -0600

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	20.05.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							X			

HORA DE INICIO
08:10

HORA DE CIERRE
09:20

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis de los capítulos # 4 y #5

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
Generar tabla de causas y propuestas en Capítulo # 5

AVANCES

Realizar modificaciones enviadas por correo electrónico de capítulo #5
Avanzar con propuestas faltantes

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 27.05.2021 09:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:

Firma Tutor:



OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.05.20 16:12:06 -0600

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	08.06.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								X		

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
9:00	10:00	SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis del capítulo #5 y #6
Conclusiones y Recomendaciones

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico
Terminar capítulo # 5 y #6
Detallar totales de Costo y Beneficios

AVANCES

Realizar modificaciones enviadas por correo electrónico de capítulo #5 y #6
Realizar índices y agregar el costo y beneficio a Resumen.

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA | 14.06.2021 | 9:00 | LUGAR | VIRTUAL

Firma Estudiante:
Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA) Fecha: 2021.06.08 14:07:40 -0500

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	14.06.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									X	

HORA DE INICIO
9:00

HORA DE CIERRE
9:50

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis general de trabajo.

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico.
Llenar y agregar Declaración jurada y espacio para carta de lector.

AVANCES

Realizar últimos detalles de trabajo para revisión final.

LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA 17.06.2021 9:00 LUGAR VIRTUAL

Firma Estudiante:
Firma Tutor:



OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Firmado digitalmente por:
OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.06.17 09:47:05 -06'00'

Universidad Hispanoamericana

SEDE	HEREDIA
FECHA	17.06.2021
LUGAR	VIRTUAL

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										X

HORA DE INICIO
9:00

HORA DE CIERRE
9:50

PUNTUALIDAD
SI

TEMAS TRATADOS :

Revisión y análisis general de trabajo final.

ACUERDOS:

Realizar correcciones enviadas por correo electrónico.
Enviar trabajo final a tutor.

AVANCES

Realizar últimos detalles de trabajo para revisión final.
Ir avanzando con PPT para defensa.

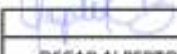
LIMITACIONES

La tutoría se realiza de manera virtual debido al estado de pandemia decretado por el Ministerio de Salud de Costa Rica

PROXIMA SESIÓN : FECHA LUGAR

Firma Estudiante:

Firma Tutor:


OSCAR ALBERTO
CHAVARRIA CALDERÓN
(FIRMA)

Firmado digitalmente por OSCAR ALBERTO CHAVARRIA CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2021.06.17 18:22:17 -0600

Anexo No.2. Encuesta al Encargado del CRMV

Encuesta de CRMV

Encuesta dirigida a responsables del Centro de recuperación de residuos valorizables de la Municipalidad de Santa Ana.

La presente encuesta tiene como objetivo conocer la operación del centro de recuperación de residuos valorizables.

La información suministrada pretende contribuir al mejoramiento de la productividad del Centro.

Fecha:

Nombre de persona que responde:	Alberto Ureña Herrera
Puesto que desempeña:	Asistente del proceso de Gestión Ambiental
Correo electrónico:	alberto.urena@santaana.go.cr
Teléfono:	2582 7437

1. La Municipalidad de Santa Ana es propietaria de las instalaciones donde se ubica el Centro de recuperación de Residuos Valorizables.

Si No

2. Cómo educa la Municipalidad de Santa Ana a la población acerca de cuáles materiales son calificados como materiales valorizables.

Se hacen charlas virtuales y presenciales cuando la situación lo amerita, además por medio de la página municipal se dan capsulas informativas.

3. Cuáles son los distritos, las rutas y horarios de recolección de los residuos valorizables.

Lunes distrito Centro, martes Pozos Lindora, Miércoles Salitral y Uruca, Jueves Piedades y Brasil y los viernes se recoge en empresas.

El horario de los muchachos es de 5:00 am a 2:00 pm.

Los camiones tienen horarios establecidos de entrega en el CRMV?
Previendo congestión de tráfico en las carreteras.

No, las entregas se hacen en esos horarios.

4. Cuál es la cantidad de camiones utilizados por ruta.

El Centro cuenta con dos camiones y se refuerza con camiones y personal del Proceso de Saneamiento Ambiental.

Con cuántos camiones se refuerza?

Cual es la capacidad de tonelaje por cada camión?

Los camiones tienen mantenimiento preventivo?

Qué pasa si un camión se daña, como cubren la ruta?

Por lo general se refuerza con tres camiones más, los camiones cuentan con mantenimiento preventivo y si por algún motivo se debe de sacar alguno por mantenimiento se reemplaza con un camión de otro proceso o se alquila un privado.

5. Cuál es la frecuencia de recolección de residuos valorizables.

Se recolectan una vez por semana en todos los distritos.

