



**UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE GESTIÓN  
EMPRESARIAL**

“Propuesta de mejora en el proceso de mezclado para la reducción de mermas  
en la producción de cajas registro de desagüe, utilizando la ingeniería de  
métodos y filosofía KAIZEN en una PYME del sector construcción de Lima  
Metropolitana”

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero de Gestión Empresarial

**AUTOR(ES)**

Araujo Chuquiruna, Héctor Alexander (0000-0001-6768-8098)

Villa Carrasco, Antonio André (0000-0002-0994-9832)

**ASESOR**

Quiroz Flores, Juan Carlos (0000-0003-1858-4123)

Pérez Paredes, Maribel (0000-0002-7095-6708)

**Lima, 02 de octubre del 2020**

## DEDICATORIA

*El presente trabajo investigativo lo dedicamos, en principio, a Dios por darnos siempre la fuerza para levantarnos cada día con una sola meta, ser profesionales.*

*A nuestros padres, por el apoyo motivacional, por las atenciones que nos brindaron cada día, desde que empezamos nuestra formulación de Tesis. Nos sentimos muy orgullosos de tener unos padres con tanta dedicación.*

*A nuestros hermanos, por el tiempo que tomaron para orientarnos en algunas partes del desarrollo de la tesis.*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros asesores, Juan Carlos Quiroz Flores y Maribel Pérez Paredes, por la dedicación y orientación tanto en la primera como segunda parte de nuestra investigación, valoramos mucho sus aportes, ya que nos permitieron descubrir más de nuestro potencial.

Agradecemos a la empresa COVIPRE, en especial a su gerente general, Giancarlo Miñope, el cual nos recibió en su empresa y nos brindó las facilidades para poder desempeñar e implementar nuestro modelo de tesis.

## RESUMEN

En Perú, el sector construcción ha evolucionado desarrollando e incorporando métodos innovadores para disminuir costos, tiempo y mejorar la calidad de los materiales a través de los elementos prefabricados de concreto. Esta industria se ha catalogado por su dinamismo, por lo que actualmente representa un 24% del aporte al PBI del sector en estudio. A diferencia de los elementos ejecutados “in situ”, estos son fabricados en una planta de producción con una serie de condiciones exhaustivas y estrictas de control de calidad. Sin embargo, estadísticas recientes muestran que existen un elevado índice de mermas el proceso de producción, específicamente en el área de mezclado (10.5%) debido al método inadecuado de trabajo, incorrecta dosificación de materia prima y deficiente utilización de espacios. Este problema no solo evita el incremento de la productividad total, sino que genera pérdidas monetarias por el incremento de los costos totales de producción. En ese sentido, para resolver el problema identificado se propone un modelo de mejora continua basado en combinación de herramienta estandarización de trabajo, ergonomía, gestión de proveedores, Systematic Layout Planning bajo la filosofía Kaizen. El modelo fue validado en una empresa de prefabricados de concreto. En donde se obtuvo una mejora de procedimiento estandarizado en 35%, movimientos y esfuerzos innecesarios en 20%, calidad de materia prima del 25% y mejora por rediseño de planta del 32.31%. Esta nueva propuesta de solución permitirá incrementar la productividad de mano de obra, reducir productos defectuosos y mejorar la competitividad de las empresas.

Palabras Clave: Mermas; Estandarización de trabajo; Lean Kaizen; Systematic Layout Planning; Gestión de proveedores

## ABSTRACT

In Peru, the construction sector has evolved developing and incorporating innovative methods to reduce costs, time and improve the quality of materials through precast concrete elements. This industry has been classified for its dynamism, so it currently represents 24% of the contribution to GDP of the sector under study. Unlike the elements executed "in situ", these are manufactured in a production plant with a series of exhaustive and strict quality control conditions. However, recent statistics show that there is a high rate of losses in the production process, specifically in the mixing area (10.5%) due to the inadequate work method, incorrect raw material dosage and poor use of spaces. This problem not only prevents the increase in total productivity, but also generates monetary losses due to the increase in total production costs. In this sense, to solve the identified problem, a continuous improvement model is proposed based on a combination of work standardization tool, ergonomics, supplier management, Sistematic Layout Planning under the Kaizen philosophy. The model was validated in a precast concrete company. Where a standardized procedure improvement was obtained in 35%, unnecessary movements and efforts in 20%, quality of raw material of 25% and improvement by redesign of the plant of 32.31%. This new solution proposal will make it possible to increase labor productivity, reduce defective products and improve the competitiveness of companies.

Keywords: Losses; Work standardization; Read Kaizen; Systematic Layout Planning; Vendor management

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. CAPÍTULO 1 - ESTADO DEL ARTE / MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>13</b>
1.2. MARCO TEÓRICO .....	19
1.3. ESTADO DEL ARTE.....	23
1.3.1. Metodología .....	23
1.3.2. Análisis de estudios previos.....	26
1.4. MARCO NORMATIVO .....	40
<b>2. CAPÍTULO II - DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>43</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....	43
2.1.1. Productos.....	45
2.1.2. Clientes .....	45
2.1.3. Ventas .....	46
2.1.4. Análisis de la competencia.....	48
2.1.5. Proveedores.....	50
2.1.6. Cadena de valor.....	50
2.1.7. Mapa de procesos / Procesos de la empresa en estudio.....	54
2.1.8. Matriz SIPOC.....	57
2.1.9. DAP.....	59
2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	59
2.2.1. Brecha técnica.....	66
2.2.2. Impacto económico.....	67
2.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS .....	72
2.3.1. Inapropiado método de trabajo .....	75
2.3.2. Incorrecta dosificación de materia prima e insumos.....	84
2.3.3. Congestión y deficiente utilización de espacios .....	87
2.4.1. Planteamiento de Objetivos .....	92
<b>3. CAPÍTULO III – PROPUESTA – APORTE.....</b>	<b>96</b>

3.1. VINCULACIÓN DE CAUSA CON LA SOLUCIÓN .....	96
3.2. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	100
3.2.1. Modelo - Propuesta .....	100
3.2.2. Descripción específica del modelo .....	104
3.2.3. Aplicación de herramientas .....	122
3.3. RESULTADOS ESPERADOS – MÉTRICAS .....	165
3.4. CONSIDERACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN .....	166
<b>4.    CAPÍTULO IV – VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA .....</b>	<b>173</b>
4.1. METODO DE VALIDACIÓN.....	174
4.1.1. Validación bibliográfica.....	174
4.1.2. Planes piloto.....	176
4.1.3 METRICAS DE RESULTADOS.....	218
4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA.....	221
4.2.1 Flujo de Caja.....	221
4.2.2. Beneficio/Costo TIR VAN .....	224
4.3 OTROS IMPACTOS EN LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA .....	228
4.3.1 Grupos Interesados.....	228
4.3.2 Impactos Ambientales.....	229
4.3.3 Impacto Tecnológico .....	230
4.3.4 Impacto Económico .....	231
4.4.    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	233

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>EVOLUCIÓN MENSUAL DEL PBI DE LA ACTIVIDAD DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN 2017 –EVOLUCIÓN MENSUAL DEL PBI DE LA ACTIVIDAD DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN 2017 – 2019</i> .....	15
FIGURA 2 <i>EVOLUCIÓN MENSUAL DEL ÍNDICE DE PRECIOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 2017 – 2019 GRUPO AGREGADOS</i> .....	18
FIGURA 3 <i>ESQUEMA DE REQUERIMIENTO PARA DESARROLLO DE TRABAJO ESTANDARIZADO.</i> .....	20
FIGURA 4 <i>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCEDIMIENTO DE SISTEMATIC LAYOUT PLANNING</i> .....	21
FIGURA 5 <i>FLUJO DE PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE PROVEEDORES.</i> .....	22
FIGURA 6 <i>METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS,2018</i> .....	25
FIGURA 7 <i>ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CONCRETO VIBRADO Y PRENSADO S.A.C.</i> .....	44
FIGURA 8 <i>CAJAS DE REGISTRO - COVIPRE</i> .....	45
FIGURA 9 <i>INGRESOS DE VENTAS ANUALES DE CONCRETO VIBRADO Y PRENSADO SAC</i> .....	48
FIGURA 10 <i>CADENA DE VALOR</i> .....	53
FIGURA 11 <i>MAPA DE PROCESOS LÍNEA CAJAS DE REGISTRO DE DESAGÜE DE COVIPRE</i> .....	54
FIGURA 12 <i>PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE ALTA DEMANDA – COVIPRE</i> .....	57
FIGURA 13 <i>CANTIDAD DE MERMAS Y DESPERDICIOS EN PRODUCTOS DE ALTA DEMANDA</i> .....	63
FIGURA 14 <i>DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CAJAS REGISTRO DE DESAGÜE</i> .....	65
FIGURA 15 <i>COMPORTAMIENTO DE MERMA 2019 EN PROCESO DE MEZCLADO (KG)</i> .....	67
FIGURA 16 <i>DIAGRAMA ISHIKAWA DE LA INCORRECTA DOSIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA E INSUMO.</i> .....	85
FIGURA 17 <i>DIAGRAMA DE SPAGUETTI</i> .....	88
FIGURA 18 <i>DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA EMPRESA COVIPRE</i> .....	90
FIGURA 19 <i>ÁRBOL DE PROBLEMAS</i> .....	91
FIGURA 20 <i>ÁRBOL DE OBJETIVOS</i> .....	93
FIGURA 21 <i>VINCULACIÓN DE CAUSAS CON HERRAMIENTAS.</i> .....	99
FIGURA 22 <i>DISEÑO DEL MODELO PROPUESTO</i> .....	103
FIGURA 23 <i>METODOLOGÍA ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO</i> .....	105
FIGURA 24 <i>METODOLOGÍA DE ERGONOMÍA</i> .....	109
FIGURA 25 <i>METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE PROVEEDORES</i> .....	112
FIGURA 26 <i>METODOLOGÍA DE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING</i> .....	118
FIGURA 27 <i>LISTADO DE TAREAS DENTRO DEL ÁREA DE MEZCLADO CON EL MÉTODO OWAS.</i> .....	140
FIGURA 28 <i>LISTADO DE TAREAS DENTRO DEL ÁREA DE MEZCLADO CON EL MÉTODO REBA.</i> .....	141
FIGURA 29 <i>LISTADO DE TAREAS PARA LA EVALUACIÓN NIOSH.</i> .....	142
FIGURA 30 <i>PROCESO DE GESTIÓN DE PROVEEDORES</i> .....	146
FIGURA 31 <i>MATRIZ DE POSICIONAMIENTO DE PROVEEDORES</i> .....	150
FIGURA 32 <i>DIAGRAMA DE SPAGHETTI</i> .....	156



FIGURA 33	DIAGRAMA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES .....	161
FIGURA 34	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS. ....	164
FIGURA 35	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO .....	172
FIGURA 36	PORCENTAJE DE QUARTIL UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN. ....	175
FIGURA 37	FRECUENCIA DE UTILIZACIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS POR AÑOS. ....	175
FIGURA 38	FRECUENCIA DE UTILIZACIÓN DE BASE DE DATOS. ....	176
FIGURA 39	CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MEZCLADO .....	182
FIGURA 40	ACTIVIDADES SEGÚN TIPO DE DESPERDICIO .....	183
FIGURA 41	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE TRASLADO DE MATERIA PRIMA AL ÁREA DE MEZCLADO MEDIANTE EL MÉTODO OWAS.....	194
FIGURA 42	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE COLOCAR MATERIA PRIMA EN EL ÁREA SELECCIONADA MEDIANTE EL MÉTODO OWAS.....	195
FIGURA 43	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE MEZCLAR MEDIANTE EL MÉTODO OWAS. ....	195
FIGURA 44	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE COLOCAR MEZCLA EN RECIPIENTES MEDIANTE EL MÉTODO OWAS. ....	195
FIGURA 45	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LLEVAR RECIPIENTES AL ÁREA DE VACIADO MEDIANTE EL MÉTODO OWAS. ....	196
FIGURA 46	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE TRASLADO DE MATERIA PRIMA AL ÁREA DE MEZCLADO MEDIANTE EL MÉTODO REBA. ....	197
FIGURA 47	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE COLOCAR MATERIA PRIMA EN EL ÁREA SELECCIONADA MEDIANTE EL MÉTODO REBA. ....	197
FIGURA 48	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE MEZCLAR MEDIANTE EL MÉTODO REBA. ....	198
FIGURA 49	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE COLOCAR MEZCLA EN RECIPIENTES MEDIANTE EL MÉTODO REBA. ....	199
FIGURA 50	RESULTADO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LLEVAR RECIPIENTES AL ÁREA DE VACIADO MEDIANTE EL MÉTODO REBA .....	199
FIGURA 51	CAPACITACIÓN, REGISTRO DE DATOS Y EVALUACIÓN POSTURAL DE OPERARIO. ....	201
FIGURA 52	CLASIFICACIÓN ABC DE PROVEEDORES – AGREGADOS.....	203
FIGURA 53	CLASIFICACIÓN ABC DE PROVEEDORES – CONFITIO.....	204
FIGURA 54	CLASIFICACIÓN ABC DE PROVEEDORES – CEMENT .....	204
FIGURA 55	FICHAS DE HOMOLOGACIÓN DE PROVEEDORES. ....	206
FIGURA 56	DIAGRAMA DE SPAGHETTI DE COVIPRE .....	209
FIGURA 57	DIAGRAMA DE DESARROLLO DE ACTIVIDADES .....	211
FIGURA 58	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS. ....	213
FIGURA 59	DIAGRAMA DE SPAGHETTI DE PROPUESTA 1 .....	214
FIGURA 60	DIAGRAMA DE SPAGHETTI DE PROPUESTA 2 .....	215
FIGURA 61	DIAGRAMA DE SPAGHETTI DE PROPUESTA 3 .....	216

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 <i>EVOLUCIÓN TRIMESTRAL DE LA CONSTRUCCIÓN EN BASE A SUS ACTIVIDADES (PBI DE CONSTRUCCIÓN): 2014 -2019</i>	
<i>PORCENTAJE VARIABLE DE MANERA TRIMESTRAL</i> .....	14
TABLA 2 <i>VARIACIÓN Y PARTICIPACIÓN ANUAL DE LA POBLACIÓN OCUPADA Y EN LA RAMA DE ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN 2018</i>	
<i>(MAR – MAY) – 2019 (MAR – MAY)</i> .....	16
TABLA 3 <i>EVOLUCIÓN TRIMESTRAL DEL ÍNDICE DE PRECIOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, 2014 – 2019 GRUPO</i>	
<i>AGREGADOS</i> .....	17
TABLA 4 <i>DATOS DE LA EMPRESA CONCRETO VIBRADO Y PRENSADO S.A.C</i> .....	44
TABLA 5 <i>PRINCIPALES CLIENTES DE COVIPRE</i> .....	46
TABLA 6 <i>INGRESO POR VENTAS DE PRODUCTOS DE ALTA DEMANDA 2019 - COVIPRE</i> .....	47
TABLA 7 <i>MATRIZ SIPOC DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN COVIPRE</i> .....	58
TABLA 8 <i>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</i> .....	60
TABLA 9 <i>TABLA DE CONSISTENCIA</i> .....	61
TABLA 10 <i>PROBLEMAS CLASIFICADOS EN EL CUADRANTE DE VESTER</i> .....	61
TABLA 11 <i>CANTIDAD DE MERMAS Y DESPERDICIOS EN PRODUCTOS DE ALTA DEMANDA</i> .....	62
TABLA 12 <i>COSTO DE MATERIA PRIMA E INSUMO DE PRODUCCIÓN DIARIA</i> .....	68
TABLA 13 <i>CANTIDAD DE MERMA EN EL ÁREA DE MEZCLADO POR MATERIA PRIMA E INSUMO</i> .....	68
TABLA 14 <i>COSTO DE MERMA DE MATERIA PRIMA E INSUMO DE COVIPRE</i> .....	69
TABLA 15 <i>COSTOS DE MERMA DE MANO DE OBRA - COVIPRE</i> .....	70
TABLA 16 <i>ESTADO DE FABRICACIÓN DEL ÁREA DE MEZCLADO</i> .....	71
TABLA 17 <i>COSTO TOTAL DE MERMA EN EL PROCESO DE MEZCLADO</i> .....	71
TABLA 18 <i>TÉCNICA DE INTERROGATORIO SISTEMÁTICO DEL PROCESO DE MEZCLADO PARA LA ELABORACIÓN DE CAJAS REGISTRO</i> .	72
TABLA 19 <i>INDICADOR DE ROTACIÓN DE PERSONAL EN EL ÁREA DE MEZCLADO DE COVIPRE</i> .....	79
TABLA 20 <i>INDICADOR DE ROTACIÓN DE PERSONAL EN EL ÁREA DE MEZCLADO DE COVIPRE</i> .....	81
TABLA 21 <i>MATRIZ DE RIESGOS DE POSTURA INADECUADA DE LA OPERACIÓN DE MEZCLADO</i> .....	81
TABLA 22 <i>NIVEL DE PUNTUACIÓN OBTENIDO POR LA EVALUACIÓN DEL MÉTODO RULA</i> .....	82
TABLA 23 <i>EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE TRASLADO DE MATERIA PRIMA POR EL MÉTODO OWAS</i> .....	83
TABLA 24 <i>MATRIZ DE RIESGOS DE POSTURA INADECUADA DE LA OPERACIÓN DE TRASLADO DE MP</i> .....	83
TABLA 25 <i>EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LLEVANDO Y TRASLADO DE RECIPIENTES AL PROCESO DE VACIADO POR EL MÉTODO REBA</i>	
.....	84
TABLA 26 <i>CONSTRUCCIÓN DEL APORTE</i> .....	102
TABLA 27 <i>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO</i> .....	106
TABLA 28 <i>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN ERGONOMÍA</i> .....	110
TABLA 29 <i>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE PROVEEDORES</i> .....	113
TABLA 30 <i>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING</i> .....	119

TABLA 31 ACTIVIDADES Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE MEZCLADO DE COVIPRE .....	124
TABLA 32 DETALLE DE OBJETIVOS POR ACTIVIDAD DEL FORMATO DE LA FICHA DE PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO.....	126
TABLA 33 DETALLE DE ALCANCE EN FICHA DE PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO.....	126
TABLA 34 FICHA DE ENTREVISTA.....	127
TABLA 35 FICHA DE PROCEDIMIENTO ESTANDARIZADO.....	128
TABLA 36 FORMATO DE REGISTRO DE MEZCLADO.....	132
TABLA 37 INDICADORES ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO.....	133
TABLA 38 FORMATO DE LA TABLA DE TAREAS DENTRO DEL ÁREA.....	134
TABLA 39 FORMATO DE TABLA DE ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	135
TABLA 40 TABLA DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS.....	136
TABLA 41 ACTIVIDADES CRÍTICAS CON SUS FACTORES ERGONÓMICOS.....	137
TABLA 42 MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA.....	139
TABLA 43 PUNTUACIONES FINALES DE LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	142
TABLA 44 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN NIOSH A LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	143
TABLA 45 INDICADORES ERGONOMÍA.....	144
TABLA 46 CONSIDERACIONES DE ELECCIÓN DE PROVEEDORES.....	148
TABLA 47 MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN DE PROVEEDORES.....	149
TABLA 48 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES.....	151
TABLA 49 NIVEL DE CALIFICACIÓN DE PROVEEDOR (%).....	152
TABLA 50 INDICADORES DE GESTIÓN DE PROVEEDORES.....	154
TABLA 51 PRODUCTO – CANTIDAD DE PRODUCCIÓN.....	155
TABLA 52 FORMATO DE RECORRIDOS CON SUS TIEMPOS Y DISTANCIAS.....	157
TABLA 53 CÓDIGOS DE PROXIMIDAD.....	158
TABLA 54 ACTIVIDADES RELACIONADAS.....	159
TABLA 55 LÍNEAS POR CÓDIGO DE PROXIMIDAD.....	160
TABLA 56 RECURSOS NECESARIOS POR ÁREA CON M2 APROXIMADOS.....	162
TABLA 57 INDICADORES SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING.....	165
TABLA 58 INDICADORES DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS.....	166
TABLA 59 CONSIDERACIONES DEL PROYECTO.....	167
TABLA 60 MATRIZ DE RIESGOS DE IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS.....	168
TABLA 61 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO.....	170
TABLA 62 COSTOS IMPLEMENTACIÓN ERGONOMÍA.....	170
TABLA 63 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE PROVEEDORES.....	171
TABLA 64 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING.....	171
TABLA 65 ACTIVIDADES Y OBJETIVOS DEL ÁREA DE MEZCLADO DE COVIPRE.....	179
TABLA 66 ANÁLISIS DE VALOR DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO DE MEZCLADO.....	180

TABLA 67 RESUMEN DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES .....	181
TABLA 68 RESUMEN CUANTITATIVO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDADES QUE GENERAN MERMAS .....	183
TABLA 69 PROGRAMACIÓN DE LAS CAPACITACIONES DE LA ACTIVIDAD.....	185
TABLA 70 TIEMPO DE MEZCLADO ANTES Y DESPUÉS DE IMPLEMENTAR ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO .....	187
TABLA 71 TABLA DE TAREAS DEL ÁREA DE MEZCLADO .....	188
TABLA 72 TABLA DE ACTIVIDADES CRÍTICAS DEL ÁREA DE MEZCLADO.....	190
TABLA 73 ACTIVIDADES CRÍTICAS CON SUS FACTORES ERGONÓMICOS .....	191
TABLA 74 IMÁGENES SEGÚN ACTIVIDAD CRÍTICA .....	193
TABLA 75 PUNTUACIONES FINALES DE LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	200
TABLA 76 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN NIOSH A LAS ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	200
TABLA 77 EMPRESAS PROVEEDORAS SELECCIONADAS.....	205
TABLA 78 EMPRESAS PROVEEDORAS APROBADAS.....	207
TABLA 79 PRODUCTO – CANTIDAD DE PRODUCCIÓN DE CAJAS REGISTRO EN COVIPRE.....	208
TABLA 80 ACTIVIDADES RELACIONADAS .....	210
TABLA 81 RECURSOS NECESARIOS POR ÁREA CON M2 APROXIMADOS .....	212
TABLA 82 RECORRIDOS CON SUS TIEMPOS Y DISTANCIAS DE LA PROPUESTA 1.....	215
TABLA 83 RECORRIDOS CON SUS TIEMPOS Y DISTANCIAS DE LA PROPUESTA 2.....	216
TABLA 84 RECORRIDOS CON SUS TIEMPOS Y DISTANCIAS DE LA PROPUESTA 3.....	217
TABLA 85 RESULTADO DE PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS DE PLANTA DE PRODUCCIÓN .....	217
TABLA 86 TABLA DE MÉTRICA DE RESULTADOS.....	220
TABLA 87 FLUJO DE CAJA SIN PROYECTO.....	222
TABLA 88 FLUJO DE CAJA CON PROYECTO .....	223
TABLA 89 INDICADORES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO.....	225
TABLA 90 ESCENARIO MODERADO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS .....	226
TABLA 91 RESULTADOS DE ESCENARIOS PROPUESTOS.....	227

## **1. Capítulo 1 - Estado del arte / Marco teórico**

En el capítulo 1 se tiene como objetivo analizar la literatura existente, en base artículos científicos en el sector construcción y conceptos claves referentes a herramientas, filosofías y metodologías de estudio referente a la investigación. Además, se elaboró un marco teórico en base a los antecedentes encontrados en la literatura propuesta del estado del arte. Se utilizaron conceptos relacionados a los artículos científicos para el correcto entendimiento del trabajo académico. Así mismo los artículos revisados deben tener un factor de impacto sustancial, que evidencie el grado de aporte del autor.