6. Existen motivos por los cuáles suspendan la recolección de residuos valorizables.

Si No Por qué?

Dentro de los contratos a los trabajadores especifica que se deben de trabajar jornadas completas incluyendo feriados.

7. Se recibe material valorizable proveniente de distritos diferentes a los del cantón de Santa Ana, si la respuesta es si, cuáles camiones se utilizan para dicha recolección.

Se tiene un convenio con la Municipalidad de Mora, los camiones utilizados son de esa Municipalidad. Ellos traen el material al centro.

Cuántos camiones utilizan y cuantas toneladas en promedio de dicha municipalidad ingresan al CRMV?

Ellos utilizan dos camiones pequeños, e ingresan 2000 kilos al mes aproximadamente

8. ¿Cuáles son lugares que no cubre la recolección de residuos valorizables, y por qué?

Se cubre el 100% del cantón.

En la visita realizada en Octubre del 2020, tenía entendido que habían ciertos condominios que no estaban cubriendo?

Se cubre el 100% del cantón, hay condominios que no separan los residuos, todo lo ponen revuelto y se va como ordinario.

9. Se conoce el material recibido por cada ruta de recolección.

Si

No

10.Cuál es la ruta de recolección que entrega mayor cantidad de material valorizable.

El distrito de Pozos por ser el más poblado.

Cuánto material reciben en promedio mensualmente de este distrito?

No se cuenta con ese dato, suponemos que es el que más produce porque es el que tiene mayor población.

11. ¿Los residuos valorizables vienen separados en bolsas con distintivos de colores según material?

Los residuos vienen en bolsas blancas o transparentes, no vienen clasificados porque ese trabajo se hace en el centro de recuperación. El distintivo de las bolsas es porque a veces la recolección de valorizables coincide con la recolección de residuos ordinarios, entonces el tipo de bolsa ayuda a los compañeros recolectores a diferenciarlas.

12. Cómo descargan los materiales valorizables del camión.

A granel.

13. Dónde se coloca el material una vez descargado del camión.

Existe una zona de acopio, cerca de la tolva de la banda transportadora.
Cuentan con tiempos estándar establecidos para cada procedimiento?
No.

14. Como clasifican o separan los materiales valorizables (Plástico, vidrio, cartón etc). Detallar minuciosamente el proceso por tipo de material.

Este pasa por una banda transportadora donde es clasificado por categoría. Una parte del personal en la banda recoge lo que es cartón, otras botellas plásticas, otros vidrios, etc. Estos materiales se depositan en bolsas grandes, las cuales posteriormente se pesan y se venden.

15. A qué distancia se encuentra la banda transportadora o lugares de almacenamiento de donde se recibe el material (del camión).

Los camiones llegan hasta donde se encuentra la banda, esto para evitar que los trabajadores tengan que acarrear el material.

16. Donde se almacenan las sacas, y a qué distancia se encuentran del lugar de entrega cuando retira el cliente.

Las sacas se acopian en una zona fuera de la nave, los camiones cargan en esa zona.
Cuando indica que los camiones cargan en la zona, se refiere a los camiones de los clientes? De ser así:

Cómo desplazan el material hacia la zona de almacenamiento? Usan el recurso humano? y a qué distancia se encuentra el lugar de almacenamiento de la banda transportadora

El material clasificado se acopia a unos 100 metros de la banda y se utiliza el recurso humano.

17. Cómo y dónde almacenan el material valorizable.

Lo que es cartón y papel queda bajo techo en la nave y una bodega, el otro material queda en sacas amarradas a la intemperie. El material no se almacena por mucho tiempo ya que todos los días sale de la planta.

18. Cuál es el tiempo de almacenamiento de los materiales valorizables.

Uno o dos días.

19. Cómo miden el ingreso del material, lo miden en “general” o por tipo de material.

El material viene en camiones, estos se pesan para tener el dato de cuanto material sale. Una vez clasificado se pesan los camiones que retiran el material de la planta.

20. Como miden los egresos del material valorizable.

Por peso.

21. Cuántos kilos o toneladas de material valorizable se reciben diariamente.

4,5 toneladas.

22. Cuántos kilos o toneladas de material valorizable producen diariamente.

3 toneladas.

Lo demás corresponde a porcentaje de rechazo, no todo el material que se separa en las casas es valorizable.

23. Cuántos kilos o toneladas de material valorizable ingresan en promedio por mes al Centro de Recuperación de Residuos Valorizables.

En promedio entran 91 toneladas.

24. De la pregunta 23. Cuántos kilos o toneladas se venden en promedio mensualmente.

63 toneladas.

25. De la pregunta 23. Cuántos kilos o toneladas se destinan al relleno sanitario en promedio mensualmente.

28 toneladas.

26. Cuál es la cantidad de personal del Centro de Recuperación Valorizables.

17 personas.