### **1.1. Antecedentes**

El sector construcción es uno de los más dinámicos y considerado el motor de economía del Perú, debido a que involucra a otras industrias proveedoras de materia prima o prefabricados. La performance del sector construcción depende del dinamismo tanto de la inversión pública como de la inversión privada. A nivel sectorial y a la par de la mayor inversión, en el 2020 el sector Construcción alcanzaría una expansión del 6,5%, acumulando tres años de crecimiento sostenido (5,5% promedio anual). Este sector es importante por ser intensivo en mano de obra. (Mayor, La, Interna, & Pacífico, 2020)

Se considera al sector construcción como un referente para el crecimiento de la economía peruana debido a que aporta al desarrollo de otros sectores, como minería, saneamiento, electrificaciones entre otros. El PBI del sector construcción, mide las variaciones constantes de las actividades. Este sector tiene una participación del 5.6% del índice de la producción Nacional. La información sobre los movimientos de las actividades en construcción abarca todo el territorio nacional y este se calcula siguiendo una

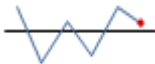



periodicidad mensual. Se registró el incremento de 1.18% del sector en octubre del 2019.

Este dato se basó en el aumento del consumo de cemento, el cual ascendió a 6.14%.

**Tabla 1**

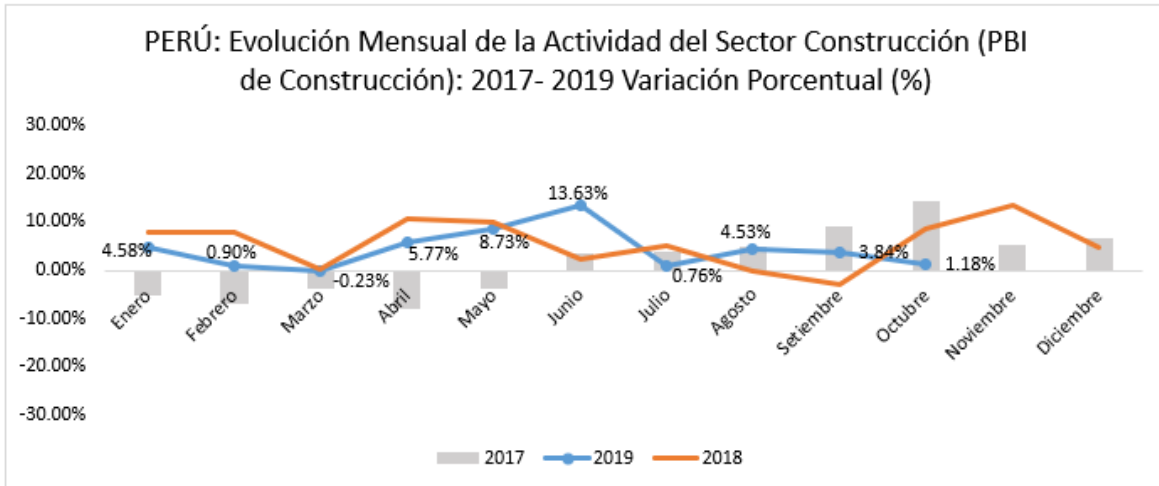
*Evolución Trimestral de la construcción en base a sus actividades (PBI de Construcción):*

*2014 -2019 Porcentaje variable de manera Trimestral*

<b>AÑO</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>GRAFICOS</b>
<b>TRIMESTRE I</b>	5.35%	-6.87%	2.05%	-5.32%	5.26%	1.73%	
<b>TRIMESTRE II</b>	-0.34%	-8.43%	1.04%	-2.81%	7.57%	9.38%	
<b>TRIMESTRE III</b>	-0.94%	-6.56%	-3.34%	5.84%	0.68%	3.04%	
<b>TRIMESTRE IV</b>	1.83%	-2.58%	-9.80%	8.73%	8.94%		

*Nota.* Adaptado de INEI/ Dirección Nacional de Indicadores Económicos

En los tres primeros trimestres del año 2019 el aporte del sector construcción fue de 1.73%, 9.38% y 3.04%. Se puede evidenciar un crecimiento frente al segundo y tercer trimestre del año 2018, esto se debe a que las obras en construcción públicas y privadas, y los servicios de prefabricados en saneamiento y electricidad se incrementaron debido a los programas del Ministerio de vivienda. Para el cuarto trimestre del 2019 se realizó un análisis solo al mes de octubre obteniendo una variación porcentual de 1.18% frente al mismo mes del año anterior.



**Figura 1**

*Evolución Mensual del PBI de la Actividad del Sector Construcción 2017 – 2019*

*Nota.* Adaptado de INEI/ Dirección Nacional de Indicadores Económicos

La figura 1, detalla el nivel de variación porcentual de los meses enero – diciembre del 2017 al 2019, haciendo un análisis de este último año se evidencia un crecimiento sustancial de las actividades del sector sin ningún índice de recesión, por ende, se puede inferir que los sectores que abarcan esta industria serán beneficiados en años posteriores. Asimismo, se recogió información de la participación anual de la población en el sector en estudio durante los meses marzo, abril y mayo del 2018 y 2019 donde representó mayor impacto; la variación de la población adecuadamente empleada en el sector construcción incrementó un 8% (21mil 500 personas) representando el 9.3% del total de 61.1%. Según rama de actividad, la población subempleada por ingresos disminuyó fue de 32.2%.

**Tabla 2**

*Variación y participación anual de la población ocupada y en la rama de actividad de construcción 2018 (mar – may) – 2019 (mar – may)*

	Variación Anual(%)	Participación en el total (%)	variación anual (%)				
			2014(Marzo-Mayo)		2019(Marzo-Mayo)	min	máx
Población Ocupada Total	0.2	93.3	0.5		0.2	0.2	2.8
Población ocupada en construcción	1.0	92.1	3.56		3.36	-9.09	3.56
	3.4	7.2					
Población adecuadamente empleada en construcción	3.07	6.5	3.72		8.02	-8.6	8.02
	8.0	9.3					
Población Subempleada por ingresos en construcción	-5.1	4.5	-5.5		-32.22	-32.22	13.45
	-32.2	13.45					
Ingreso promedio mensual en Construcción	5.4		-5.7		5.35	-5.7	9.3
	-1.25						
Horas trabajadas por semana en Construcción (millones de horas persona trabajadas)	4.2		3.7		4.2	-7.36%	4.2
	-2.65						
Promedio de horas trabajadas por semana en construcción (Promedio de horas personas trabajadas)	0.69		0.93		0.69	-3.11	2.51
	-0.69						

*Nota.* Adaptado de INEI/ Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana

El ingreso promedio mensual de la rama de construcción aumentó en 5.4% en trimestre en estudio, obteniendo un incremento en base al año 2018 que disminuyó en 1.25%. El mes de mayo como, ingreso promedio mensual se registró en construcción con 1996.5 soles; en comparación con el comercio que registro 1392.7 soles. Otros índices de importancia son las horas trabajadas por semana en construcción que incrementaron en 4.2% el año 2019; asimismo, el promedio de horas trabajadas por semana en construcción varió en 0.69% frente al 2018.

El aporte económico del sector no solo se ha visto reflejado en el empleo, también en el consumo de materia prima como la arena gruesa, piedra chanca, aditivos, y otros materiales para la producción de hormigón. Sus precios son captados en canteras y/o distribuidores de este material. La representación o unidad de medida es el m3. La evolución trimestral de

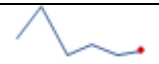
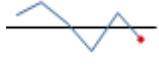

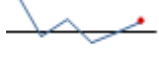


los índices de precios de estos materiales se puede evidenciar en la tabla 3, se observa que en el primer trimestre del año 2019 se obtuvo un crecimiento de 0.19% frente al primer trimestre del 2018. Pero hubo variación negativa para el segundo y tercer trimestre de 0.28% y 0.22%. Para el último cuarto trimestre del 2019 se tiene un crecimiento de 0.26% debido a que las empresas tienen que culminar los proyectos para el cierre de año.

**Tabla 3**

*Evolución Trimestral del índice de Precios de Materiales de Construcción, 2014 – 2019*

*GRUPO AGREGADOS*

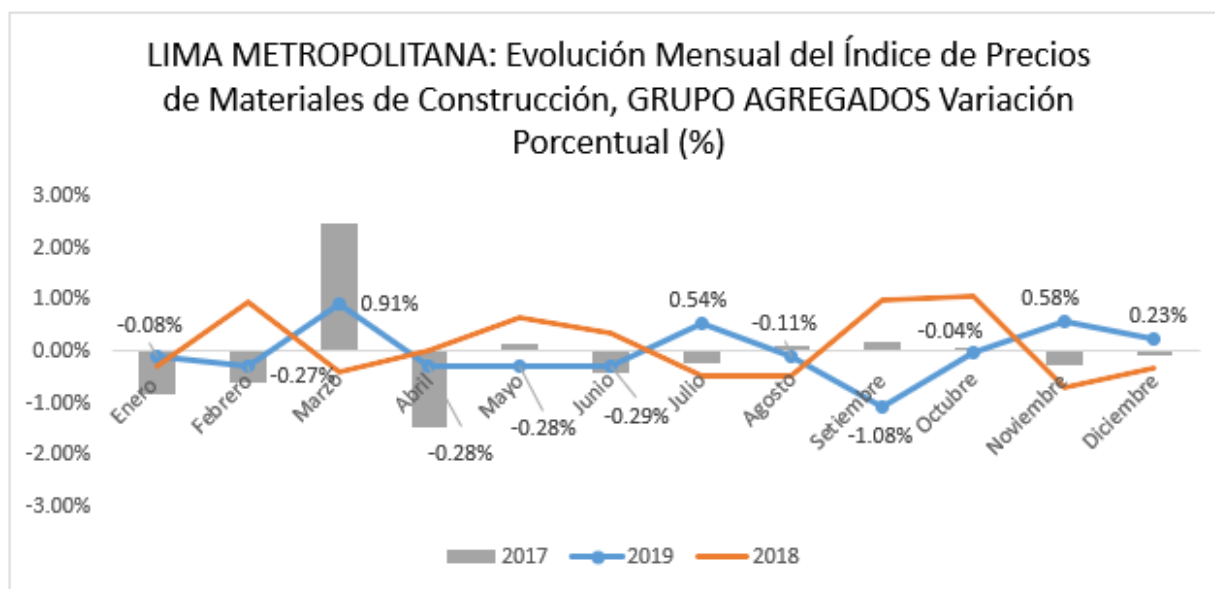
<b>AÑO</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>GRAFICOS</b>
<b>TRIMESTRE I</b>	0.48%	1.28%	0.08%	0.36%	0.08%	0.19%	
<b>TRIMESTRE II</b>	0.32%	0.64%	0.08%	-0.58%	0.34%	-0.28%	
<b>TRIMESTRE III</b>	0.16%	-0.20%	0.58%	0.02%	0.01%	-0.22%	
<b>TRIMESTRE IV</b>	0.84%	-0.07%	0.28%	-0.23%	0.02%	0.26%	

*Nota.* Adaptado de INEI/DNIE

En base al análisis de los datos obtenido por INEI se puede concluir que los agregados no han tenido una representación elevada en cuanto a la variación de los precios. Esto se debe a que son varias las industrias ligadas al sector que también aportan al consumo anual, por lo que la materia prima se ha llegado a estandarizar de acuerdo con la industria y producción requerida, como la prefabricación de concreto que tiene un promedio de 12.6% de utilización de agregados para realizar los elementos prefabricados (ASOCEM, 2019).

A continuación, se puede evidenciar la variación de los precios de los agregados en el mercado nacional, obteniendo como resultado para diciembre del 2019 un incremento de

0.23% frente al 2017 y 2018 por que se comprobaría su impacto económico en el PBI y su crecimiento en los próximos años.



**Figura 2**

*Evolución Mensual del Índice de Precios de Materiales de Construcción 2017 – 2019*

*GRUPO AGREGADOS*

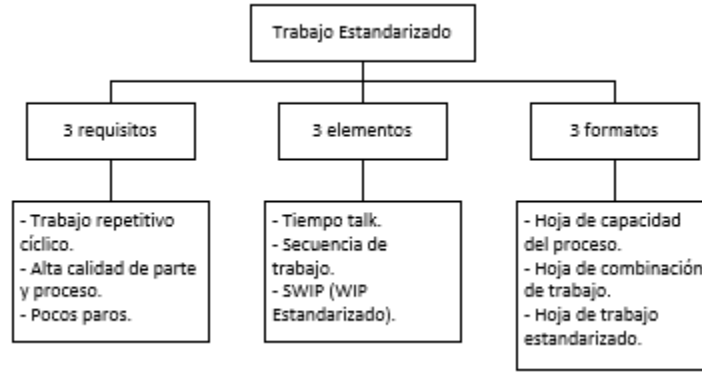
*Nota.* Adaptado de INEI (2019)

En Latinoamérica se ha adoptado un dinamismo en el sector de la construcción que permite desarrollar métodos innovadores para disminuir costos, tiempo y optimizar materiales de calidad a través de elementos prefabricados de concreto. Estos se diferencian de los elementos ejecutados “in situ” por los acabados del producto final, ya que se producen en un espacio determinado como zona de producción (planta) y siguiendo condiciones estrictas con respecto al control de la calidad (Enterpisos Lima, 2017).

## 1.2.Marco Teórico

En este apartado, se hará referencia a los antecedentes basados en investigaciones realizadas de casos de estudio, herramientas y metodologías encontradas en la literatura de los artículos científicos y serán claves para la reducción de merma área de mezclado. De la misma forma, se definirán algunos conceptos necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación. Para ello, se realizó un análisis a las metodologías y procedimientos de los artículos académicos. Por temas de actualizaciones se ha recopilado información de artículos no menores a 3 años de antigüedad, que cuenta con factor de impacto elevado, es decir en el cuartil 1 o 2. Las metodologías escogidas se basaron en la posible solución de las causas raíz de nuestro problema. Se analizaron casos de estudio similares al nuestro, pero en otros sectores y por esta razón es necesaria la comparación con nuestros procedimientos.

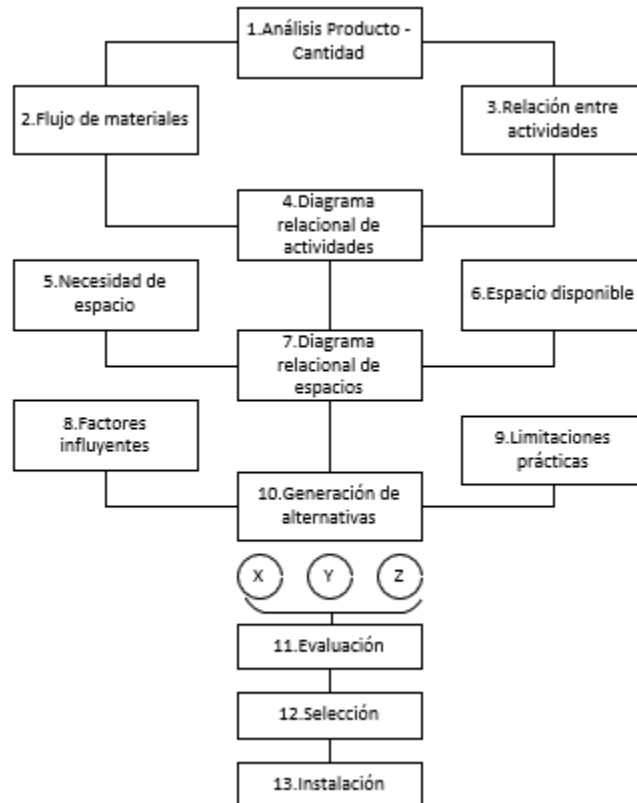
1.2.1. Estandarización de Trabajo (WS): es una herramienta muy útil del paradigma Lean Production para especificar estándares y establecer los mejores métodos y secuencias para cada proceso y para cada trabajador, ayudando a reducir los desechos. En cuanto a su utilidad, primero se debe tener la hoja de capacidad del proceso de trabajo estándar, en donde se identifican los cuellos de botella en una operación; segundo, la hoja de trabajo estandarizado de la combinación de trabajo, esta se utiliza para combinar factores de tiempo en la producción, determina si la empresa va en dirección correcta; tercero, el cuadro de trabajo estandarizado, permitirá hacer seguimiento a la secuencia de trabajo. (Rahul S. Mor, Arvind Bhardwaj, Sarbjit Singh, Anish Sachdeva, 2019)



**Figura 3**

*Esquema de requerimiento para desarrollo de trabajo estandarizado.*

1.2.2. Systematic Layout Planning (SLP): La planificación del diseño del sitio implica identificar, dimensionar y ubicar las instalaciones temporales necesarias en un sitio de construcción. (Pedro Palominos, Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sanchez, 2019). El siguiente diagrama muestra una visión general del SLP.

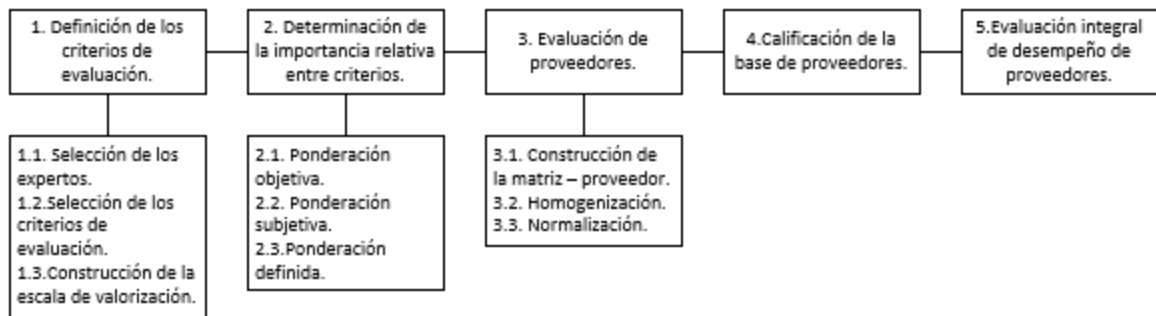


## **Figura 4**

### *Descripción general del procedimiento de Systematic Layout Planning*

- 1.2.3. Ergonomía: La ergonomía se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño. La ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones. Se medirá el nivel de riesgo de daños físicos a través del método OWAS, REBA, NIOSH, que permiten estudiar las posturas del operario para buscar mejoras en el desarrollo de sus actividades.(Abad, 2018)
- 1.2.4. Metodología Kaizen: Kaizen es un concepto de gestión japonés y apunta a mejoras en pequeños pasos. Kaizen significa que se espera que todo el personal detenga su trabajo cuando se encuentre con alguna anomalía y, junto con su supervisor, sugiera una mejora para resolver la anomalía. Su aplicación consiste en establecer metas que sean claras, realistas y bien documentadas, hacer una revisión de la situación y hacer un plan de optimización utilizando herramientas de ingeniería o lean que permitan llegar al objetivo, implementar las mejoras que se han decidido, verificar si hay correcciones y elaborar informe de resultados. (Suni I et al, 2018)
- 1.2.5. Gestión de proveedores: Proceso clave administrativo de una empresa que permite identificar, seleccionar y controlar a sus proveedores y negociar los mejores precios de materia prima, productos u insumos para adquirirlos. Una correcta gestión de proveedores permite a la empresa: reducir costes, acortar los tiempos de negociación y aumentar la calidad de los productos, mejorar la competitividad de mercado, mejorar la comunicación y las relaciones, promover

la resolución de problemas, disminuir los riesgos y aumentar la seguridad del suministro. (Thaís da C. L. Alves, Yoshua Neuman, Kenneth D. Walsh, Kim LaScola Needy & Rufaidah AlMaian, 2019). El siguiente flujo muestra el proceso para gestionar proveedores.



**Figura 5**

*Flujo de procedimiento de gestión de proveedores*

1.2.6. Desperdicio y merma: Merma es la desaparición física de materiales como resultado de reacciones físicas o químicas efectuadas durante el periodo de elaboración de un producto. Las mermas ocurren en la fase de transformación del producto por lo que se las considera de carácter normal, su exceso puede incrementar el costo de producción. (Gonzales,2017)

Los desperdicios son evitables e inevitables, dependiendo si son inherentes al proceso productivo o por el contrario son resultado de un error o falla fuera del proceso normal de producción. Los desperdicios tienen una clasificación lógica, son normales los que forman parte del proceso, extraordinarios los que suceden por accidentes de producción, recuperables los que pueden reprocesarse, realizables los que pueden venderse a precio menor del costo y por último los desechables que representan un gasto. (Gonzales,2017)

### 1.3.Estado del arte

#### 1.3.1. Metodología

La importancia del problema dentro del sector construcción es fundamental tenerlo definido e identificado, para así poder iniciar con la revisión y búsqueda de la literatura. Esta literatura se basa en artículos científicos indexados, que aportan de manera metodológica la resolución del problema planteado. La metodología inicia con la identificación y selección de base de datos de donde se obtendrán los artículos científicos. Luego de seleccionar las plataformas de donde se obtendrán los artículos, se debe definir qué palabras claves apoyan a la investigación. Luego se ingresan las palabras claves a la zona de búsqueda de las plataformas y esto arroja una cantidad de artículos, los cuales pueden estar ligados o no a tu investigación. Posterior a esa búsqueda, se procedió a cortar las cantidades con los filtros que ofrecen las plataformas, delimitando año, tipo de artículo. Si después de pasar por los filtros, el artículo responde a una de las preguntas de investigación, se procederá a seleccionar ese artículo para ser analizado y ver cual es el aporte de autores al problema.

- Planificación

Base de datos: Science Direct, Springer, Emerald Insight, IEE & Scopus.

Palabras Claves: “Concrete precast”, “Waste”, “Lean”, “Manufacturing”, “Design”, “Production”, “Fresh concrete”

Criterios de delimitación: Antigüedad (no más de 3 años), Área de estudio, tales como ingeniería y gestión, tipo de documento, no conferencias, reviews.

- Preguntas de Investigación:

¿Qué herramientas o metodologías de trabajo ayudarán a eliminar los desperdicios provocados por secuencia de tareas y dosificación de materia prima e insumo?

La herramienta de trabajo que mejor se acomoda es la estandarización de trabajo, perteneciente a la metodología Lean Manufacturing, ya que nos va a permitir reducir los desperdicios desde una perspectiva del trabajo del operario y la medición de materiales en mezcla.

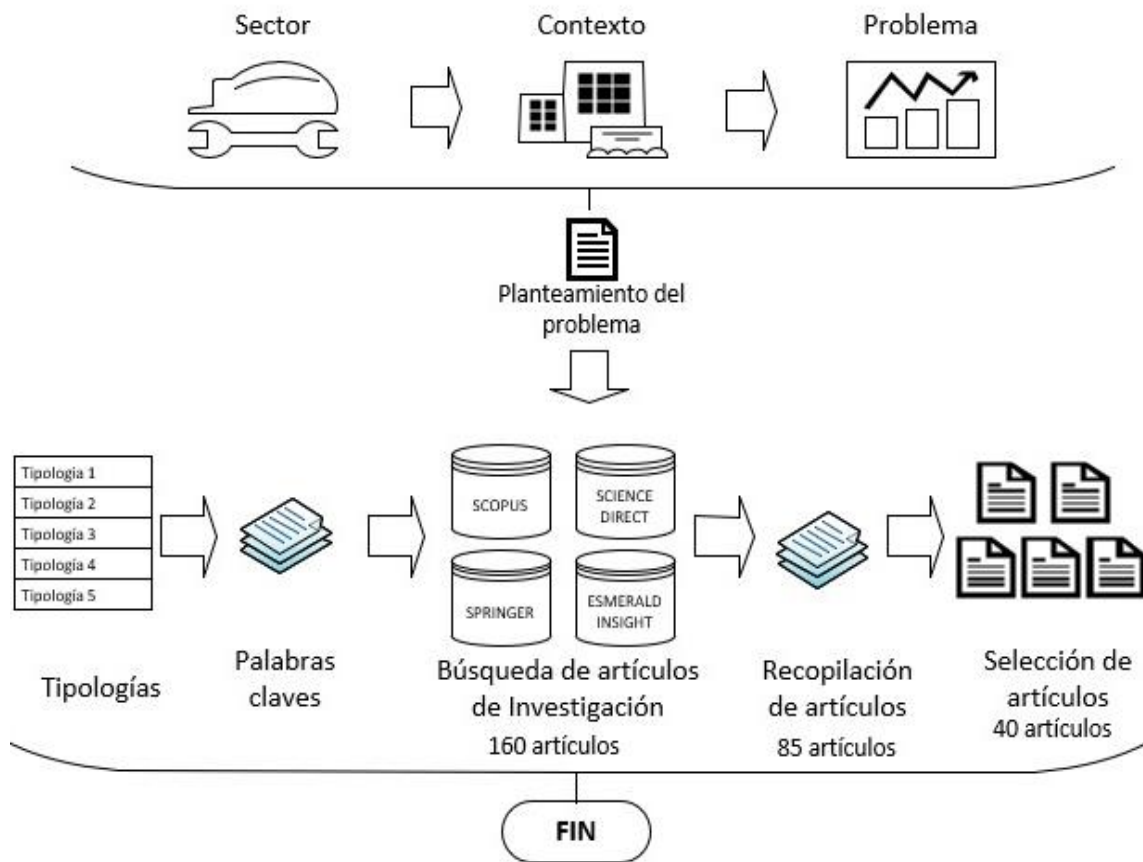
¿Qué herramienta o metodología ayudará a eliminar el congestionamiento y deficiente utilización de espacio?

La herramienta es System Layout Planning (SLP), esta herramienta nos va permitir distribuir mejor los espacios dentro de la planta de producción y apoyar a la reducción de mermas de concreto.

- Desarrollo

Se presenta en un diagrama del diseño de la investigación según lo mencionado en el inciso 1.3.1.





**Figura 6**

*Metodología de búsqueda y selección de artículos, 2018*

*Nota.* Adaptado del modelo de Sampieri, Collado & Baptista

- **Resultados**

En los resultados, se presentan lo obtenido después de la búsqueda de artículos de investigación, para lo cual después de filtrar y limitar se obtuvieron 40 artículos, los cuales se encuentran en torno al tema a tratar en el presente informe. Cada artículo presenta un impacto considerable, lo cual evidencia su gran aporte a la comunidad científica. Por temas de estructura se seleccionaron solo 20 artículos para su explicación a mayor profundidad en el inciso 1.3.2.

Los artículos seleccionados se han distribuido en 4 categorías: Problema, Ingeniería de métodos, Lean y Caso de estudios. La categoría problema abarca investigaciones que fundamentan la existencia del problema, son artículos que funcionan como base a la investigación. La segunda categoría, que es la de ingeniería de métodos, proporciona información sobre herramientas aplicadas a la resolución del problema en investigación al igual que el diseño de la distribución de planta y puesto de trabajo. La categoría Lean, muestra metodologías y herramientas en base a la estandarización del trabajo. Por último, la categoría caso de estudio, nos muestra estudios donde las herramientas aplicadas solucionan el problema de investigación dentro del mismo contexto y otro distinto.

### 1.3.2. Análisis de estudios previos

#### 1.3.2.1. Estudios sobre el problema y la propuesta.

Tabla de artículos científicos ([ANEXO 1](#))

- **Resumen de artículos**

La primera categoría es la de **problema**, la cual es fundamental para centrarnos en lo que se va a resolver en la investigación.

Desde el punto de vista de la economía y la durabilidad, Ta-Peng Chang, Fu-Chang & Huang-Chin Li presentan en este documento una metodología de dosificación de mezcla para concreto de alto rendimiento (HPC) basada en el concepto de usar el "volumen mínimo de aglutinante de pasta de cemento". Dado que el cemento que se utiliza para los prefabricados representa un alto costo en la producción del mismo, y el cemento excesivo en el concreto generalmente resulta en un mayor calor de hidratación y aumenta la fluencia y la contracción que, a su vez, influye negativamente en la durabilidad del concreto, una regla esencial de diseño de mezcla es hacer HPC con una cantidad mínima de

cemento. Este documento explica sobre el cálculo correcto de materiales para la producción de concreto de calidad, donde se minimice costos. De igual forma el cálculo incorrecto de materia prima puede generar un 15% de pérdidas en la dosificación del concreto, lo cual también es causado por la falta de herramientas de medida que se explicaran en el contenido metodológico del artículo. Se presentan y discuten dos enfoques para estimar adecuadamente la cantidad individual de ingredientes concretos. Finalmente, los resultados experimentales de la fabricación de hormigón de alto rendimiento de acuerdo con la metodología de dosificación propuesta se muestran y abordan para su validez.

Aynur Kazaza, Serdar Ulubeylib and Ahmet Arslana (2018), informan a través de un estudio de los coeficientes de planificación basados en pedidos y camiones mezcladores utilizados para evitar o utilizar residuos de hormigón fresco. Para lograr este objetivo, se propuso un procedimiento de cálculo original para cuantificar los residuos de hormigón fresco, y se realizaron mediciones cuantitativas directas en tres plantas de procesamiento por lotes en Turquía. Como resultado de la toma de pedidos de mezcla de concreto en camión mezclador, los clientes pueden pedir un 8,57% más de sus necesidades de concreto en lugar de usar márgenes mucho más amplios para evitar el concreto ordenado en exceso.

Martin Kendall, Wayne Muller & Alan Carse mencionan que los componentes prefabricados de hormigón constituyen una parte importante de la infraestructura de la red de carreteras. Solo en Queensland se han invertido varios miles de millones de dólares en productos de hormigón prefabricados, como vigas de puentes, pilotes, alcantarillas, tuberías, muros de contención y barreras acústicas. Sin embargo, a diferencia de las estructuras construidas para otras industrias, la infraestructura de puentes y carreteras es necesaria para proporcionar una vida útil relativamente larga de cien años o más. Para lo

cual es importante la calidad de los materiales a utilizar en la producción de prefabricados, ya que esto genera que el producto final consistente. Uno de los aspectos que se debe tomar en cuenta es la homologación de proveedores, ya que, pese a la gran variedad de materia prima en el mercado, esto hace que se distorsione la calidad de los productos finales. También se debe tener en cuenta la selección de las materias primas y como resultado de este artículo ofrece una visión general de los efectos de las políticas actuales y las tendencias del mercado, analiza los problemas recientes en Queensland y describe lo que Main Roads está haciendo para garantizar la alta calidad y el rendimiento a largo plazo de los productos de hormigón prefabricado.

Corentin Le Hesran, Anne-Laure Ladier, Valerie Botta-Genoulaz, Valerie Laforest (2020), proponen pautas integrales para identificar oportunidades de reducción de desechos e integrarlas en un problema de programación. Este trabajo combina los principios de producción sostenible con la estandarización de procesos y el estudio de esfuerzos del operario para promover la prevención de desechos a nivel operativo de producción, identificando las principales actividades generadoras de desechos que pueden mejorarse mediante la estandarización. Una aplicación a un sistema de producción de tapa de cubo sirve para resaltar los beneficios de esta herramienta, mostrando que la secuencia incorrecta de tareas representa un 48% de los costos reducidos por la disminución de desperdicios, lo cual se toma como resultado relevante de la investigación.

Simeon Wilkie & Thomas Dyer mencionan que el número de estructuras de hormigón históricamente significativas que requieren conservación y reparación es cada vez mayor. El uso de materiales patentados inadecuados ha llevado a reparaciones de baja calidad de estructuras históricamente significativas en el Reino Unido, algunas de las

cuales han resultado en daños al carácter histórico de la estructura y al deterioro acelerado del sustrato. Como resultado, el enfoque para la reparación de estructuras históricas de concreto se ha desplazado del uso de materiales de reparación patentados producidos en masa a reemplazos hechos a medida que, teóricamente, tienen propiedades mecánicas y estéticas similares. Para crear materiales de reparación similares, deben establecerse las proporciones originales de la mezcla y la relación agua / cemento (w / c) del sustrato. Sin embargo, Existen inquietudes con respecto a la precisión de las técnicas y estándares existentes utilizados para los análisis de concreto endurecido, ya que la variación de esta mezcla al no realizarse de manera correcta equivaldría a un 44% de pérdidas en la dosificación de los materiales de producción. Lo cual también incurre que, debido a la falta de material disponible, los análisis a menudo se llevan a cabo en muestras que son mucho más pequeñas que el requisito mínimo para una muestra representativa, o de áreas que no son representativas. Este documento discute estos temas y espera proporcionar información a conservadores y analistas sobre las limitaciones de las técnicas, la variabilidad del material y la importancia de las muestras representativas.

La segunda categoría es la **metodología**, la cual nos va a permitir identificar herramientas para la solución al problema de investigación.

Rahu I S. y demás autores (2019) mencionan que la productividad en un proceso en particular aumentó hasta un 6.5 por ciento, lo que puede aumentar si una acción se ejecuta continuamente con el apoyo de los ejecutivos y la gerencia del taller. Los resultados también se compararon con trabajos de investigación anteriores en esta área y encontraron una relevancia significativa, y, por lo tanto, los resultados parecen ser confiables. También se ofreció una base para la documentación de los procesos centrales de fabricación en la

empresa. Estos documentos proporcionaron una mayor flexibilidad del proceso y permitirán la eliminación de desechos hasta en un 42%, por lo tanto, incrementarán las ganancias significativas de productividad. El estudio ayudará a los gerentes a lograr sus objetivos corporativos a largo plazo a través de mejoras de procesos.

Sara Bragança, Eric Costa (2017) realizaron estudios en una empresa que produce ascensores, la empresa también presenta problemas con el rendimiento de su personal debido a que no cuentan con una documentación que permita hacer seguimientos continuos por lo que se ha venido presentando retiros masivos o incumplimiento en la entrega de sus pedidos. Los problemas principalmente se deben a la falta de rutinas de trabajo, la inexistencia de un proceso equilibrado de trabajo y la aparición de errores frecuentes. Los autores llegaron a la conclusión de que, a través del trabajo estándar y las instrucciones de trabajo, le dio a la empresa una base para la documentación de los procesos, componentes y herramientas de fabricación. Estos documentos sirvieron para proporcionar una mayor flexibilidad a la sección y aumentar su productividad, en la medida en que permiten la reducción de varios desechos y errores de fabricación.

Shuqiang Wang, Jia Tang, Yiquan Zou and Qihui Zhou (2019) realizaron una investigación sobre la optimización de la producción en una planta de componentes de prefabricado de hormigón basado en el mapeo de flujo de valor. El problema que menciona el autor es la falta de procesos estandarizados y seguimiento al proceso productivo de prefabricados de concreto. La línea de producción presenta problemas a causas de herramientas malogradas, paradas innecesarias de equipos y la falta de canales para coordinaciones. Se realizaron una serie de procedimientos en donde se analizaban a profundidad los procesos de la empresa, los resultados del mapa actual de flujo de valor

indican que los principales problemas del proceso de producción actual están relacionados con el equipo, la tecnología y la organización. Los autores mencionan que los resultados de este estudio proporcionan a los profesionales una comprensión clara de la optimización de la producción de componentes prefabricados de hormigón y representan un método y una base para la optimización del proceso de una línea de producción en fábrica.

Ibrahim Abotaleb, Khaled Nassar, Ossama Hosny (2017) presentan ideas innovadoras acerca la distribución de planta ellos mencionan que la representación geométrica de los elementos es fundamental para un buen Layout, Según los autores una geométrica dinámica de las instalaciones temporales del sitio elimina muchas restricciones geométricas y minimiza las ineficiencias al moldear continuamente las instalaciones temporales para adaptarlas a las ubicaciones casi óptimas que no se habrían encontrado en modelos con representación geométrica estática.

Santu Kar & Kumar Neeraj Jha (2020), mencionan que “los materiales de construcción tienen un 50% del costo del proyecto, por lo tanto, es importante tener una gestión adecuada de los mismo. Las empresas rara vez se preocupan por la calidad de la materia prima, su adquisición solo concierte a criterios de precio y abastecimiento o en función al manejo del cronograma. Por lo que el estudio pretende realizar una gestión adecuada de la adquisición de la materia prima con la finalidad de llevar un proceso que permita estar enfocados en temas de calidad. Según los autores, los procesos de producción fracasan porque las materias primas a utilizar son de baja calidad, la criticidad de los índices se compara con las actividades realizar en el proceso de adquisición. La empresa realizó una serie de estudios para determinar que causaba una gestión inadecuada de proveedores. Llegando a la conclusión que el 60% de los problemas las empresas dedicadas al rubro de

construcción no contaban con una cartera definida de proveedores, ni las herramientas adecuadas para gestionar en base a una homologación. Los resultados muestran que realizando una efectiva homologación de proveedores se puede mejorar el desempeño de los proveedores potenciales en un 25%.

Lakhan Patidar, Vimlesh Kumar Soni & Pradeep Kumar Soni (2017), han identificado los desechos críticos relacionados con la fabricación para mejorar la competitividad de la fabricación con la ayuda de expertos y literatura de la industria. Para la implementación efectiva de VSM, estos desechos se han clasificado en tres grupos nombrados como; siete desechos mortales; desperdicio de conocimiento y desperdicio administrativo. El objetivo del presente trabajo es comprender la interacción mutua entre estos desechos e identificar los "desechos impulsores" (es decir, los que influyen en los otros desechos) y los "desechos dependientes" (es decir, los que están influenciados por otros). Fuzzy MICMAC (multiplicación de matriz de impacto cruzado aplicada a la clasificación) se ha utilizado para descubrir la conducción y el poder de dependencia de los desechos identificados. Para determinar la conducción y el poder de dependencia de varios desechos, los resultados finales del modelado estructural interpretativo se utilizan como entrada para el análisis difuso MICMAC. El hallazgo de este estudio revela que la sobreproducción (W4) y el cliente poco claro (W11) son motivo de preocupación y necesitan la máxima atención para mejorar el rendimiento de fabricación.

Sunil, Ashwani y Bhim, presentan la implementación de un modelo que sigue la metodología Lean Kaizen en una empresa catalogada dentro de las pequeñas y medianas empresas (PYME) en una región no capital en India. Se registró la situación actual del taller de la PYME seleccionada y se preparó el mapa del estado actual. Se calculó el tiempo



de takt y se identificaron los cuellos de botella. Finalmente, se desarrolló un mapa estatal futuro y se identificaron áreas de brecha que sirvieron como guía para determinar las futuras actividades lean. El método de "5 por qué" se utilizó para determinar las causas raíz con el fin de reducir la brecha identificada, y los eventos Kaizen se propusieron como soluciones. En este estudio, Se propusieron dos eventos Kaizen. En el primer evento de Kaizen, se usó la técnica de Poka - Yoke para controlar la variación causada por el deslizamiento de la rectificadora cilíndrica que eliminó el problema de la marca táctil de la rueda en el producto seleccionado. Para el siguiente evento Kaizen, se desarrolló una lluvia de ideas como técnica para que se sujete del lado de dentado la pieza de trabajo, lo que eliminó la aspereza del diámetro exterior. Por consiguiente, del desarrollo de los eventos Kaizen los inventarios, tiempos de entrega y tiempos de ciclo fueron reducidos de manera que se evidenció la productividad mejorada en calidad y trabajo. Se concluye que Lean-Kaizen es una técnica de mejora efectiva y confiable que ayuda a abordar todo tipo de ineficiencias ocultas en las organizaciones.

La tercera categoría es las **causas raíz**, esta categoría nos muestra herramientas que nos permiten solucionar las causas raíz del problema en investigación.

Jennifer A. Hess, Laurel Kincl, Douglas L. Weeks, Amelia Vaughan, Dan Anton plantean el programa interactivo SAVE de 7 unidades que fue desarrollado específicamente para aprendices de ladrillos y bloques de mampostería. Esta capacitación innovadora contiene lecciones detalladas de ergonomía que se centran en los factores de riesgo y las soluciones específicas de esta nave de albañilería. También contiene lecciones que proporcionan estrategias de comunicación y resolución de problemas. La evaluación de SAVE empleó un ensayo de control aleatorio diseñado para evaluar la efectividad de

SAVE para los aprendices durante un período de seis meses. Los hallazgos demostraron que, en comparación con los controles, los aprendices entrenados de SAVE utilizaron más su voz de seguridad (I = 49%) y tuvieron una mayor participación de seguridad (I=28%). Adoptaron prácticas más ergonómicas como el ajuste de andamios (I = 16%) y el uso de mejores posturas corporales (I = 28.5%). A los aprendices les gustó SAVE e indicaron que los impulsó a cambiar los comportamientos de seguridad en el trabajo.

Karakhan, AA, Gambatese, J. y Simmons, DR (2020), el proceso de desarrollo y cultivo de la fuerza laboral mejora la sostenibilidad de la fuerza laboral de la construcción, una medida de la sostenibilidad social de la fuerza laboral de la construcción. El objetivo del presente estudio es desarrollar una herramienta práctica para evaluar la sostenibilidad de la fuerza laboral en la construcción. Un enfoque de investigación de métodos mixtos que se basó en una revisión de la literatura, entrevistas semiestructuradas, y se utilizó una encuesta de expertos multiusos para lograr el objetivo del estudio. La herramienta de sostenibilidad de la fuerza laboral desarrollada incluye tres niveles de componentes (atributos, indicadores y métricas) organizados en una jerarquía para caracterizar una fuerza laboral. El uso de la herramienta de evaluación produce un puntaje agregado final que revela el nivel de sostenibilidad de una fuerza laboral. El presente estudio contribuye al conjunto de conocimientos al proporcionar un medio para evaluar y, en última instancia, mejorar la sostenibilidad de la fuerza laboral en la construcción.

Amy Espinoza, Estefanía Rojas, José Rojas and Carlos Raymundo (2019), Las empresas con la mayor rotación son las empresas del sector construcción, y el personal operativo se considera el factor clave de estas organizaciones. Se han llevado a cabo investigaciones previas sobre este tema, y las soluciones son modelos con el objetivo de retener a los

empleados, utilizando las técnicas de marca de empleador, endomarketing y gestión del talento. Sin embargo, para este estudio, se diseñó y aplicó un modelo basado en la combinación de estas técnicas. Por lo tanto, se pretende que el modelo logre satisfacer las preocupaciones planteadas y reducir los costos en las empresas en un 20%.

Felipe Sánchez Garzón, Manon Enjolras, Mauricio Camargo and Laure Morel (2019), en el marco de la Gestión Verde de la Cadena de Suministro (GSCM), la evaluación de los proveedores debe considerar simultáneamente los criterios de evaluación clásicos como la calidad y el precio, así como un enfoque de desarrollo sostenible: incluidos los criterios sociales, ecológicos y económicos. Por lo tanto, en este estudio, se propone una metodología de adquisición ecológica para evaluar a los proveedores. Basado en el modelo de gestión de compras propuesto por Kraljic en 1983, propone la inclusión de todos los atributos verdes.

Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sánchez (2019) realizan un estudio sobre un sistema de planificación de diseño sistemático utilizando QDF: su aplicación a la distribución física y orientada a servicios. EL problema que se presenta es un incorrecto diseño de un departamento académico que generaba insatisfacción del personal. Las metodologías utilizadas son planificación sistemática del diseño (SLP) con el despliegue de la función de calidad (QFD). En base a los resultados, los autores mencionan que, la principal diferencia entre la metodología presentada y el método tradicional de SLP se refiere a la participación del cliente. Como resultado, las áreas consideradas para las instalaciones se modifican en relación con la opinión del cliente, su ubicación dentro del flujo de personas y la preferencia de los clientes con respecto a la cercanía entre áreas y

finalmente el espacio proyectado se modifica en función de la evaluación de su espacio asignado actualmente y el grado de importancia atribuido a cada área por los clientes.