Hay alta rotación de personal?

Altos índices de ausentismo?

El personal es eficiente?

Las metas de producción son comunicadas al personal?

El personal se rota descuerdo al trabajo que se hace, por lo general siempre hay entre 2 y 3 personas que no vienen, las metas se comunican al personal.

27. El personal es capacitado, cómo se capacita?.

Con charlas de inducción.

Se lleva control o bitácora por escrito de inducciones? Son firmadas por los colaboradores.

Se les da charlas de inducción.

28. Cuál es el horario de jornada laboral del Centro de recuperación de residuos valorizables.

6:00 am a 3:00 pm

29. Cuánto mide la banda transportadora donde realizan la separación del material valorizable.

La banda mide 13 metros.

Cada cuánto se le da mantenimiento? Es preventivo o correctivo

El mantenimiento es correctivo.

30. Cuáles son los clientes que compran los materiales valorizables.

Hay varios, el más fuerte es West Coast Waste.

31. Cuál tipo de material genera más ingresos a la institución.

El cartón por la cantidad que se vende.

32. Existen registros de entrada, origen, descripción y cantidad del material valorizable

Si

No

33. Existen registros de salida, tipo, descripción y cantidad del material valorizable.

Si

No

34. Los procedimientos de los trabajos se encuentran por escrito. Se aplican?

Si No

Si se aplican

35. Se evalúa el desempeño de los operarios.

Si No

36. Existe personal encargado de gestión comercial, búsqueda de nuevos clientes.

Si No

37. Hay un jefe de planta encargado de la supervisión de las operaciones.

Si No

38. Cuáles factores, cree usted, que influyeron en la baja productividad del último cuatrimestre del año 2020.

El encargado de planta generaba un ambiente laboral negativo.

Considera que este fue el único factor atribuible a la baja productividad?

Existe falta de compromiso por parte de algunos trabajadores, se trabaja en ello.

Anexo No.4: Informe Técnico de Variador de Velocidad.

 Elaborado por: WILLIAM PERALTA	INFORME DE VISITA AL CLIENTE	RGC 010	Revisado por: WILLIAM PERALTA	Aprobado por: JEFATURAMANTENIMIENTO	Fecha aprobación: 07/08/2021	Versión: 3
--	-------------------------------------	----------------	----------------------------------	--	---------------------------------	---------------

1- Datos generales de la visita:

Lugar: Municipalidad de Santa Ana, centro de acopio.
Fecha prevista para realizar la visita: junio 18,
Contacto: Sr. Marco Madrigal.
Cargo: Encargado Centro Acopio.
Visita para realizar por: William Peralta.

2- Objetivo de la visita:

Modificar la velocidad de la banda transportadora que utilizan en el centro de acopio para que puedan trabajar a velocidad idónea.

3- Cronograma de actividades y cumplimiento

ITEM:	DETALLE:	TECNICO:	INVERSION \$:
1	Realizar visita en instalaciones del centro de acopio de la Municipalidad de Santa Ana.	WP	120 minutos // \$40.
2	Revisión de planos y fichas técnicas de la banda transportadora actualmente en uso.	WP	30 minutos // \$10.
3	Revisión de las placas del fabricante de la caja reductora de velocidad del transportador.	WP	45 minutos // \$30.
4	Revisión de las placas del fabricante del motor del transportador.	WP	30 minutos // \$10.
5	Solicitar cotización del variador adecuado.	WP	10 minutos // \$4.
6	Compra del nuevo variador.	WP	30 minutos // \$2500
7	Montaje del nuevo variador en sitio.	WP	240 minutos // \$80.
8	Pruebas finales y ajuste en campo.	WP	180 minutos // \$60.
9	Informe con conclusiones	WP	60 minutos // \$20.

EMPAQUES SANTA ANA, S.A.
Cédula Jurídica: 3-101-076917-09
Alajuela - Costa Rica

Página 1 de 2

	INFORME DE VISITA AL CLIENTE		RGC 010	

4- Desarrollo del trabajo a realizar:

HALLAZGOS:

Después de haber realizado la inspección en sitio se determina que la banda transportadora está corriendo a una velocidad más alta de la que se necesita, lo cual dificulta la labor de escogencia y separación de los materiales.

PLAN DE ACCION:

Para lograr bajar la velocidad y mejorar las condiciones de trabajo se hará lo siguiente:

- 1- Bajar la frecuencia del motor debido a ya que el motor trabaja a una frecuencia de 60 hz , y a una velocidad de 1760 revoluciones por minutos, lo cual es demasiado alto para la operación.
- 2- Instalar un variador de frecuencia que controla la velocidad del motor, el variador recomendado tiene la condición de variar la frecuencia de conmutación del motor, o sea de (0 hz a 60 hz), lo que es igual (0 rpm a 1760 rpm).
- 3- Instalar un potenciómetro lineal de regulación en la tapa frontal del gabinete, este potenciómetro se conectará al variador de frecuencia (Mitsubishi d700).