Como cuarta categoría se presentan **los casos de estudio** referentes al uso de herramientas Lean Manufacturing e Ingeniería de Métodos aplicado a otros sectores industriales. El primer caso de estudio es el de los autores Antonioli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. ellos realizaron la estandarización y optimización de una línea de producción de componentes automotrices. El problema de la empresa es la cantidad de tiempos improductivos y actividades que no agregan valor a la empresa, una producción totalmente ineficiente y cantidad excesiva de desperdicios. Además, de la desorganización del personal y la falta de documentación para realizar seguimientos continuos. El proceso de desarrollo se realiza de la siguiente manera: el mapeo de procesos, la identificación de problemas con herramientas de calidad y la solución propuesta y análisis de los resultados obtenido. Los autores concluyen que la estandarización de los métodos de operación resultó en una reducción en el número de trabajadores requeridos, de 4 a 3. También minimizó las discrepancias en el tiempo necesario para que las actividades se ejecuten en los diferentes turnos.

El segundo caso de estudio es de los autores Ayman Nagi, Safwan Altarazi (2017), que mencionan que el problema es la aparición de diferentes tipos de no conformidades en el proceso de alfombrado. Según los autores menciona el proceso no se encuentra estandarizado y existen gran cantidad de desperdicios. Asimismo, existen problemas por la distribución del taller de trabajo. El proceso de mejora se construyó mediante una implementación secuencial de herramientas interconectadas apropiadas en cada fase del enfoque DMAIC. Las herramientas utilizadas incluyen: análisis de Pareto, gráficos de

control, gráfico de Ishikawa, 5-Whys, modo de falla y análisis de efectos, relación de capacidad de proceso, mapa de flujo de valor y planificación de diseño estratégico.

El tercer caso de estudio es de los autores Jingke Hong, Geoffrey Qiping Shen, Zhengdao Li, Boyu Zhang, Wanqiu Zhang (2018), el problema que los autores mencionan es que en China aún no se ha desarrollado la elaboración de materiales y edificios en base a prefabricados de concreto, las urbanizaciones aún optan por este tipo de construcciones. El principal miedo es el beneficio económico. Las empresas consideran que hacer construir en base a prefabricados es mucho más costoso, ya que los costos incurridos son más elevados y la materia prima para la producción del hormigón es 26% del costo total. El hormigón y el acero son responsables del 30% al 55% del costo total. Además del costo del uso del material (por ejemplo, acero y concreto), la entrada de mano de obra también juega un papel importante en el desempeño económico de las prefabricaciones, representando del 14% al 24% del costo total. Más importante aún, en comparación con el método de construcción tradicional, se necesitan gastos adicionales para trabajos diversos, como acabado de protección, mantenimiento fuera del sitio, almacenamiento y transporte. A diferencia del proceso convencional de transporte de material, la logística de las prefabricaciones requiere un cuidadoso proceso de control de carga y descarga y protección y fijación adicionales para evitar posible daño durante el transporte.

El cuarto caso de estudio es de los autores Adefemi Aka, Abubakar Danladi Isah and Chukwudum J. Eze, Owolabi Timileyin (2019), el problema que mencionan los autores es que en la industria de la construcción existen actividades sin valor agregado y gran cantidad de desechos. El aporte que los autores mencionan del estudio es proporcionar conocimiento sobre cómo se puede adoptar el pensamiento lean para reducir los desechos

en el proceso de fabricación de ladrillos. Tal conocimiento puede ser beneficioso para los productores actuales y futuros de ladrillos. Esto implica que el marco propuesto en el estudio permite a los productores de ladrillos identificar brechas en sus esfuerzos de implementación, enfocar la atención en áreas que pueden requerir mejoras y acceder a los beneficios del enfoque lean en sus productos de fábrica. El marco propuesto también puede ser beneficioso para los académicos. Los resultados del estudio muestran que la supervisión deficiente o inadecuada es el principal factor responsable de los desechos, como el secado excesivo de ladrillos, el sobrecalentamiento de los ladrillos y el acristalamiento de ladrillos en BPP nigeriano.

En el quinto caso de estudio, los autores Jiuping Xu and Siwei Zhao mencionan que una mala relación con los proveedores lleva a una empresa a incrementar los costos. El caso se enfoca en una empresa de zapatos, los autores basan su investigación en un proceso para una homologación correcta de proveedores. En primer lugar, se menciona que se debe trabajar con los proveedores potenciales, es decir, la cartera de proveedores con la que cuenta actualmente una empresa. Se deben identificar ciertos criterios que sirvan como guía para una elección exitosa. Luego se debe evaluar a los proveedores u clasificarlos para seleccionar los que sean de mayor conveniencia para la empresa. Por último, se debe realizar un seguimiento continuo a los proveedores a través de la revaluaciones o programas cortos para no tener costos elevados al momento de homologar. El estudio se enfoca en el aseguramiento de la calidad de materia prima por lo que se realizan pruebas de laboratorio después de haber filtrado el número de proveedores obteniendo como resultado final un 45% menos de muestras rechazadas.

### 1.3.2.2.Conclusión

La utilización de herramientas de gestión permite conocer lo que ocasiona principalmente los desperdicios generados en la empresa. La implementación de la filosofía Lean permitirá ampliar la visión de los procesos de la empresa, sistematizando para encontrar soluciones claves. Utilizar antecedente de investigaciones similares servirán de guía para tener una lista de entregables consecutivas en la investigación. Los resultados mostrados de la metodología de estandarización en el documento se basan en que la solución informática que se desarrolle reduzca el tiempo total en un 42%. Se refiere a los procesos de creación de Instrucción de Trabajo y Trabajo Estándar. La disminución más significativa se puede observar en Query Times, debido a la eliminación de procesos relacionados con la probabilidad de error humano, como los procesos en papel y las inserciones manuales según el caso en estudio. Además de la reducción de tiempo, se espera que la implementación de una solución informática para automatizar los procesos de creación de WI y SW aumente la precisión y el rendimiento del proceso, mediante la eliminación de retrasos en los pedidos y errores humanos.

En la herramienta SLP el diseño del sitio de construcción seleccionado se basa en el modelo de evaluación de riesgos de seguridad propuesto, la investigación futura debería mejorar aún más la evaluación y gestión de seguridad del sitio de construcción para diferentes etapas de construcción. El modelo de evaluación de riesgos de seguridad propuesto en este documento es aplicable en la etapa de preconstrucción, pero puede no ser el caso en la etapa de construcción. Como el entorno de construcción es dinámico y transitorio, los factores de riesgo en la etapa de construcción tienden a ser diferentes de los estimados en la etapa de preconstrucción.

### 1.3.2.3.Limitaciones

Para el desarrollo de la presente investigación no se ha considerado artículos de conferencia, ni short survey, ni reviews, ni revisión de conferencia. Los artículos utilizados en el estado del arte son solo artículos científicos indexados. Asimismo, el año de antigüedad considerado para su elección ha sido no mayor a 3 años.

### 1.4.Marco Normativo

El marco normativo de la industria de prefabricados de concreto en el sector construcción y saneamiento, se rige a factores ambientales y legales para un funcionamiento efectivo. Para garantizar la calidad de operaciones las empresas se rigen a al cumplimiento de la Ley 27314 “Ley General de Residuos Sólidos” que establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de las empresas, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. (Ley 27314). Asimismo, el Decreto supremo N° 057-2014-PCM aprueba un reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) que tiene como objetivo asegurar la gestión y el manejo de los residuos sólidos en empresas que tiene un grado considerable de desperdicios en el proceso productivo. El reglamento permite la prevención y evaluación de procesos para reducir residuos en diversas áreas de las instalaciones. Para el sector construcción la gestión y manejo de residuos de las actividades de construcción y demolición se basan en el Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA y su modificatoria mediante Decreto Supremo N° 019-2016-VIVIENDA.



Los residuos de construcción contienen materiales que pueden ser reutilizados, como el desmonte limpio, concreto, materiales por demolición, elementos prefabricados de hormigón entre otros. (Decreto supremo N°003-2013-Vivienda). Según el artículo 20 del Decreto Supremo N°003-2013-Vivienda se pueden aplicar prácticas ambientales en las empresas para reducir la cantidad de residuos sólidos. Asimismo, se han realizado programas de incentivos por parte que fiscalizan programas de reducción de desperdicios sólidos por parte de las empresas del sector construcción. En el sistema político el gobierno recomienda a las empresas implementar herramientas de gestión de control de residuos y adquisición de equipos y materiales de automatización para prevenir desperdicios. Por último, el decreto supremo N°003-2013-Vivienda en el Artículo 37 menciona que está prohibido abandonar residuos en acantilados, caminos, playas, vías, u otros lugares que sean de dominio público.

En empleo y aseguramiento laboral, la Ley N° 28015 - Ley de Promoción y Formalización de la Micro y Pequeña Empresa tiene como objetivo “la promoción de la competitividad, formalización y desarrollo de las micro y pequeñas empresas de construcción o derivados para garantizar e incrementar el empleo sostenible, su productividad y rentabilidad, su contribución al Producto Bruto Interno, la ampliación del mercado interno (Ley 28015, 2003).

## Resumen Capítulo 1

El capítulo 1 se evidencia que el sector construcción presenta un gran impacto en la economía del país, esto lo avala los indicadores que se presentaron en los antecedentes, tanto como el PBI, el índice de nivel de precios, la población económicamente activa, dentro del sector, ya sea en empresas privadas como públicas. De igual forma se presentó

el consumo nacional de cemento, ya que es la materia prima principal, para la fabricación de concreto.

El sector construcción presenta un aumento de sus actividades de un 4.34%, de lo cual esto influye directamente en el incremento del consumo interno del cemento, que asciende a 5.75%. Adicional a ello se supo que la producción de estas construcciones es diaria y variada. El 82.5% de las empresas que se dedican a la elaboración de prefabricados de concreto no cuentan con sus procesos automatizados, para ello solo el 69.65% solo utiliza una maquina vibradora. En este capítulo se detalló como marco teórico, palabras claves en la investigación, tales como Lean Manufacturing, Estandarización de trabajo y Systematic Layout Planning. Con respecto al estado del arte, se estableció una metodología para la búsqueda de artículos científicos, basado en 4 categorías, tales como, problema, caso de estudio, herramienta Lean y Herramienta Ingeniería de métodos. Se presentó la relación de artículos científicos indexados (20), con sus debidos resultados y su influencia en las causas raíz del problema desarrollado en la presente investigación. Para finalizar el capítulo 1 presentó un marco normativo en el cual se reunió leyes como, Ley 27314: “Ley general de residuos sólidos”, Ley 29090: Ley de regulación de habitaciones urbanas y de edificaciones, entre otras.

## **2. Capítulo II - Diagnóstico de la situación actual**

En el Perú las estadísticas indican que la industria de prefabricados creció en un 6.14% debido a la demanda de proyectos de construcción y saneamiento (Ministerio de Vivienda, 2020). Sin embargo, el 69.5% de empresas realizan la mayor parte del procedimiento de producción artesanalmente, lo que ha traído consecuencias, primero por el despilfarro de materia prima e insumos con un 27% debido al manejo inadecuado de herramientas, falta de supervisiones o personal nuevo en la empresa que no tiene experiencia en el área de trabajo entre otros aspectos que son causa de este despilfarro (Ramos,2019). Los errores de dimensionamientos en las piezas lo cual implica devolver las piezas o realizar nuevamente los trabajos, e incumplimiento de las fechas de entrega por retrasos de fabricación o disposición de materia prima representado un 35% (ASOCEM, 2019). En el capítulo 2 se realizará un análisis exhaustivo de una empresa peruana de prefabricados de concreto. El objetivo del estudio es identificar el nivel de desperdicio o mermas en el proceso de producción. Por lo que se realizó un diagrama de bloques para encontrar el proceso de menos productividad. Se realizó una comparación en base a los casos de estudio encontrados en el estado del arte, de ahí se identificaron metodologías para contrarrestar la problemática. Luego se analizan las causas del problema planteado con herramientas y metodologías adquiridas a lo largo de la carrera. Se evidencia el impacto económico que tiene el problema a partir de los costos producidos por la merma.

### **2.1.Descripción de la organización**

Concreto Vibrado y Prensado SAC (COVIPRE) es una empresa familiar dedicada a la producción de productos prefabricados (Cajas, tapas, cercos, sardineles, ductos, muretes, etc.) orientados a los sectores construcción, saneamiento y eléctrico que viene operando en

Lima desde el año 2005. Además, la empresa cuenta con la producción de productos personalizados, según los requerimientos de sus clientes.

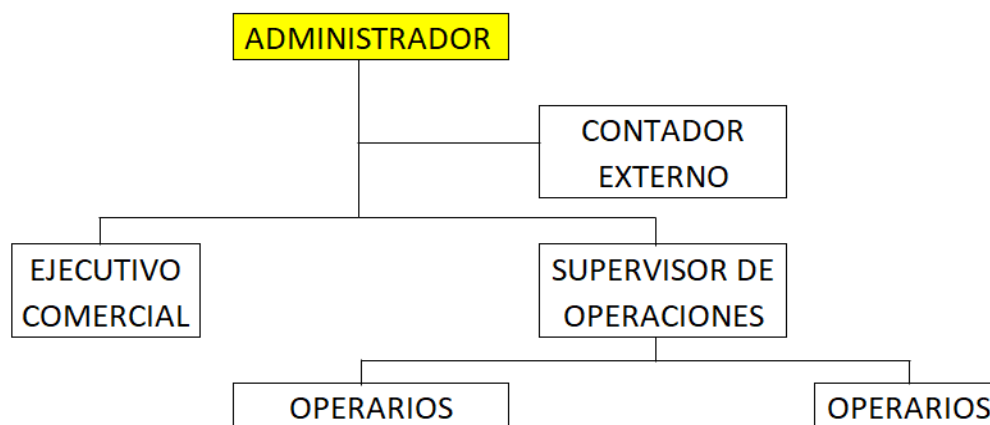
Actualmente la empresa continúa evolucionando y desarrollando productos que le han permitido tener presencia a nivel nacional.

**Tabla 4**

*Datos de la empresa Concreto vibrado y prensado S.A.C*

<b>RUC</b>	20510995750
<b>RAZON SOCIAL</b>	Concreto Vibrado y Prensado Sociedad Anónima Cerrada
<b>ESTADO DE LA EMPRESA</b>	Activo
<b>FECHA DE INICIO DE ACTIVIDADES</b>	1/07/2005
<b>ACTIVIDAD COMERCIAL</b>	Principal- CIU 45207 - Construcción edificios completos. Secundaria - CIUU 93098 - Otras actividades de tipo servicio NCP.
<b>DIRECCION DE OFICINAS</b>	Jr. Las granadas MZ. B LT. 01 Lot. Chillón Lima - Lima - Puente Piedra

*Nota. Adaptado de Concreto vibrado y prensado S.A.C.*



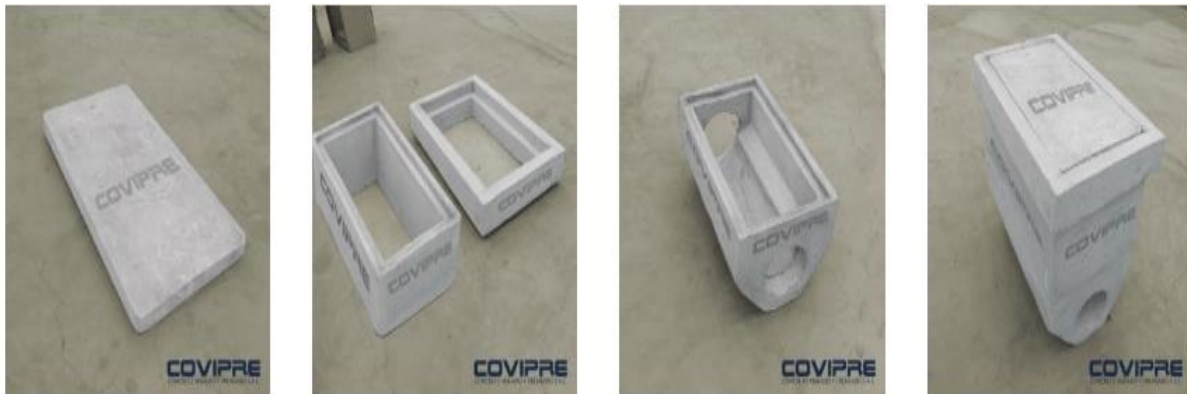
**Figura 7**

*Organigrama de la empresa Concreto Vibrado y Prensado S.A.C*

*Nota.* Adaptado de la empresa COVIPRE SAC (2020)

### 2.1.1. Productos

COVIPRE cuenta con productos que se enfocan en 3 divisiones (Construcción, Saneamiento y Electricidad). De las divisiones mencionadas, COVIPRE presenta productos que trabaja bajo demanda, productos que los fabrica bajo pedido específicos y, los que fabrica de manera personalizada según requerimiento de su cliente. En el último análisis financiero del año 2019 se evidenció que la rentabilidad de COVIPRE incrementó por la venta de productos de alta demanda ([Anexo 2](#)), generando ingresos de S/.1,129,440.00. sólo por la venta de cajas registro.



**Figura 8**

*Cajas de Registro - COVIPRE*

*Nota.* Adaptado de COVIPRE S.A.C (2020)

### 2.1.2. Clientes

COVIPRE SAC, presenta un segmento de mercado orientado a clientes que brindan servicios de saneamiento, construcción y electricidad en todo el Perú. La empresa posee los recursos suficientes para abastecer el requerimiento de producción. COVIPRE realiza un

tipo de venta directa, previo a ello, se recepciona las solicitudes de productos, y la empresa realiza las cotizaciones que son enviadas a sus clientes.

A continuación, se presentan las empresas que son principales clientes de COVIPRE, ya que, son empresas que solicitan en mayor demanda los productos de la empresa.

**Tabla 5**

*Principales clientes de COVIPRE*

Principales Clientes	Sector
SEDAPAL	Saneamiento
LÍDER: Grupo Constructor	Construcción
SR Sevilla Development	Construcción
Huarcaya: Construcción / Ingeniería	Construcción
Grupo OAS	Construcción
JC Contratistas Generales E.I.R.L.	Construcción
Commafab E.I.R.L.	Construcción
Fugusa	Construcción
A&A Edificaciones S.A.C.	Construcción

*Nota.* Adaptado de Concreto vibrado y prensado S.A.C. (2020)

### 2.1.3. Ventas

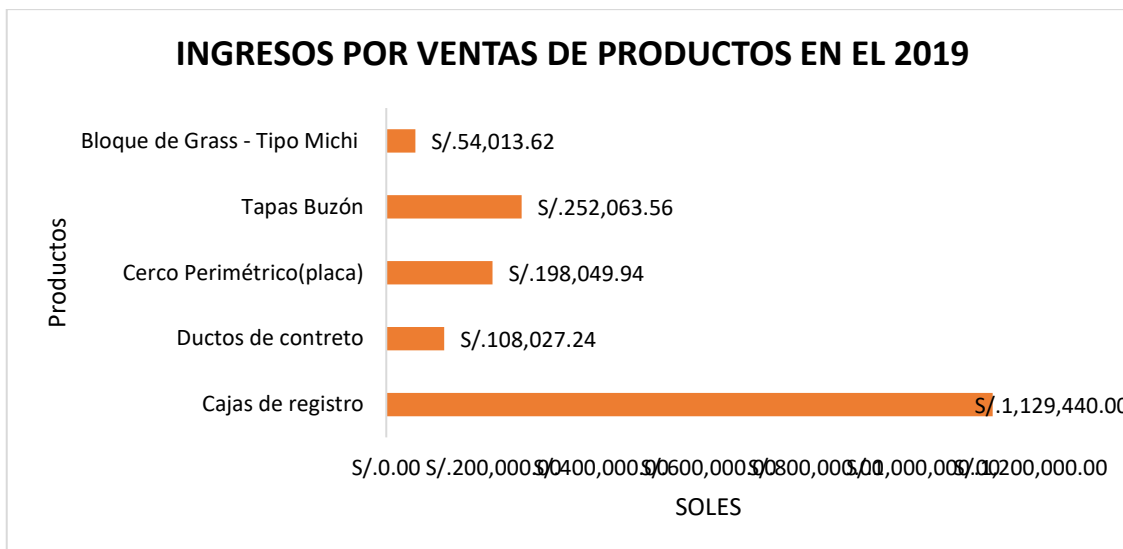
COVIPRE ha ido incrementa su nivel de ventas en los últimos, realizar pronósticos de demanda han permitido a la empresa general una facturación anual considerable en el rubro de prefabricados de concreto en 2019, sientos los productos de alta demanda, los que representan el 51% de las ventas totales. A continuación, se presenta los reportes de venta del último año (2019) de los productos de alta demanda.

**Tabla 6***Ingreso por Ventas de Productos de Alta Demanda 2019 - COVIPRE*

Producto	Venta	% del total
Cajas de registro	S/.1,129,440.00	62.73%
Ductos de concreto	S/.108,027.24	6.00%
Cerco Perimétrico(placa)	S/.198,049.94	11.00%
Tapas Buzón	S/.252,063.56	14.00%
Bloque de Grass - Tipo Michi	S/.54,013.62	3.00%
Otros	S/.58,859.64	3.27%

*Nota.* Adaptado de Concreto vibrado y prensado S.A.C. (2019)

En el 2.1.2 se hizo un hincapié acerca de los ingresos generados por caja registro. De la misma manera la tabla 6 se evidencia que las cajas registro representan un 62.73% de las ventas totales. Esto debido a la cantidad de contratos que se obtuvieron con la empresa SEDAPAL para la instalación de cajas registro en proyectos de construcción de viviendas, entre otros. Además, se puede apreciar el porcentaje de participación de otros productos de alta demanda que también forman parte de la producción diaria de COVIPRE.



**Figura 9**

*Ingresos de ventas anuales de Concreto Vibrado y Prensado SAC*

*Nota.* Adaptado de Concreto vibrado y prensado S.A.C. (2019)

La figura 9 muestra la variación por producto de las ventas anuales de los productos prefabricados de concreto de alta demanda, dejando en evidencia los montos exactos de las ventas en el año 2019. Esta variación de ingresos de cajas registro frente a los otros productos también se debe a la diferencia de precios y la cantidad de proyectos del sector de saneamiento. El precio de una caja registro en el mercado es de S/. 72.40

#### 2.1.4. Análisis de la competencia

Análisis de competencia, enfocado en el producto de caja registro de desagüe, fabricado por COVIPRE.

- Poder de negociación de los clientes.



El poder de negociación de los clientes es alto, ya que existen diversas empresas en el mercado de prefabricados que producen las cajas registro, para lo cual el cliente puede comparar precios del producto.

- Poder de negociación de los proveedores.

El poder de negociación de los proveedores es bajo frente a COVIPRE, ya que las materias primas, pueden ser adquiridas en distintos proveedores. En COVIPRE, ellos guardan una relación con su proveedor, de manera que intercambian servicios y existe un contrato de exclusividad. De igual forma COVIPRE, puede cambiar de proveedor, por ende, sigue siendo baja el poder de negociación.

- Amenaza de nuevos competidores.

Dentro de las empresas formales, existen limitantes para el ingreso al mercado de los prefabricados, esto se basa en la inversión de capital que se tiene que ingresar para alquilar o comprar un espacio donde producir los elementos. Con ello se concluye que la amenaza de nuevos competidores es baja. Pero existen empresas informales que buscan desestabilizar el mercado de prefabricados, para lo cual, considerando a esas empresas, la amenaza es alta, ya que producen y venden a un precio menor, la diferencia es la certificación de calidad.

- Amenaza de productos sustitutos.

La amenaza de productos sustitutos no existe, ya que las cajas de registro de desagüe presentan una norma de producción, la cual indica que el producto debe ser producido con concreto.

- Rivalidad entre competidores.

La rivalidad entre competidores es alta, ya que, las empresas informales, ofrecen precios muy rebajados, lo cual crea inestabilidad a COVIPRE, de igual forma, la empresa ofrece fidelización con sus clientes.

#### 2.1.5. Proveedores

COVIPRE en su producción de sus prefabricados de concreto utiliza como materia prima principal, cuatro productos, cemento, arena gruesa, arena fina y confitio. El proveedor de cemento para COVIPRE es Cemento Sol y se hace la solicitud de 400 bolsas de cemento cada 10 días. Para los agregados (arena gruesa, arena fina y confitio), la empresa se provee de manera diaria entre 7 a 21 metros cúbicos por cada agregado, teniendo en cuenta el stock de seguridad de su materia prima. COVIPRE recoge la materia prima con sus camiones en las canteras certificadas más cercanas a su fábrica. Cabe recalcar que al término de cada día se realiza el control del stock de seguridad de las materias primas y se establece la solicitud de los agregados con cantidades que se solicitará. La Materia prima utilizada por COVIPRE se detalla en el [Anexo 3](#).

#### 2.1.6. Cadena de valor

- Infraestructura de la Empresa

La empresa en estudio tiene a cargo en su administración a un Gerente General, COVIPRE es una organización proyectizada debido a que todas las funciones están se derivan del Gerente, también es el encargado de verificar los cambios en la empresa y cualquier movimiento financiero o logístico debe estar a cargo del Gerente. Los proyectos se controlan a través de una gestión adecuada de costos, actividades de planeamientos, y

desenvolvimiento de un equipo, guiado por el Gerente General. El área contable lo realiza una persona externa a la empresa, que se encarga de verificar la gestión de pagos desarrollada por el área administrativa. En caso de la necesidad de aspectos legales se realizará a cabo a través de un estudio de abogados, los cuales estarán encargados periódicamente de los servicios legales. El aseguramiento de la calidad se realizará a través de controles de calidad, donde se realizarán pruebas de laboratorio. La planta tiene una dimensión de 2300 m<sup>2</sup>.

- Administración de Recursos Humanos

Se empleará la mano de obra según los requerimientos de la tarea a realizar, la contratación de personal se realizará periódicamente y se evaluará las capacidades del personal tanto en la manipulación de herramientas como en los aprendizajes de procesos dentro de la planta. En caso el desempeño de personal sea inadecuado se procederá a realizar una capacitación. La integración del personal se realizará a través de actividades de recreación y otros agasajos que integren al personal.

- Desarrollo tecnológico

Emplear nuevos métodos para mejorar el proceso productivo del prefabricado con el fin que se disminuyan los costos, diseño de nuevos moldes para la producción de nuevos productos, adecuar la producción en base a los pedidos de los clientes diseñando nuevos modelos de ingeniería, capacitación de nuevas tendencias de producción y colocación para mejorar las instalaciones de productos.

- Adquisiciones

El transporte será realizado por el área de logística de la empresa COVIPRE, la compra de materia prima se verá al menor costo de la misma, la compra y mantenimiento de las herramientas y otros equipos se realizará de acuerdo a su depreciación, Los medios de comunicación utilizados serán mediante correos electrónicos y pagina web, el suministro de transporte se realizará de acuerdo al contrato con el cliente.

- Logística de entrada
  - a) Recepción de materia prima limitada debido a la cantidad de productos terminados en stock en el almacén de la planta.
  - b) Aseguramiento de la calidad para cumplir con las especificaciones técnicas de los productos terminados.
  - c) Inadecuado monitoreo de control de inventarios.
- Operaciones
  - a) Proceso de fabricación (mezclado, vaciado de concreto, vibrado, desmoldado, secado, curado)
  - b) Aplicación de la mejora continua para mejorar la eficiencia del proceso de producción e incrementar la experiencia del personal en la fabricación de elementos de concreto.
  - c) Realizar pruebas de laboratorio de los productos para mejorar la calidad.
  - d) Mantenimiento de equipos para algunos de los procesos productivos, se realiza con el personal técnico. No hay convenio con técnicos especializados en caso exista la necesidad de servicio técnico.
- Logística de Salida
  - a) Falta de espacio en el almacén para colocar productos terminados.

- b) Operación de vehículos de reparto si el cliente lo solicita
- c) Procesamiento de pedidos
- d) Programación de despachos
- Mercadotecnia y Ventas
  - a) Publicidad a través de redes sociales
  - b) Promoción a través de página web.
  - c) Cotizaciones de productos de alta demanda
- Mantenimiento
  - a) Asesoría en el proceso de instalación de acuerdo con los requerimientos del cliente.
  - b) Mejorar el producto según el tipo de falla, en caso de que el producto sea desperdicio realizar una reposición o resanar en el sitio de instalación.
  - c) Reparación del producto en base al tipo de falla (puede ser reposición por uno nuevo o resane en el lugar de instalación)



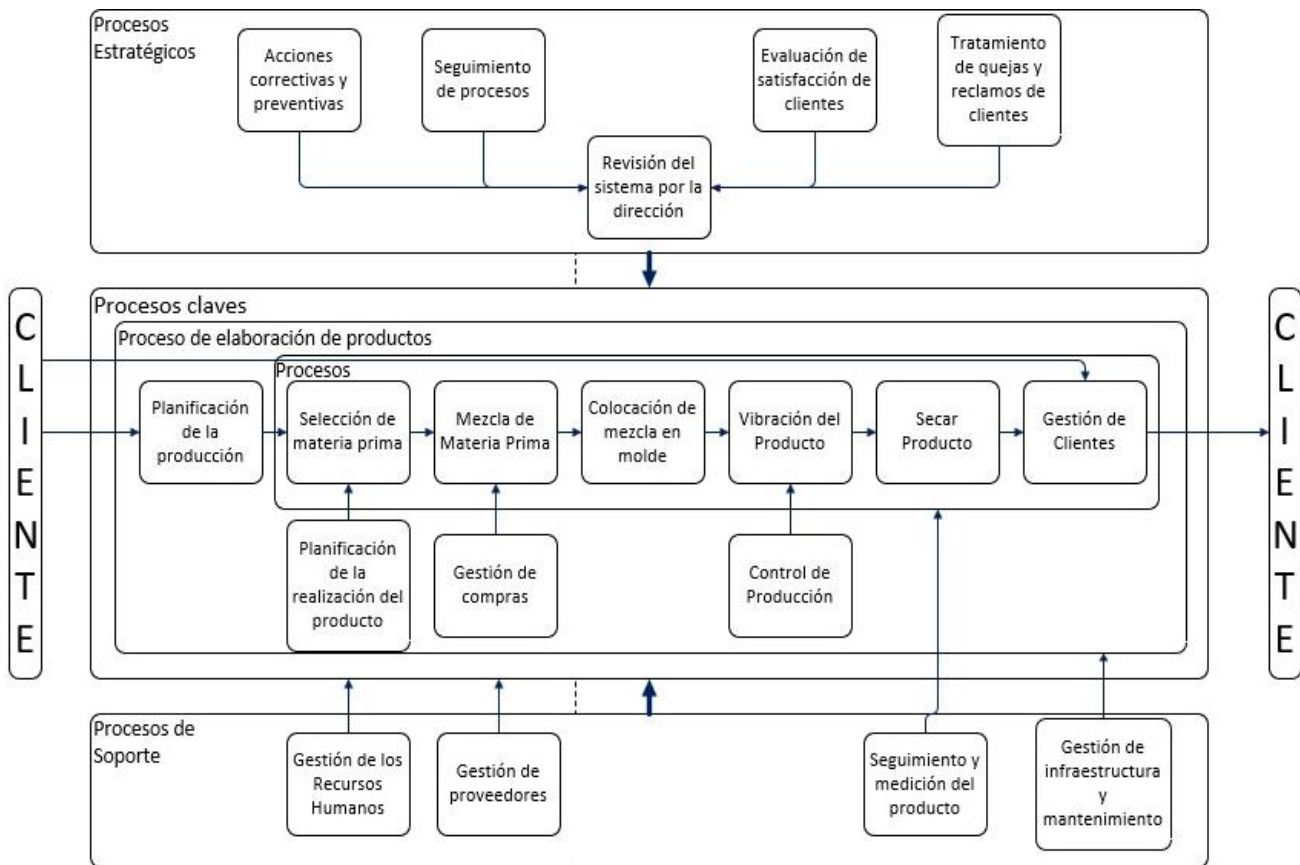
**Figura 10**

*Cadena de valor*

*Nota.* Adaptado de la empresa COVIPRE (2020)

## 2.1.7. Mapa de procesos / Procesos de la empresa en estudio.

### 2.1.7.1. Mapa de Procesos



**Figura 11**

*Mapa de procesos línea cajas de registro de desagüe de COVIPRE*

*Nota.* Adaptado de la empresa COVIPRE (2020)

### 2.1.7.2. Proceso en la empresa

- Mezclado

Para el inicio del proceso, se necesitará una bolsa de cemento (42kg de cemento), 80kg de arena gruesa, 15 kg de arena fina, 40 kg de confitio y 40 L de agua. Se combina bien los ingredientes con la pala hasta obtener un color homogéneo. La mezcla debe tener un color uniforme, para proceder a incorporar el agua. Los operarios encargados del proceso dependen de la línea y cantidad de producción que se realizará diariamente.

La mezcla fresca debe presentar características en la trabajabilidad, consistencia y cohesividad por lo cual se debería pedir certificación de calidad a los proveedores y tomar una parte como muestra, para que en el laboratorio se afirme dicha calidad que se busca.

Dicho proceso se desarrolla de forma artesanal por lo que se requiere un análisis ergonómico de las tareas para evitar bajo rendimiento del operario por posibles afecciones. Asimismo, el área de trabajo se encuentra ubicada lejos del almacén por lo que reorganizarla podría ocasionar pérdida de tiempo en la producción.

- Vaciado

El proceso de vaciado se realiza mediante el uso de buggies para trasladar la mezcla hasta una mesa en donde se encuentran los moldes. Este proceso tiene una duración de máxima de 5 minutos. Durante el proceso de vaciado se debe tener cuidado con materias que puedan separar insumos o materias primas de la mezcla. Para evitar dicha separación el proceso de vaciado debe realizarse tan cerca como sea posible, en algunas ocasiones se utilizan embudos para vaciar el concreto según el tipo de molde.

- Vibrado

Durante el vaciado al molde de los prefabricados, el concreto recibe aire en cual hace que se formen espacios vacíos, los cuales hacen que el producto no sea tan resistente. De esta manera es se deja la mezcla expuesta a que agentes externos puedan afectar su apariencia o acabado. Para lo cual se recomienda que se deba eliminar ese aire que atrapa al concreto para que así se optimice el proceso de vibrado. El proceso se debe hacer inmediatamente después del vaciado, asimismo se debe tener en cuenta que vibrar

un concreto que ya ha empezado a endurecer afecta notablemente su capacidad estructural, el proceso debe ser suficiente pero no excesivo porque produce segregación.

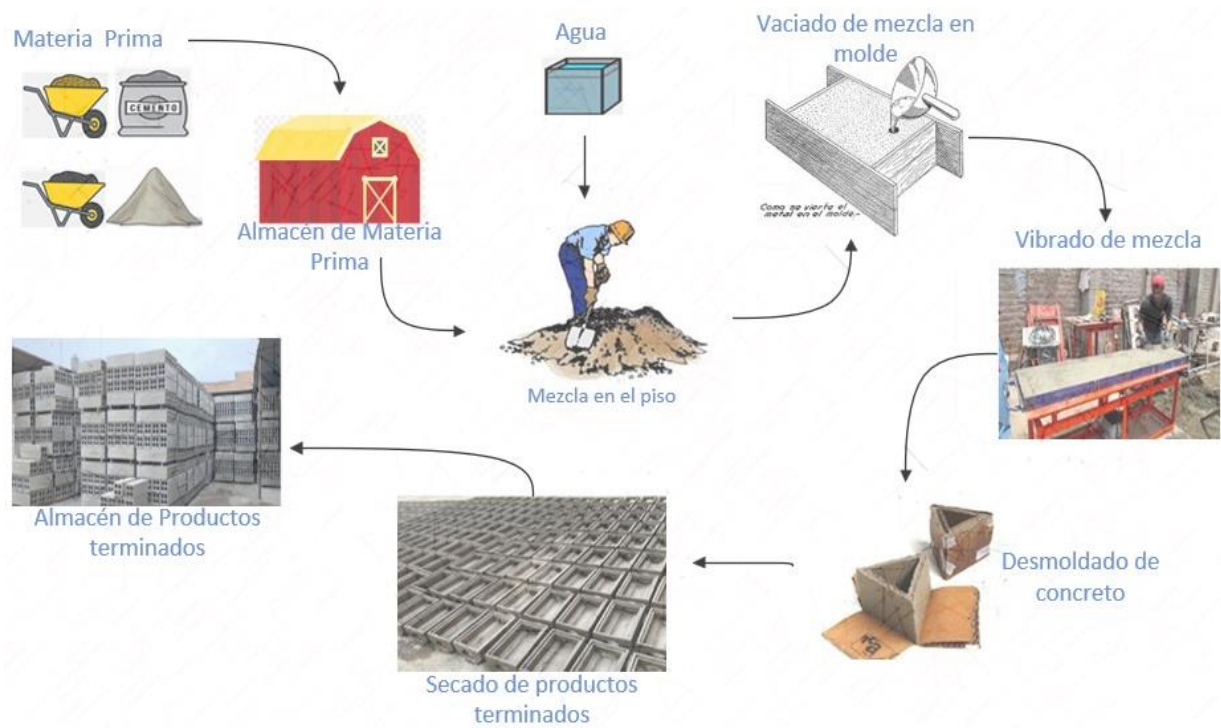
- Desmoldado

Los moldes dentro de COVIPRE son en base de madera, el cual es un material que hace que se mantenga la forma del producto. Cabe recalcar que la madera no es el único tipo de material en molde que se utiliza en el mercado, también existe el acero, claro que este puede presentar corrosión y se debe tener mayor cuidado. En este proceso, se lleve el molde de la mesa de vibrado hasta el almacén para el secado de los productos.

- Secado

El último proceso de la producción de prefabricados de concreto es el secado, tiene una duración de 24 horas en caso de que el producto no requiere pasar por un proceso de curado. Después del desmoldeado se llevan los productos hacia el almacén para iniciar el proceso de secado. Este proceso es importante debido a que se realiza una evaluación de calidad a la producción final para corroborar que no exista ninguna fisura y que cumpla con las dimensiones requeridas por el cliente. En caso sea necesario pasar por un proceso de secado se sumergirán los productos en un pozo de agua por un promedio de tres días para un mejor comportamiento y resistencia de la materia prima y concreto.





**Figura 12**

*Proceso de Fabricación de Productos de Alta Demanda – COVIPRE*

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE

### 2.1.8. Matriz SIPOC

Se realizó una matriz SIPOC para el entendimiento de los proveedores, ingresos, procesos, salidas y clientes finales de los productos de alta demanda de COVIPRE.

**Tabla 7***Matriz SIPOC del proceso de producción COVIPRE*

S (Proveedor)	I (Entradas)	P (Procesos)	O (Salidas)	C (Clientes)
Cantera Christopher	Arena Gruesa (80kg) Arena Fina (15kg) Confitio (40kg)	Mezclado Vaciado en el molde Vibrado Desmoldeado Secado	Caja de registro de desagüe Cercos perimétricos Tapa Buzón Bloques tipo michi Ductos para cableado eléctrico y telefónico	Sedapal Líder: Grupo constructor SR Sevilla Development Huarcaya: Construcción / Ingeniería Grupo OAS Fugusa A&A Edificaciones SAC
Cemento Sol	Cemento (42Kg)			
Aceros Arequipa	Fierro			
Hilton Maderas Grupo SAC	Moldes (Madera)			
EDIPEA	Máquina de Vibrado (aprox. 10 segundos)			
Sedapal	Agua (40L)			
Enel	Electricidad			

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

La matriz SIPOC muestra las entradas y salidas del proceso de producción de prefabricados de concreto de alta demanda. Como se puede apreciar en la tabla 7, se necesitará para el inicio de operaciones 80kg de agregados grueso 15 kg de arena fina, 40 kg de confitio, 42 kg de cemento, moldes, máquina de vibrado, 40L de agua, electricidad. Po lo que se necesitará que nuestros proveedores cuenten con los estándares de calidad requeridos utilizando un proceso de homologación. Los procesos que se realizan son

mezclado, vaciado, vibrado, desmoldado, secado. Siendo el mezclado el proceso fundamental para la durabilidad del producto final. De esta forma, se obtendrán productos como cajas registro, cercos perimétricos, tapas buzón, bloques tipo michi y ductos para cableado eléctrico. Como principales proveedores la empresa tiene a SEDAPAL, cemento sol, aceros Arequipa, Hilton Moderas Grupo S.A.C y la cantera para los agregados. En cuanto a sus clientes, los que requieren mayores pedidos son SEDAPAL y el Grupo OAS.

#### 2.1.9. DAP

Diagrama analítico de operaciones se encuentra en el [anexo 4](#)

#### 2.2. Identificación del Problema

La empresa de concreto prefabricado COVIPRE, presenta carencias en operaciones, comercial y finanzas. La relación entre las áreas de la compañía no ha permitido que se haga un seguimiento constante al crecimiento productivo. La ineficiente gestión de los recursos ha dejado de lado el control de la productividad y el manejo adecuado de la gestión humana. Por ello, se ha realizado una reunión con las personas involucradas en el proceso de producción: operadores y administrativos. La cual nos permitió establecer una data con los problemas más recurrentes, la data se muestra en el [Anexo 5](#). Tras el análisis se realizó un depurado con los problemas principales de la empresa como se mencionan en la tabla. Cada problema mencionado tiene una ficha técnica que muestra la descripción del problema, las fichas se encuentran en partir del [Anexo 6](#).

**Tabla 8***Identificación del problema*

IDENTIFICACION DE PROBLEMA	
ITEM	PROBLEMA
P1	INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS ( <a href="#">Anexo 6</a> )
P2	<b>MERMAS Y DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA</b> ( <a href="#">Anexo 7</a> )
P3	PERSONAL NO CAPACITADO ( <a href="#">Anexo 8</a> )
P4	ROMPIMIENTO DE STOCK DE INVENTARIO ESTÁNDAR ( <a href="#">Anexo 9</a> )
P5	DEFICIENTE SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN ( <a href="#">Anexo 10</a> )
P6	PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO DE PREFABRICADOS A PROVINCIA ( <a href="#">Anexo 11</a> )
P7	SISTEMA DE INFORMACIÓN INEFICIENTE ( <a href="#">Anexo 12</a> )
P8	LIMITADA COMUNICACIÓN ENTRE COMERCIAL Y OPERACIONES ( <a href="#">Anexo 13</a> )
P9	INCUMPLIMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA ( <a href="#">Anexo 14</a> )
P10	LESIONES Y TENSIONES DE OPERARIOS ( <a href="#">Anexo 15</a> )
P11	DOSIFICACIÓN INADECUADA DE MP E INSUMOS ( <a href="#">Anexo 16</a> )
P12	ROTACIÓN DE PERSONAL ( <a href="#">Anexo 17</a> )
P13	CONGESTIÓN Y DEFICIENTE UTILIZACIÓN DE ESPACIO ( <a href="#">Anexo 18</a> )
P14	ROTURA DEL PRODUCTO POR INCOSISTENCIA ( <a href="#">Anexo 19</a> )
P15	DISTRACCIÓN DEL PERSONAL ( <a href="#">Anexo 20</a> )

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

Al finalizar con la depuración de problemas, se procede a priorizar las problemáticas identificadas y para ello se hizo uso de la matriz Vester, la cual se puede observar en el [Anexo 21](#); la ponderación de la matriz se realizó en base a criterios y análisis obtenido de los integrantes del grupo y colaboradores de la organización. Cabe destacar que la calificación de la matriz será establecida por la escala de Likert, la tabla se muestra en el [Anexo 22](#) La localización de los problemas se realizó en el cuadrante de Vester según sus categorías: pasivos, críticos, exógenos y activos.

La matriz de Vester será validada por una matriz de consistencia, en la cual se debe obtener un resultado mayor al 30%, en caso contrario se invalidará la matriz y se tendrá que elaborar nuevamente.

**Tabla 9***Tabla de consistencia*

TABLA DE CONSISTENCIA	
CELDAS VALORADAS	210
CELDAS VALORADAS CON 3	36
COEFICIENTE (%)	17.14%
<b>RESULTADO</b>	<b>Consistente</b>

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

Como evidencia la tabla 9 de consistencia el coeficiente es 17.14% por lo que se puede considerar como válida la Matriz de Vester.