CONCLUSIONES:

- 1- Una vez instalado el potenciómetro el operador tendrá la opción de variar la velocidad de la banda transportadora de acuerdo con el tipo de material que está procesando en la banda.

CONCLUSIONES DEL ANALIS CAUSAS:

- 2- No hay, desconocidas por el técnico.

EMPAQUES SANTA ANA, S.A.
 Cédula Jurídica: 3-101-076917-09
 Alajuela - Costa Rica

Anexo No.5 Extracción de capítulos de Ley 8839

A continuación se extraen algunos de los artículos más importantes de la Ley 8839.

Artículo 8—Ubicación de los residuos para su recolección. El usuario acumulará las bolsas con residuos de cocina o domésticos al frente de su inmueble o en el contenedor comunitario, con acceso desde la vía pública según sea el caso, en el horario establecido por la Municipalidad.

Los residuos reciclables y reutilizables deberán ubicarse en el frente del inmueble con acceso desde la vía pública, debidamente identificados y separados de los ordinarios de cocina, en el horario que la Municipalidad establecerá previamente.

En caso de que el usuario opte por contratar servicios privados de recolección de residuos, la responsabilidad recae sobre el usuario.

Artículo 15.—Supervisión vecinal: Es un deber de cada usuario cumplir y velar por que sus vecinos más cercanos cumplan con las disposiciones de este Reglamento, con la finalidad de mejorar las condiciones sanitarias del lugar. En el caso de que algún usuario requiera denunciar algún incumplimiento de sus vecinos, puede hacerlo anónimamente en la Plataforma de Servicios de la Municipalidad o a través de los medios electrónicos establecidos y publicitados previamente por la Municipalidad para tal efecto.

Artículo 21.—Colores autorizados para empaque descartable: En función del contenido de los residuos, serán utilizadas bolsas plásticas, preferiblemente en los siguientes tonos de color:

- a. **Para residuos ordinarios** (orgánicos y no orgánicos): negro o blanco.
- b. **Para reciclables:** amarilla para plástico y aluminio; verde para vidrio, azul para papel, cartón y cartoncillo. O bien, transparentes o bolsas reutilizadas debidamente rotuladas.

Artículo 48.—Características de los residuos valorizables: Se consideran reciclables todos aquellos residuos que se encuentren limpios, separados, clasificados y que por su condición de reaprovechamiento, posean valor económico residual, en relación con el material con el que han sido fabricados, tales como: plásticos, papel, multicapa (tetrapack), cartón, vidrio, aluminio, metales ferrosos y chatarra entre otros y cualquier otro material que a futuro cumpla con estas condiciones.

Artículo 49.—Programa de educación pública: La Municipalidad a través de la Unidad de Gestión Ambiental desarrollará y pondrá en ejecución de forma continua y permanente, estrategias educativas para aumentar en el usuario la práctica de la labor de limpieza, separación y clasificación de los residuos no orgánicos desde el hogar y el lugar de trabajo o estudio; y además promoverá alianzas estratégicas con instituciones públicas y privadas que apoyen este tipo de iniciativas. .

Artículo 51.—Ubicación de los residuos valorizables: El usuario ubicará los residuos valorizables frente a su propiedad en el derecho de vía con no más de 08 horas antes de la recolección, esto último con la finalidad de prevenir el saqueo, la selección, y la recolección de reciclables de alto valor y el eventual abandono de aquellos de menor valor, por parte de recicladores no autorizados. En caso de que se incumpla con lo anterior se aplicarán las multas y sanciones que se establecen en el título IV de la Ley 8839.

Artículo 56.—Contenedor para recolección de residuos valorizables: Serán de uso obligatorio, cuando la Municipalidad establezca un sistema de recolección de valorizables periódico en todo cantón; en aquellos lugares tales como:

Urbanizaciones, condominios, hoteles, centros educativos, empresas y barrios organizados.

a. Actividades que requieran un servicio diferenciado por el gran volumen del material acumulado en cortos períodos de tiempo.

b. Comunidades de difícil acceso para el camión recolector.

Deberán separarse de los contenedores de residuos ordinarios y contar con suficiente ventilación y ubicarse en un lugar accesible desde la vía pública.

Artículo 64.—Incumplimientos detectados: El Inspector Municipal documentará adecuadamente las denuncias e inspecciones, cuando se detecten incumplimientos procederá a levantar un acta que identifique de forma probada el autor de la falta, el incumplimiento detallado y las pruebas debidas.

Artículo 65.—Sobre las sanciones: El tipo de sanción ya sea económica, civil o penal será definido por la Municipalidad conforme a las disposiciones legales atinentes.