**Tabla 10***Problemas clasificados en el cuadrante de Vester*

LOCALIZACIÓN DE PROBLEMAS EN EL CUADRANTE DE VESTER				
ITEM	PROBLEMA	X	Y	TIPO DE PROBLEMA
P1	INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS	12	8	PE
P2	MERMAS Y DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA	22	28	PC
P3	PERSONAL NO CAPACITADO	18	7	PE
P4	ROMPIMIENTO DE STOCK DE INVENTARIO ESTÁNDAR	7	17	PP
P5	DEFICIENTE SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN	18	17	PP
P6	PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO DE PREFABRICADOS A PROVINCIA	7	12	PE
P7	SISTEMA DE INFORMACIÓN INEFICIENTE	13	15	PP
P8	LIMITADA COMUNICACIÓN ENTRE COMERCIAL Y OPERACIONES	13	13	PE
P9	INCUMPLIMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA	9	31	PP
P10	LESIONES Y TENSIONES DE OPERARIOS	12	7	PE
P11	DOSIFICACIÓN INADECUADA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	12	12	PE
P12	ROTACIÓN DE PERSONAL	18	15	PP
P13	CONGESTIÓN Y DEFICIENTE UTILIZACIÓN DE ESPACIO	17	5	PE
P14	ROTURA DEL PRODUCTO POR INCOSISTENCIA	13	14	PE
P15	DISTRACCIÓN DEL PERSONAL	17	7	PE

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

Como resultado se obtuvo, que el problema crítico en el cuadrante de Vester son las mermas y desperdicios de materia prima e insumos, como se puede apreciar en el [Anexo 23](#). El problema identificado se debe a que la organización no cuenta con un presupuesto destinado a la compra de maquinaria, por lo que las mermas y desperdicios en sus procesos de producción representan pérdidas económicas elevadas, lo que le ha traído problemas en la calidad de sus productos; según el Gerente General de COVIPRE, no se han realizado estudios previos que permitan evaluar y erradicar problemas semejantes a este en la organización. Además, no se han considerado costos de calidad para prevención y evaluación.

Frente a esta problemática se realizará una investigación acerca del proceso de producción de concreto de los productos de Alta Demanda. Según la tabla 6: Ingreso por Venta de Productos de Alta Demanda, las cajas registro representaron un 62.73% del total con ingresos de S/.1,129,440. Sin embargo, se realizó un diagrama de bloques de los 5 productos con la finalidad de obtener resultados más exactos de las mermas y desperdicios generados. Los resultados obtenidos de todo el proceso de producción de los productos se pueden observar en la tabla 11.

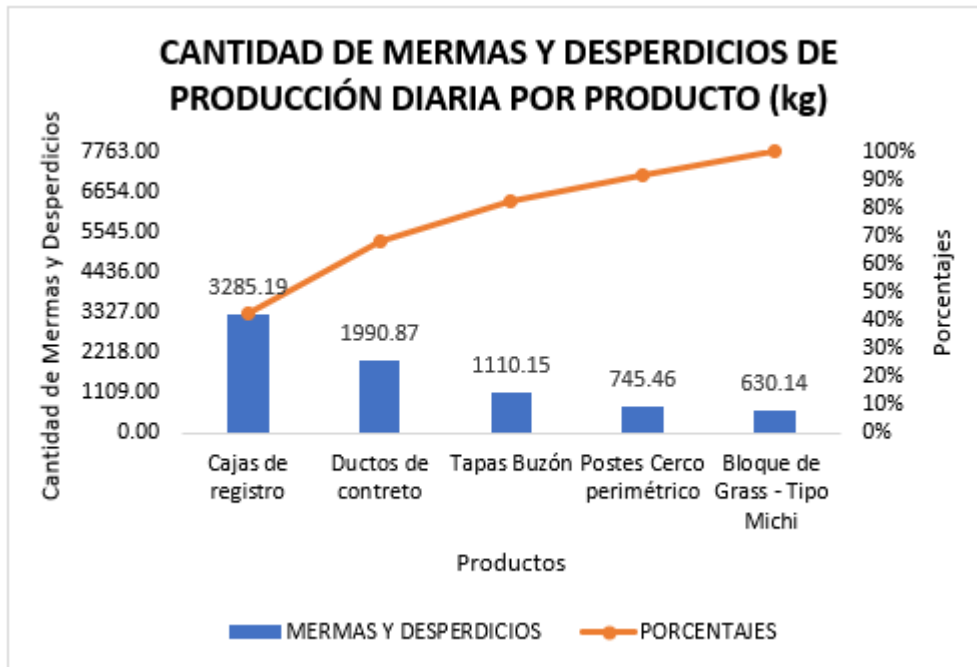
**Tabla 11**

*Cantidad de mermas y desperdicios en productos de alta demanda*

Productos	Producción diaria	Mermas totales (Kg)	Peso producto (Kg)
Cajas de registro	100	3285.19	217
Ductos de concreto	80	1990.87	60
Tapas Buzón	150	1110.15	120
Postes Cerco perimétrico	75	745.46	168

Bloque de Grass - Tipo Michi	1800	630.14	14.8
------------------------------	------	--------	------

Nota. Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)



**Figura 13**

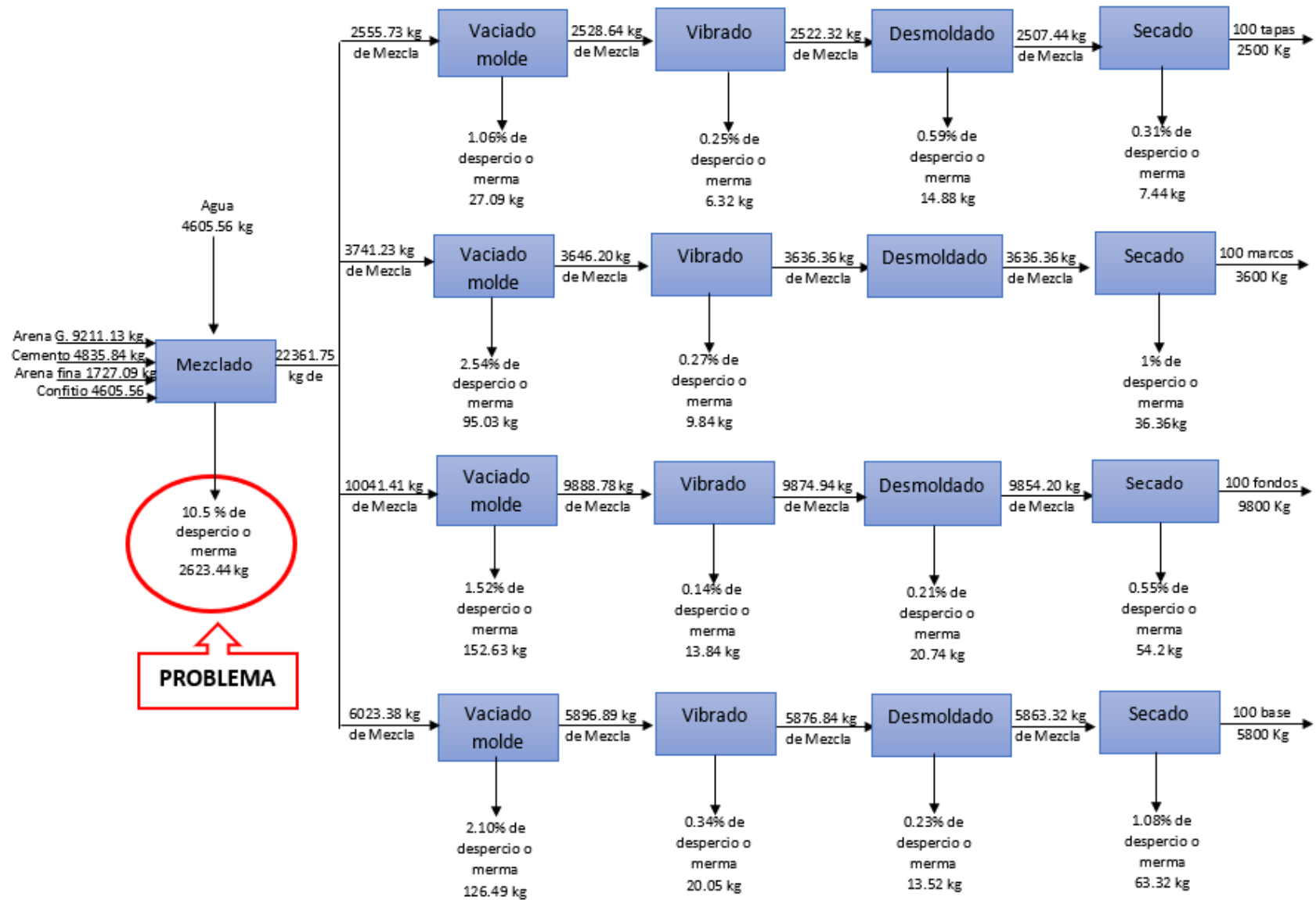
*Cantidad de mermas y desperdicios de producción diaria por producto de COVIPRE*

En la figura 13 se puede corroborar que las cajas de registro son los elementos prefabricados que tienen mayor cantidad de mermas y desperdicios en su proceso de producción con una pérdida de 3285.19 kg.

A partir de estos resultados se puede llegar a la conclusión, que, debido a su demanda diaria, la producción de cajas registro es la que genera mayores pérdidas económicas, por lo que se realizará un seguimiento a sus procesos de mezclado, vaciado, vibrado, desmoldado y secado para identificar cuál de ellos es el que representa el cuello de botella en el proceso productivo. Para ello se analizó el diagrama de bloques de cajas registro con

sus ingresos de materia prima y salidas de la misma al igual que los insumos cada uno de sus procesos.





**Figura 14**

*Diagrama de bloques del proceso de producción de cajas registro de desagüe*

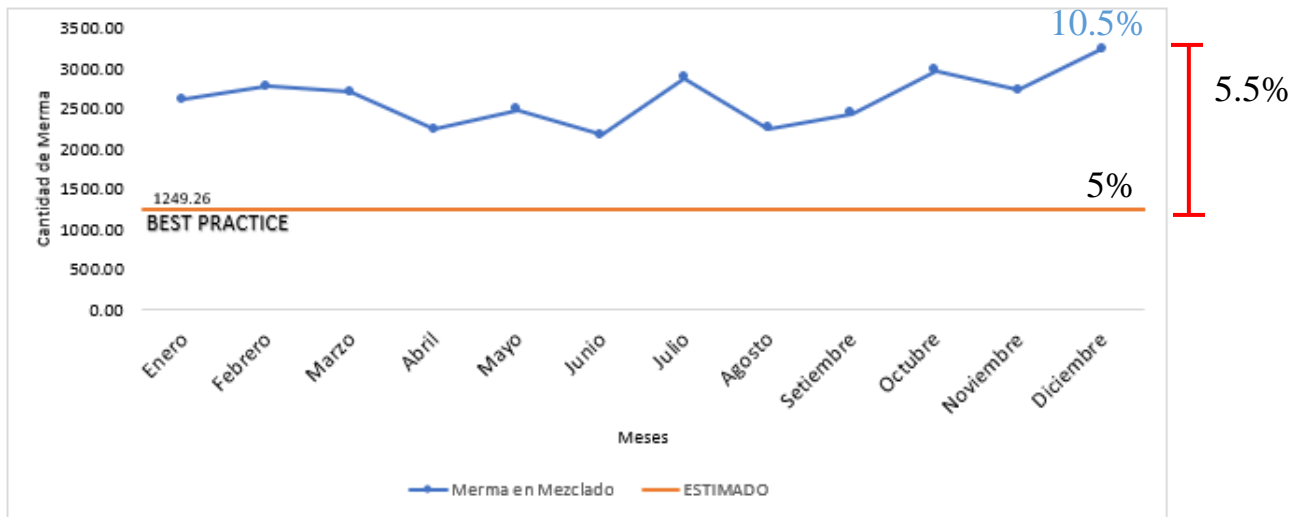
*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

Como se evidencia en la figura 14, el proceso de mezclado es el que genera mayor cantidad de mermas con un total de 2623.44 kg representando el 10.5% de la cantidad de mermas en producción de cajas registro diariamente. Esto se debe al trabajo artesanal de los operarios [Anexo 24](#)

#### 2.2.1. Brecha técnica

Como se puede evidenciar en la figura 15, el índice de mermas promedio en el proceso de mezclado es 10.5% durante el 2019. Asimismo, según el libro de Costos y Presupuesto en Edificación (Ramos, 2019), el índice de mermas en la industria de prefabricados de concreto en el proceso de mezclado es en promedio 5%. Por otro lado, según la tesis titulada Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto “Tottus Guipor”, realizada por Percca Ragas en el 2015, el índice de mermas en las áreas producción de prefabricados no deben sobrepasar el 4.5%. Esto indica que en comparación a otras empresas que realizan producción de prefabricados COVIPRE tiene una alta tasa de mermas debido al proceso productivo artesanal.

En la figura 15, se observa una variación porcentual entre el mes de noviembre y diciembre del 2019, por lo que el incremento de demanda de cajas registro va en aumento, de esta manera se puede concluir que hay una brecha técnica del 5.5% entre el porcentaje permitido de clase mundial y 10,5% en promedio del año 2019 en el proceso de mezclado de cajas registro en COVIPRE.



**Figura 15**

*Comportamiento de merma 2019 en proceso de mezclado (kg)*

### 2.2.2. Impacto económico

Se tomará en cuenta los costos incurridos en pérdida de materia prima e insumos y mano de obra en proceso de mezclado. Como parte del impacto económico de la presente propuesta se tiene: Costos incurridos en materia prima e insumos y costos de mano de obra.

#### 2.1.2.1. Análisis de los costos de materia prima e insumos

En el proceso de mezclado se utilizan cemento, arena gruesa, arena fina, confitio, agua, como parte de los elementos de ingreso para la producción del concreto. Las cantidades que se utilizan para obtener los 400 elementos que forman 100 cajas de registro se puede observar en la tabla 12 con su respectivo costo. Asimismo, en el [Anexo 25](#) se puede evidenciar el cálculo del costo unitario para la producción de una caja registro (tapa, marco, fondo, base). Siendo un total de S/.47.20 sin incluir mano de obra, para obtener el precio de la caja se obtuvo un 30% como margen de ganancia y 18% de IGV.

**Tabla 12***Costo de materia prima e insumo de producción diaria.*

CANTIDAD TOTAL DE MP	Kilogramos (Kg)	Soles /Kg	Costo MP
cemento	4835.84	S/ 0.45	S/ 2,176.13
arena gruesa	9211.13	S/ 0.16	S/ 1,473.78
arena fina	1727.09	S/ 0.22	S/ 379.96
confitio	4605.56	S/ 0.18	S/ 829.00
agua	4605.56	S/ 0.13	S/ 575.70
cantidad total de MP	24985.19		S/ 5,434.57

*Nota.* Adaptado de compras de materia prima – COVIPRE

En la tabla 12 se puede evidenciar la cantidad de kilogramos que ingresa al área de mezclado para la elaboración de 100 cajas registro. Obteniendo un costo total por día de S/ 5,434.57 en materia prima e insumo. Sin embargo, el proceso de mezclado al no ser un proceso automatizado o contar con maquinaria para la producción de concreto, tiene pérdidas relevantes consideradas como merma. En el análisis en base al diagrama de bloques se evidenció que las mermas en el proceso de mezclado son de 10.5% diariamente, sin embargo, en comparación con la “best practice” la cantidad de merma permitida en toda empresa de prefabricados de concreto en el proceso de mezclado es de 5%; por lo que para el análisis del impacto económico se considerará un 5.5% de merma. En la tabla 13 se presentan las cantidades de mermadas según la materia prima utilizada.

**Tabla 13***Cantidad de merma en el área de mezclado por materia prima e insumo.*

Materia Prima	Merma (Kg)
Cemento	268.52
Arena gruesa	505.45
Arena fina	94.77

Confitio	252.72
Agua	252.72
<hr/>	
Total	1374.19

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

El cálculo de la merma en kilogramos según materia prima e insumo se realizó en base a los porcentajes de materiales que se utilizan para una operación. De esa manera se pudo dividir la cantidad de materiales mermados en el proceso de mezclado, obteniendo un resultado de 1374.19 Kg de merma. Para costear dicha cantidad se procedió a utilizar los costos por kilogramo de materia prima.

#### **Tabla 14**

*Costo de Merma de Materia prima e insumo de COVIPRE*

Materia Prima	Costo (S/.)	Merma Mezclado (Kg)	Costo de Merma (S/.)
Cemento	0.45	268.52	120.83
Arena gruesa	0.16	505.45	80.87
Arena fina	0.22	94.77	20.85
Confitio	0.18	252.72	45.49
Agua	0.13	252.72	31.59
<hr/>			
Total		1,374	299.64

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

Los costos de la merma según la tabla 14 son de S/. 299.64 diariamente, por lo que podemos concluir de que las pérdidas económicas en el área de mezclado son considerables para seguir con la investigación. Asimismo, se pueden evidenciar los datos referentes a los sueldos, días de trabajo y horas extras en el [Anexo 26](#). La cantidad de días trabajados por año son 156 por lo que la pérdida anual por mermas en el proceso de mezclado es de 214,373 kg que monetizado representa una cantidad S/.46,743.14

### 2.1.2.2. Análisis de los costos de mano de obra

En cuanto a la mano de obra, el área de mezclado de COVIPRE para la elaboración de cajas de registro trabaja con 3 operarios. Por lo que se considera su influencia en el proceso de producción, y por ende en la cantidad mermada. No se incurre en costos indirectos de producción. Después de haber obtenido pérdidas de S/.46,743.14 en materia prima, se procede a obtener el costo de mano de obra influyente en la merma. El costo por hora – hombre considerando las horas extras es de S/.5.90, por lo que el sobre costo por mano de obra anual es de S/. 1412.44.

**Tabla 15**

*Costos de Merma de mano de obra - COVIPRE*

DATOS	
Operarios	3
Días trabajados/Mes	13
Días trabajados/Año	156
hora/Dia	8
hora/Mes	104
hora/Año	1238
Hora extra/Dia	1.3

COSTO MERMA POR MANO DE OBRA		
Costo/Hora	S/	0.97
Costo/Dia	S/	9.05
Costo/Mes	S/	117.70
Costo/Año	S/	1,412.44

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

### 2.1.2.3. Impacto sobre el costo de producción

Los costos de producción anuales para la fabricación de cajas registro tomando en cuenta la mano de obra, la materia prima e incluyendo las horas extras de producción es de S/.873,473.12; el sobrecosto generado por mermas representa una cantidad de S/.48,155.58. Por lo que el impacto económico del sobrecosto para la elaboración de cajas registro en el proceso de mezclado es de 5.51%

**Tabla 16**

*Estado de fabricación del área de Mezclado*

<b>ESTADO DE FABRICACIÓN DEL ÁREA DE MEZCLADO - 2019</b>		
Inventario Inicial de MP	S/	-
Compra de Materia Prima	S/	757,983.88
Materia Prima Disponible	S/	757,983.88
Inventario Final de MP	S/	-
Materia Prima Utilizada	S/	757,983.88
Mano de Obra Directa	S/	25,680.72
Costos Indirectos de Fabricación	S/	89,808.52
<b>Costos de producción</b>	<b>S/</b>	<b>873,473.12</b>

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

**Tabla 17**

*Costo total de merma en el proceso de mezclado*

<b>Costo de Merma en Proceso I (Mezclado)</b>	
15600 unidades (Respecto a material directo 100%) (Respecto a mano de obra directa 50%) (Respecto a gastos de fabricación 100%)	
Material Directo	41815.03223
Mano de Obra directa	1412.439281
Gastos de Fabricación	4928.112225
<b>TOTAL</b>	<b>48155.58374</b>

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

### 2.3. Análisis de las causas

De acuerdo con el punto 2.2 el problema identificado es la cantidad de mermas en proceso de mezclado para la elaboración de cajas registro. En ese sentido, para solucionar el problema es necesario identificar cuáles son los factores críticos que lo ocasionan. Para realizar la identificación se debe tener en cuenta las variables que intervienen en el proceso en estudio como: mano de obra, materiales, procedimiento. Las técnicas utilizadas se desarrollarán en base información solicitada del personal de la organización, diagrama de análisis de procesos ([Anexo 27](#)), diagrama de carriles ([Anexo 28](#)), técnica de observación. Una vez identificas las actividades críticas que inciden directamente en los motivos causantes de la merma. Cuya descripción de efectos se presenta en la tabla 18. Por ello y a efectos de identificarlos, se desarrolla la técnica de interrogatorio sistemático con el fin de ahondar en los motivos y con ellos reducir el porcentaje de merma.

**Tabla 18**

*Técnica de interrogatorio sistemático del proceso de mezclado para la elaboración de cajas registro.*

Aspecto	Pregunta preliminar	Respuestas PRELIMINAR	Pregunta de fondo	Respuestas FONDO
	¿Qué se hace en realidad?	Colocar la arena gruesa y fina en el piso sin un área delimitada, colocar la bolsa de cemento encima de la arena, romper la bolsa con la palana y vaciar el cemento. Cambiar de pala, combinar materiales girando alrededor de la mezcla. Rotar operario debido al cansancio. Agregar agua, esperar hidratación, verificar color de mezcla, agregar confitio, combinar cambiando de lugar la mezcla. Agregar agua según el punto de vista del operario para mayor fluidez de concreto.	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Cuantificar la cantidad de materia prima a utilizar en la operación, Documentar la calidad y cantidad de materia prima, estandarizar las actividades, capacitar a los operarios, utilizar trompos o maquinaria de mezclado. Delimitar el área de trabajo.

### Propósito



	<p>Se debe realizar el procedimiento debido a que no existe un instructivo de dosificación y secuencia de operaciones.</p> <p>Además, se necesita consistencia en la mezcla y hasta no obtenerla no se puede pasar al siguiente procedimiento</p>	<p>¿Qué debería llevarse a cabo?</p>	<p>Los operarios deberían realizar una documentación sobre los avances del día para los evaluar los procedimientos más eficientes.</p>
<b>Lugar</b>	<p>La mezcla se realiza en el piso dentro de la planta de producción, exactamente a 35 m del almacén y a 6 m pies al área de vaciado en molde, El área no se encuentra delimitada, la circunferencia que se forma con las materias primas para realizar el mezclado es de diámetro inexacto.</p>	<p>¿En qué otro lugar podría hacerse?</p>	<p>Debería realizarse en el área de la primera línea de producción u ocupar el espacio de hasta 2 líneas de producción. El mezclado debería máximo a 10m del almacén para evitar riesgos y congestión en transporte.</p>
	<p>Se realiza al final de todas las líneas de producción, se encuentra allí debido a que la capacidad de producción de cajas registro es elevada, por lo que el área de mezclado requiere más espacio.</p>	<p>¿Dónde debería realizarse?</p>	<p>Se debería acoplar un lugar cercano al almacén, además reduciría el traslado de mangueras debido a la cercanía de los grifos.</p>
<b>Sucesión</b>	<p>El proceso de mezclado es el primero en realizarse, y se realiza cuando la materia prima requerida por día ha sido ubicada en el almacén. Ahí es cuando los operarios se dirigen al almacén para trasladar la materia prima hasta el lugar de la mezcla. Seguidamente del mezclado se procede al vaciado.</p>	<p>¿Cuándo podría realizarse?</p>	<p>Cuando la materia prima haya sido correctamente pesada en balanzas. Se supervise la calidad y se tengan las carretillas instaladas correctamente para el traslado.</p>
	<p>Porque diariamente se realizan los pedidos a proveedores y se transporta esta materia prima a la planta. La mezcla debe ser lo primero que debe hacerse, ya que es el inicio del proceso de elaboración.</p>	<p>¿Cuándo debería hacerse?</p>	<p>Cuando se realizado un control de calidad, el supervisor haya identificado que los operarios lleven sus EPPs y el área de mezclado se encuentre organizada.</p>
<b>Persona</b>	<p>Lo realizan tres operarios, se dirigen al almacén donde se descargada la materia prima, cargan los materiales a las carretillas para luego trasportarlos al área de mezclado.</p>	<p>¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?</p>	<p>Podría haber un encargado de supervisar los trabajos, la empresa carece de personal capacitado y la rotación en la misma es excesiva. Por lo que se debería contratar personal con experiencia y con la voluntad de realizar el trabajo requerido.</p>
	<p>Conocen algunas técnicas de mezclado y alguno de ellos ha trabajado en empresas con procesos similares.</p>	<p>¿Quién debería hacerlo?</p>	<p>Deberían realizarlo los operarios con ayuda de maquinaria y e instructivos estandarizados.</p>

¿Cómo se hace?	se	<p>La verificación se realiza de forma visual, el transporte se realiza con apoyo de carretillas o buggies, se utilizan palanas para el proceso de mezclado, cubetas para medir la cantidad de materia entrante y para el traslado del concreto al siguiente proceso.</p>	<p>¿De qué otra forma podría realizarse?</p> <p>Debería pasar por un área de pesado, un personal debería tener las cantidades listas para el traslado. Las herramientas deben ser designadas según la especialización del operario y su rendimiento en la actividad.</p>
----------------	----	---	--

## Medios

¿Por qué se hace de ese modo?	se	<p>Porque no se cuenta con balanzas para medir las cantidades, las carretillas permiten llevar las cantidades necesarias hasta el área de mezclado, no se cuenta con un trompo ni faja transportadora de concreto al siguiente proceso.</p>	<p>¿Cómo debería realizarse?</p> <p>Se deberían pesar la cantidad en una balanza con recipientes para que la materia prima no se esparza, posterior a ello se llevaría al tambor para la mezcla a lo cual se le agregaría agua, según se vaya realizando la mezcla, se debería realizar mediante una faja transportadora adherida al tambor.</p>
-------------------------------	----	---	--

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

De la herramienta aplicada y análisis de las actividades para la producción de concreto, se obtuvo los siguientes resultados que representan los motivos principales de merma en el proceso de mezclado, donde se evidenció lo siguiente:

- Los traslados de la materia prima para la elaboración de una caja registro se realiza de dos a tres veces, se lleva el 50% del material necesario para el inicio de la operación y lo restante según lo requiera la mezcla.
- La producción de cajas registro se encuentra al final de todas líneas de producción de la empresa, por lo que se genera un congestionamiento de personal y reducido espacio de trabajo.
- El 100% de los operarios no siguen una secuencia de actividades, ni documentan los avances o limitaciones diarias que sirvan para estandarizar el proceso.
- La secuencia incorrecta de tarea y los movimientos y esfuerzos innecesarios de los operarios impactan en el método de trabajo.

Los factores críticos identificados por la técnica de interrogatorio sistemático tienen un impacto en la empresa. Bajo ese escenario, la presente investigación, a través de herramientas de mejora, busca reducir la mayor cantidad posible de dichos costos directos e indirectos, según sea el caso, y convertirlos en ahorros para la empresa. A continuación, se explicará el comportamiento de las causas en el proceso productivo a través de indicadores, así como su impacto financiero de las mismas.

### 2.3.1. Inapropiado método de trabajo

El primer factor crítico que provoca la cantidad de mermas en el proceso de mezclado es el método de trabajo que utilizan los empleados para ejecutar las tareas. Según los resultados obtenidos, el 100% de los trabajadores realiza las actividades según el nivel de experiencia laboral, para lo cual se evidencia que no se muestra un método estándar de trabajo que esté documentado ni la distribución del mismo puesto.

Según Benjamín y Andris (2018), En la producción de productos se debe estudiar todos los procesos ya sean productivos y no productivos con el fin de que se brinde un análisis el cual nos brinde como resultados que los procesos optimicen su productividad con respecto al tiempo de igual forma para mantener una calidad permanente. Este análisis de métodos se utiliza como input para desarrollar un método de trabajo estándar, ya que elimina procedimientos que no aportan valor a tu proceso de producción. Por lo tanto, la empresa puede tener en cuenta un aumento en la producción y así minimizar los costos unitarios, de igual forma garantizar la calidad y disminuir el personal que no aporta al proceso.

Para conocer el procedimiento actual del mezclado para cajas registro se realizó un análisis al diagrama de equipo, para evaluar las tareas realizadas por los operarios en el

área de mezclado, el diagrama se puede observar en el [Anexo 29](#). Asimismo, se realizó un mapeo del proceso en base al diagrama de carriles ([Anexo 28](#)), se pudo identificar las actividades que realiza cada uno de los operarios durante un día laboral, seguidamente se diagramó el procedimiento de operaciones para evaluar las actividades críticas que pueden causar problemas ergonómicos en los operarios. Los resultados demuestran que hay un incorrecto método de trabajo debido a que los operarios no tienen una secuencia adecuada y la coordinación para realizar las operaciones. Solo se basan en la experiencia y la guía de una persona del equipo. En cuanto a la identificación de actividades críticas se observó que las posturas, la carga, el transporte de materia prima y los movimientos repetitivos son los que generan la disminución del rendimiento productivo del operario.

Basando nuestro análisis en la literatura, Corentin Le Hesran, Anne-Laure Ladier, Valerie Botta-Genoulaz, Valerie Laforest (2020) menciona que el método de trabajo se ve afectado por dos factores fundamentales la secuenciación de tareas y el cansancio o inhabilitación del operario por exceso de movimiento repetitivos o esfuerzos de carga. Además, Jennifer y demás autores mencionan que el 28.5% del personal se retira de una empresa anualmente por problemas ergonómicos y que la mayoría sufre problemas de columna o dolores musculares a futuro. Esto se debe que al no estar estandarizadas las operaciones del proceso los operarios realizarán las tareas según el tiempo de pedidos.

#### 2.3.1.1.Documentación de trabajo no actualizada.

Según lo mencionado por Corentin Le Hesran, Anne-Laure Ladier, Valerie Botta-Genoulaz, Valerie Laforest (2020), el estudio de secuencia incorrecta de tareas representa un 48% del proceso de estandarización de operaciones, generando un impacto resaltante en las empresas que desean realizar mejoras en el método de trabajo. En el proceso de

mezclado para cajas registro en COVIPRE, este impacto se debe a que las operaciones no se realizan de forma secuencial y los operarios no documentan lo avancen diarios. De acuerdo con el análisis realizado a través del diagrama de carriles ([Anexo 28](#)) se identificó que los operarios no siguen instructivos, ni tareas que sean registradas al final del día para monitorear los avances, calidad de materia prima, inconvenientes. Esta documentación servirá para realizar una evaluación sobre el método de trabajo, identificar el cuello de botella y evitar de esta manera sobrecostos en mano de obra y materia prima.

Rahul S. Mor, Arvind Bhardwaj, Sarbjit Singh, Anish Sachdeva (2019), mencionan que la base del buen funcionamiento de un proceso es la documentación. Los documentos proporcionan mayor flexibilidad del proceso y permitirán la eliminación de desechos, por lo tanto, ganancias significativas de productividad. Las empresas que han estandarizado sus procesos utilizando, documentando los avances de producción y estandarizando los tiempos de las actividades han tenido una reducción en desperdicios hasta en un 42%, lo que ha permitido a la empresa reducir costos y seguir trabajar en un constante monitoreo de su personal, materiales y procedimientos con la finalidad de seguir eliminar sus desperdicios.

#### 2.3.1.2. Personal no capacitado

La empresa COVIPRE carece de programas de capacitación para el personal, los operarios mencionan que no cuentan con un proceso inductivo, y por ello la mayoría que ingresa sin ninguna capacitación se enfoca en su experiencia o necesidad de aprender, cabe destacar que los operarios realizan de manera incorrecta sus labores en un principio, ya que llegan a la empresa adecuados a otro ritmo de trabajo y otro tipo de forma de realizarlos, lo cual hace indicar que emplean un método incorrecto. Por ello es complicado estandarizar si

en principio los trabajadores no son capacitados con los métodos ya establecidos en la empresa. El método en el cual deben aprender los operarios es en la práctica y mediante algunos registros de avances de modo que se pueda evaluar su mejora en la producción de los productos.

Según Según Benjamín W. Niebel y Andris Freivalds 2018, la fuerza laboral en una empresa es uno de los recursos principales. Sin trabajadores capacitados, la calidad del producto sería deficiente, la productividad global más baja, y las tasas de producción serían menores. Las empresas del sector construcción que invierten en capacitación reducen un 37% de costos. Esto se pudo demostrar a través de un estudio que relevó que un aumento de del 10% en el desarrollo de los colaboradores logró un aumento del 8.6% en la productividad de la empresa. Por ello, se debería tomar acciones correctivas para mejorar el método de trabajo y evitar que los trabajadores no sean de elevada exigencia física y esfuerzos innecesarios que pueden dañar la salud del operario.

#### 2.3.1.3. Rotación de personal.

Los analistas de métodos deben proporcionar condiciones de trabajo que sean buenas, seguras y cómodas para el operador. Esto repercute a que se reduzcan problemas como el ausentismo en el puesto de trabajo, la rotación de personal, la motivación en los trabajadores para desempeñar mejor su labor. Desde una vista económica es considerable que se retorne la inversión de manera significativa teniendo condiciones de trabajo ideales. (Benjamín W. Niebel y Andris Freivalds, 2018)

Según Amy Espinozas, Estefanía Rojass, José Rojass and Carlos Raymundo (2019), la rotación de personal de personal representa un 20% anual de los costos totales, y como

consecuencia ocasiona cambios de puesto e ingreso de operarios inexperimentados. Esto implica que la preparación de mezcla sea producida por un operario diferente al habitual que realiza el trabajo. Es considerable tener operarios preparados en el puesto de trabajo. Sin embargo, los trabajadores menos calificados pueden desempeñarse en un área para luego especializarse en una operación. Según los autores, ellos indican que es más sencillo estandarizar los métodos de mezclado cuando la responsabilidad de la preparación de mezcla recae en un solo individuo. La producción se vuelve continua cuando se anticipa la siguiente operación dentro del área, lo cual lo puede desarrollar un operario que se encuentra trabajando en la tarea actual.

A continuación, se mostrarán los datos de los cambios continuos de puesto durante el año 2019 en la empresa COVIPRE.

**Tabla 19**

*Indicador de rotación de personal en el área de mezclado de COVIPRE*

Mes	Iniciaron	Ingresaron	Finalizaron	Salieron	Indicador de rotación
Enero	3	11	9	5	83.33%
Febrero	9	0	5	4	57.14%
Marzo	5	7	8	4	61.54%
Abril	8	2	7	3	40.00%
Mayo	7	1	6	2	30.77%
Junio	6	6	7	5	76.92%
Julio	7	7	10	4	47.06%
Agosto	10	2	9	3	31.58%
Setiembre	9	1	7	3	37.50%
Octubre	7	2	5	4	66.67%
Noviembre	5	7	9	3	42.86%
Diciembre	9	0	3	4	66.67%
Total	85		85	44	53.50%

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE – Planillas de mano de obra

#### 2.3.1.4. Falta de planificación en materia ergonómica

El análisis ergonómico que se presenta en esta investigación se basa en principio en el mapeo del proceso a través del Diagrama de Carriles ([Anexo 28](#)). Luego se procedió a diagramar las operaciones ([Anexo 30](#)), e identificar las actividades que presentan mayor riesgo ergonómico debido a los movimientos repetitivos y esfuerzos de carga. Los resultados se enfocaron en la actividad de mezcla de insumos y materia prima, traslado de materia prima al área de mezclado, carga de concreto en recipientes y traslado al área de vaciado. La evaluación de carga física se realizó a través de los métodos de RULA, OWAS Y REBA utilizando el Software de Ergonautas perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia.

- **Mezcla de Insumos y Materia Prima:** Esta actividad nos muestra el constante movimiento en el que se encuentran los 3 miembros de la organización encargados del área de mezclado, se puede ver más en el [Anexo 31](#), con el fin de mezclar la materia prima para obtener el concreto. La operación se realiza en el piso, por lo que los operarios no presentan una posición ergonómica correcta, lo cual pueden generar problemas lumbares, lesiones, tensiones musculares. Debido a ello se decidió realizar en análisis utilizando el método OWAS para la evaluación de la carga postural, para calificar el nivel de riesgo se utilizó una matriz que representa el porcentaje de gravedad de la postura.



**Tabla 20***Indicador de rotación de personal en el área de mezclado de COVIPRE*

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	4	1	4	2
Postura	Espalda doblada con giro	Los dos brazos bajos	Sobre rodillas flexionadas	Entre 10Kg y 20Kg

*Nota.* Adaptado de Ergonautas - UPV

Para obtener los resultados de la evaluación ergonómica se describieron las tareas realizadas por el operario, el tipo de movimiento, tiempo, y acciones repetitivas. Asimismo, se anexo al software las fotos de las actividades críticas. Los resultados obtenidos en el informe presentado por Ergonautas fueron los siguientes: la espalda tiene una puntuación de 4, lo que hace implica alto riesgo de sufrir problemas lumbares a corto plazo o instantáneamente. La columna puede verse afectada debido a la cantidad de peso. En cuando a los brazos, la puntuación es 1, eso quiere decir que el riesgo es mínimo debido a que los operarios no mantienes los brazos abajo cuando realizan la operación. Las piernas se ven afectadas por la reflexión de las rodillas, por lo que se tiene una puntuación de 4 considerando a esta postura como una de las más riesgosas. Por último, la carga de material para la mezcla y el movimiento tiene un riesgo medio con una puntuación de 2.

**Tabla 21***Matriz de riesgos de postura inadecuada de la operación de mezclado*

Nivel de Riesgo	Porcentaje de posturas
1	0%
2	0%
3	0%
4	100%

*Nota.* Adaptado de Ergonautas - UPV

El nivel de riesgo 4 nos indica que la carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo - esquelético. Si bien, OWAS identificó posturas forzadas de diferentes segmentos corporales (espalda, brazos, piernas), no permite diferenciar los niveles de riesgo en función al grado de flexión/extensión de diferentes segmentos corporales por que se complementó la evaluación utilizando el método RULA. Este método nos permite evaluar el lado derecho e izquierdo del operario. Por lo que los resultados se presentan de la evaluación de ambos lados obteniendo una puntuación de 7 según la tabla 22. Este puntaje nos indica que es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo debido a que los movimientos son repetitivos exigen en exceso la flexión de las extremidades.

**Tabla 22**

*Nivel de puntuación obtenido por la evaluación del método RULA*



*Nota.* Adaptado de Ergonautas - UPV

- Traslado de Materia Prima al área de mezclado: Los operarios van al almacén a verificar y trasladar las cantidades necesarias para el inicio de la operación. La carga es elevada, por lo que todo el personal de área realiza el trabajo. Para el traslado no se utiliza ningún implemente de seguridad y no se protocolos para evitar problemas ergonómicos. Los operarios pueden presentar lesiones musculares en la espalda y brazos. La postura es encorvada y para cargar el material a los buggies se realizan movimientos repetitivos con flexiones de rodilla. Las figuras de los operarios realizando el trabajo mencionado se pueden observar en el Anexo 30. La

evaluación ergonómica que se realizó ante estas posturas es la de OWAS. La postura con más riesgo se detalla a continuación:

**Tabla 23**

*Evaluación ergonómica de traslado de materia prima por el método OWAS*

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
Código	2	1	4	3
Postura	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	Sobre rodillas flexionadas	>= 20Kg

Adaptado de Ergonautas – UPV

En la tabla 23 se muestran los resultados obtenidos del análisis ergonómico del traslado de materia prima. En donde se puede evidencia que existe una puntuación de 2 en la espalda debido a que el operario no se encorva en su totalidad, pero si genera esfuerzo al momento de levantar la carretilla. Los brazos tienen una puntuación de 1 porque no es necesario que se mantengan flexionados o bajo exigencia extrema. Las piernas presentan una puntuación 4 por la cantidad de peso que recae en las rodillas y la flexión para trasladar la carretilla hasta el área de mezclado. En cuando a la carga se considera riesgoso si es mayor a 20 kg, en este caso exceso si se excede el nivel promedio por lo que considera una puntuación de 3. Todo el análisis de posturas en el traslado de materia prima se categoriza por el nivel de riesgo en la tabla 24.

**Tabla 24**

*Matriz de riesgos de postura inadecuada de la operación de traslado de MP*

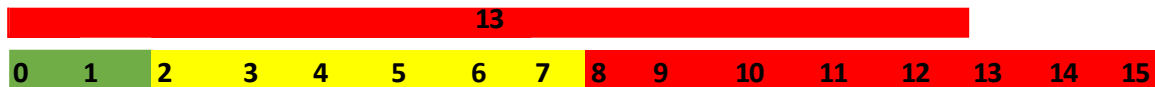
Nivel de Riesgo	Porcentaje de posturas
1	33.33%
2	33.33%
3	33.33%
4	0%

Nota. Adaptado de Ergonautas – UPV

- Llenado y traslado de recipientes al área de vaciado: Al término de la mezcla los operarios proceden a llenar sus cubetas y a llevar la mezcla al área de vaciado, esta actividad es crítica, por la cantidad de peso y la forma de traslado, las figuras de la actividad realizada se pueden observar en el [Anexo 31](#) Para realizar una evaluación exhaustiva de las extremidades superiores se utilizó el método REBA analizando por separado el lado derecho y el izquierdo del cuerpo, y tiene en cuenta las posturas forzadas del cuello. La puntuación de evaluación es 13, esto indica que es necesaria la actuación de inmediato, ya que el riesgo de lesiones es muy alto.

### Tabla 25

*Evaluación ergonómica de llevando y traslado de recipientes al proceso de vaciado por el método REBA*

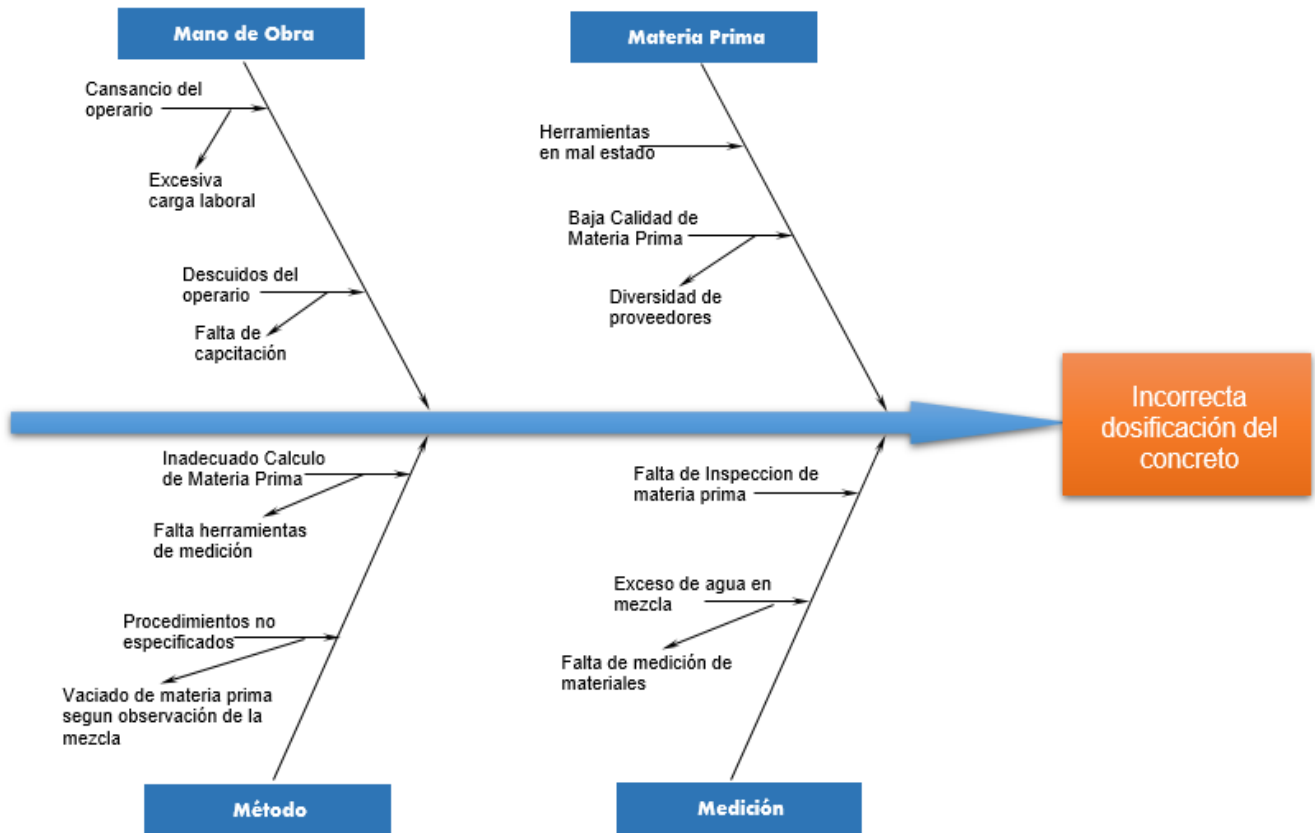


Nota. Adaptado de Ergonautas – UPV

#### 2.3.2. Incorrecta dosificación de materia prima e insumos

Dosificación es la proporción correspondiente de material que se debe utilizar para la producción de concreto prefabricado. Según, Jingke Hong, Geoffrey Qiping Shen, Zhengdao Li, Boyu Zhang, Wanqiu Zhang (2018), los costos incurridos por una incorrecta dosificación representan un 26% del costo total. Para el análisis de causas de este motivo se revisó la literatura y se elaboró un Diagrama de Ishikawa. La elaboración del Diagrama

de Ishikawa se basó en 4 categorías, Método, Materia Prima, Mano de Obra y Medición, ya que son las que más influyen en uno de los motivos centrales de la investigación, el cual es la incorrecta dosificación de materia prima e insumo. En la figura 16 se muestra el Diagrama Ishikawa.



**Figura 16**

*Diagrama Ishikawa de la incorrecta dosificación de materia prima e insumo.*

En la figura 16 se muestra causas basadas en la literatura y en la observación del proceso de mezclado. Dentro de las causas, se determinan 3 causas raíz que serán las principales; Estas son, Exceso de agua en la mezcla, Calculo incorrecto de materia prima y la fluctuación de calidad de las Materias prima. Según Simeón Wilkie y Thomas Dyer (2020), determinan que el efecto de variación de agua / cemento presenta un 37% de los

costos totales por dosificación. Esto se debe a que la relación agua / cemento aumenta cuando la mezcla contiene mayor cantidad de agua y disminuye cuando el cemento aumenta. Por ello se toma en cuenta que la relación agua/cemento debe ser baja para que así sea de beneficio para el endurecimiento del prefabricado. De igual forma puede ser causada por los operarios no capacitados.

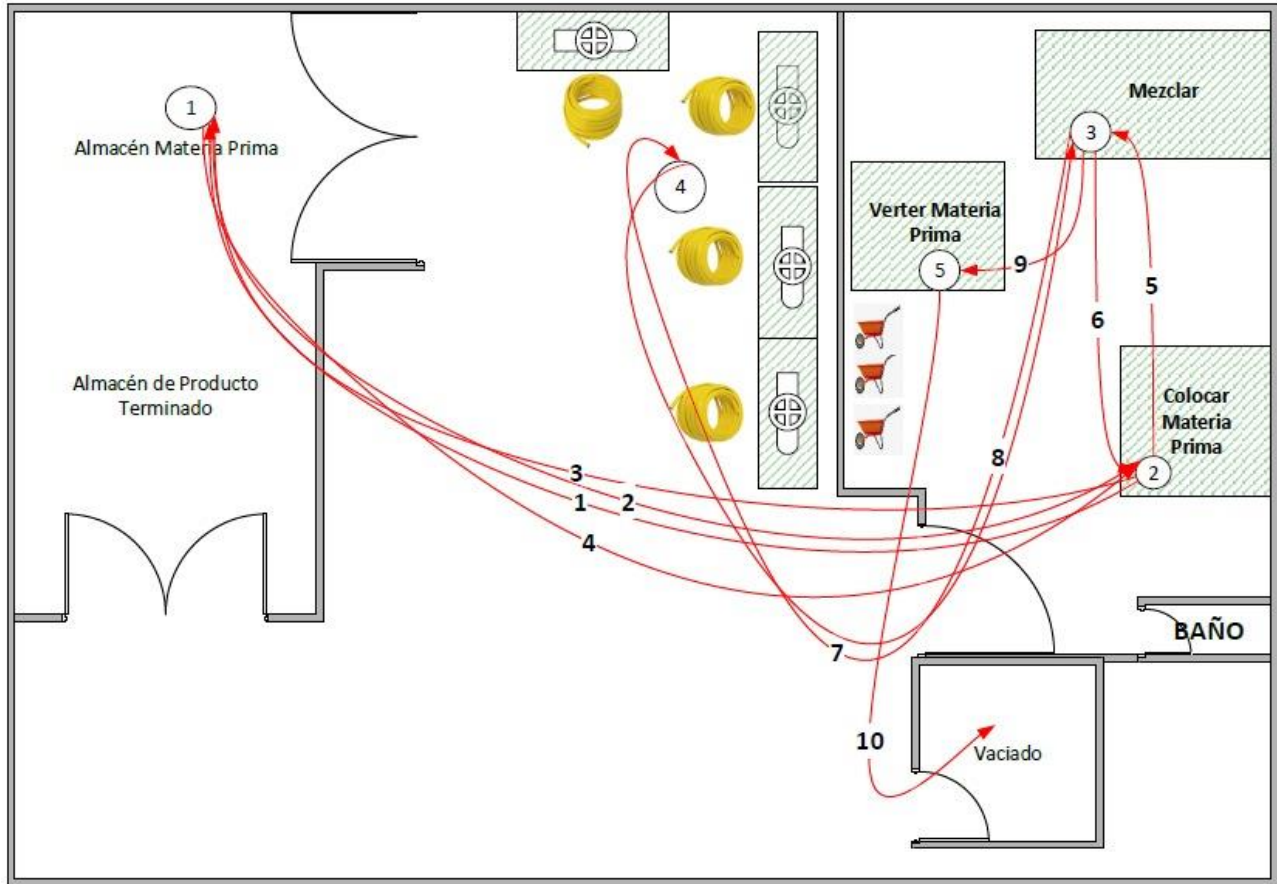
Según Martín Kendall, Wayne Muller y Alan Carse (2017), determinan que la variación de calidad de materia prima es causada, un 60% por la homologación de proveedores y un 40% por la incorrecta selección de materia prima. La variación de calidad representa el 44% de los costos totales por incorrecta dosificación del concreto, esto se debe a que, como menciona Kendall et al., las materias primas, tales como el confitio, la arena gruesa y la arena fina provienen principalmente de fuentes naturales, lo que significa que puede haber una variación significativa en el tipo y la calidad de estas materias, incluso si provienen de la misma fuente. La variación es mayor que con el cemento y otros componentes, por lo que el control de calidad en el laboratorio de la fábrica debería enfatizar los agregados. Dado que la selección correcta de materias primas puede afectar fuertemente la eficiencia de la producción, es aconsejable el monitoreo continuo de las propiedades de las materias deban darse de manera constante en el laboratorio de la empresa en estudio.

Según Ta-Peng Chang, Fu-Chang Chuang y Huang-Chin Lin (2017), el cálculo incorrecto de materia prima en la producción del concreto se ocasiona por la falta de herramientas de medida. Este cálculo incorrecto representa el 15% de la incorrecta dosificación de concreto. Como se mencionó en la investigación, las materias primas utilizadas en la mezcla de concreto son, la arena fina, la arena gruesa, el confitio y el

cemento, para lo cual se debe tomar en cuenta que se deben definir las cantidades correspondientes para una correcta mezcla.

### 2.3.3. Congestión y deficiente utilización de espacios

Según el análisis de la técnica de interrogatorio sistemático se llegó a la conclusión que la distancia entre la zona donde se dejan las materias primas y el área de mezclado para la elaboración de cajas registro fue de 30 metros, asimismo se pudo identificar que existen otras líneas de producción ocupando la mayor parte del terreno que evitan trasladar con facilidad la materia prima e insumo. Para continuar con el siguiente proceso el operario debe trasladar la cantidad de concreto al área de vaciado, la cual se encuentra a 7 metros del área en estudio. Asimismo, dentro del área de trabajo el operario realiza una serie de movimientos; los cuales serán estudiados a través de un diagrama spaguetti para identificar las distancias recorridas, tiempos de respuesta, riesgos de accidentes y aprovisionamiento de materiales. En la figura 17 se mostrará el diagrama de espaguetti del área de mezclado de producción de cajas registro.



**Figura 17**

*Diagrama de Spaguetti*

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

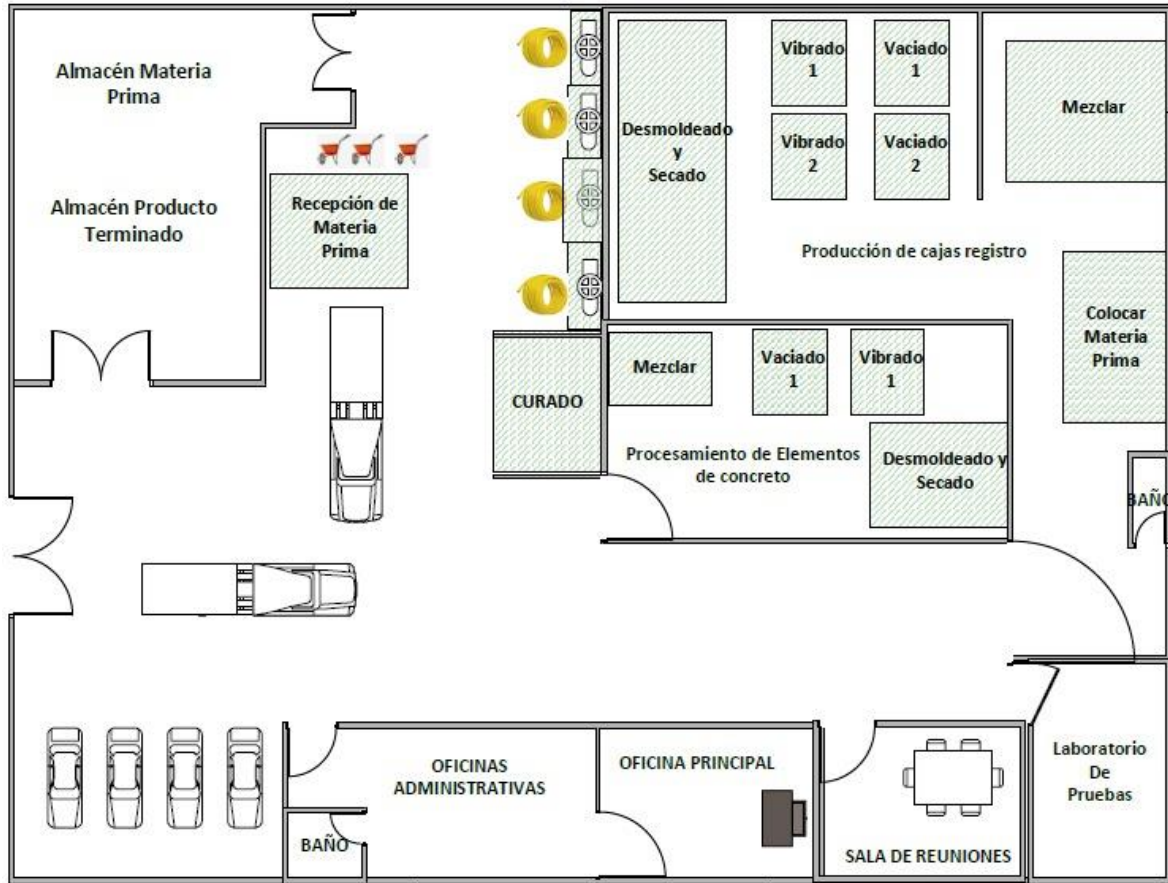
Según el análisis de recorrido del operario se pudo identificar que existen 10 movimientos para desarrollar el proceso de mezclado. Los operarios no tienen toda la materia prima necesaria para seguir efectuando la operación por lo que los traslados a almacén son constantes. Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sánchez (2019) menciona que el problema de congestión y espacios reducidos se presenta por un diseño de planta incorrecto. Los operarios tienen problemas para movilizarse debido que los recursos están fuera de alcance y los tiempos improductivos se incrementan. Los costos que pueden generarse por la falta de planificación sistemática de diseño se basan en pérdidas por



transporte de materia prima y tiempos improductivos de mano de obra, representando un 34% de los costos totales.

#### 2.4.Incorrecto diseño de Layout

Después de haber realizado un análisis de los tiempos recorridos del puesto de trabajo del proceso de mezclado, se llegó a la conclusión que los operarios presentan demoras en el transportado de materias primas del almacén al área en estudio. La zona de depósito de materia prima ocupa el mismo espacio que los productos terminados, por lo que si existe una cantidad excesiva de stock se tendrá que esperar a que los elementos sean desocupados para descargar la materia prima y luego ser llevada al área de trabajo. Por otro lado, según lo menciona en la técnica de interrogatorio sistemático y evidenciando en el layout actual de la empresa en la figura 18 se puede corroborar de que existen otras líneas de producción que congestionan el traslado de materiales y los aumentan los riesgos de sufrir algún inconveniente. Además, los grifos que proporcionan insumos de agua se encuentran a unos 25 metros del área de trabajo generando un riesgo por rotura de mangueras que tendría efectos en el concreto como su endurecimiento en el piso o despilfarro.



**Figura 18**

*Distribución de planta de la empresa COVIPRE*

*Nota.* Adaptado de la empresa en estudio COVIPRE (2020)

### Árbol de problemas

La figura 19 presenta el árbol de problemas identificado en el caso de estudio para entender cuáles son las posibles causas y consecuencia del problema del caso de estudio.

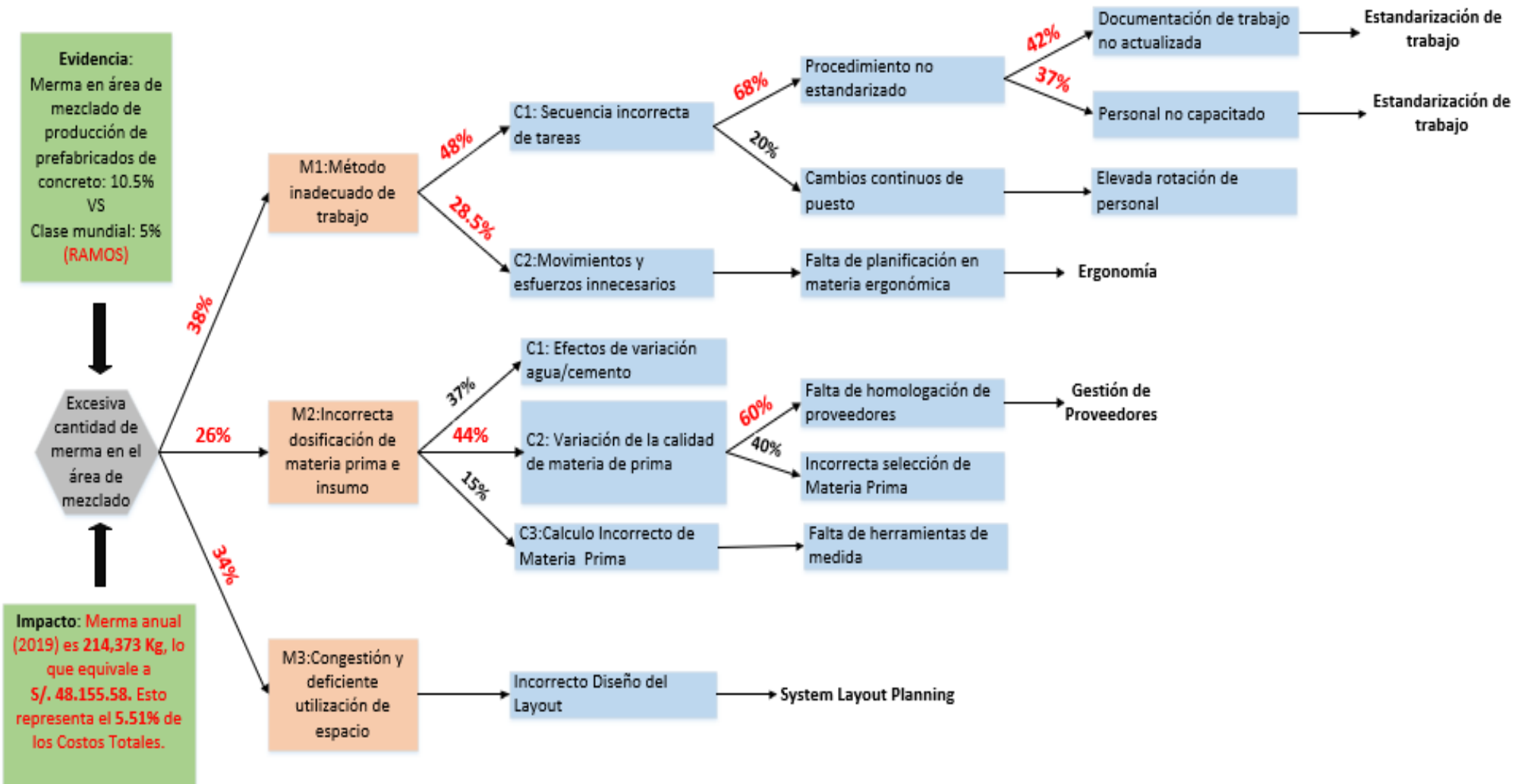


Figura 19

Árbol de problemas

Como se puede identificar en la figura 19, en el centro del árbol se encuentra el problema principal que es la excesiva cantidad de merma en el área de mezclado y se pudo identificar en base al análisis que se realizó del diagrama de bloques. Asimismo, el problema se detalla la evidencia y el impacto. Siendo este último un factor clave para la relevancia de la investigación académica debido a que el impacto de la merma en el 2019 es 5.51% de los costos totales. Asimismo, se llegó a la conclusión de que la cantidad de mermas en la empresa COVIPRE tenía como factores principales a la mano de obra y los materiales. Por esta razón, se analizaron tres motivos principales que causan el problema. El primero es la Método inadecuado de trabajo, el segundo la incorrecta dosificación de materia prima e insumos y el último la congestión y deficiente utilización de espacios. Cada uno de estos motivos implica un impacto negativo en el área de mezclado de la empresa, asimismo, reducen la rentabilidad, productividad y crecimiento de esta. El árbol es la representación de lo encontrado en la investigación.

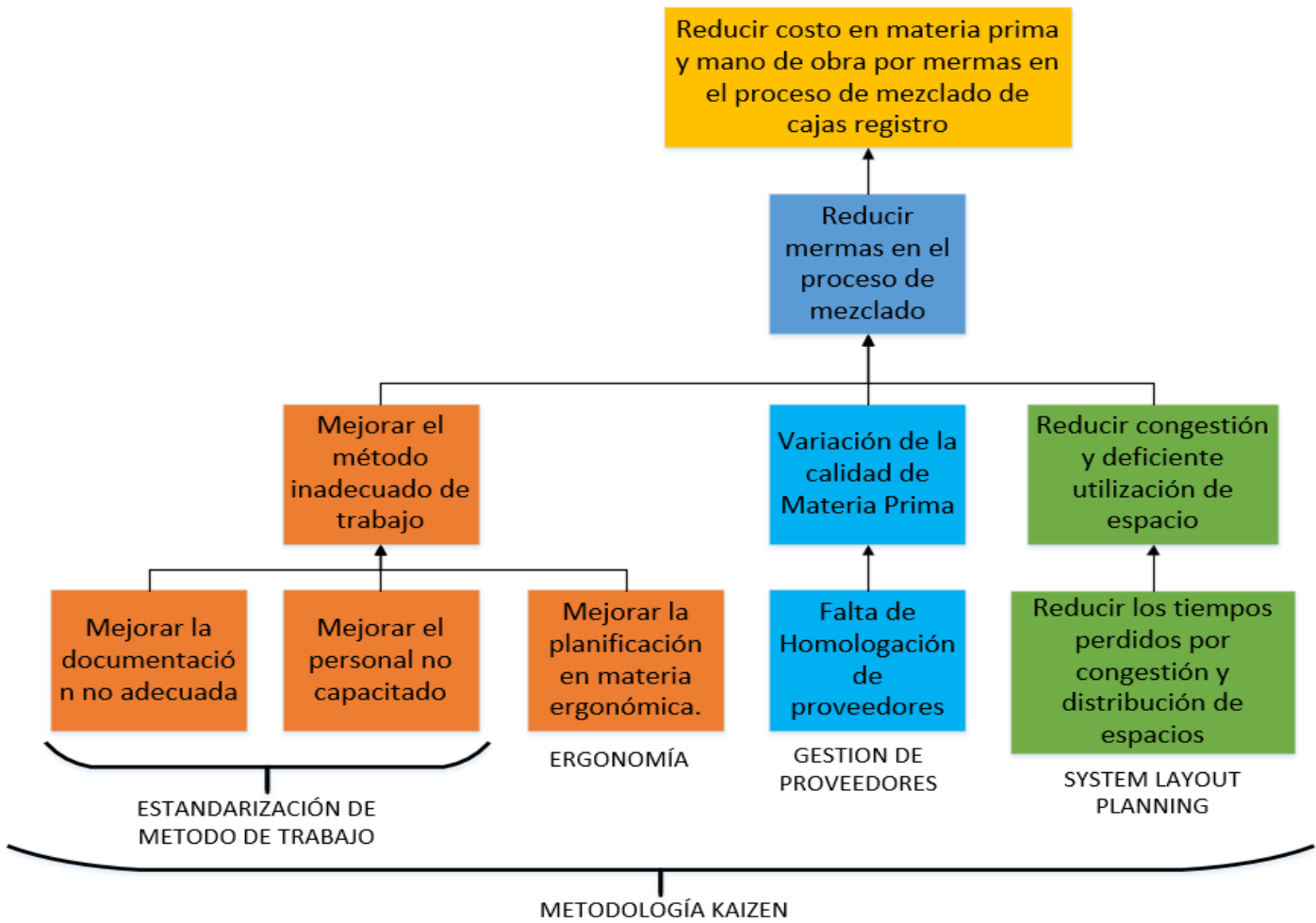
- Impacto económico de las causas identificadas en el problema

Todas las causas identificadas en el árbol de problemas tienen un impacto económico en la empresa. Bajo ese escenario, la presente investigación busca utilizar métodos de ingeniería que permitan reducir los costos y gastos en el proceso productivo de cajas registro.

#### 2.4.1. Planteamiento de Objetivos

En el árbol de objetivos se define disminuir el exceso de merma en el área de mezclado en la producción de las cajas registro de desagüe en COVIPRE. Con esto se prioriza las causas raíz, a las cuales se le aplicará las herramientas de ingeniería, ya que

representan el 80% de todas las causas encontradas en la investigación. Para lograr dicha reducción se utilizarán herramientas como Estandarización de trabajo, Ergonomía y System Layout Planning, las cuales son herramientas de ingeniería de métodos. Se sigue la metodología Kaizen.



**Figura 20**

*Árbol de objetivos*

En base a la revisión de la literatura, se determinó la metodología Lean - KAISEN, ya que primero se eliminarán las actividades sin valor agregado (desperdicio) y luego se realizará la mejora continua. Por lo tanto, ambas se enfocarán en la eliminación continua de desechos a través de mejoras sustanciales (Sunill, et al.,2018). Asimismo, la herramienta estandarización de trabajo contribuirá con el protocolo y documentación de las operaciones de trabajo y reducirá las actividades que no generen valor. (Rahul, et al.,2019). La herramienta SLP determinará la ubicación de las áreas de trabajo para reducir los tiempos de traslado y evitar congestionamiento de personal. (Pedro Palominos, Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sánchez, 2019). En cuanto a la herramienta de ergonomía, se ajustará el trabajo según las necesidades del operario, con esto se incrementará la productividad por mano de obra debido a que se disminuirán los problemas ergonómicos en el área en estudio por la mala distribución de planta u otros factores que causen lesiones físicas en el personal. (Jennifer A. Hes, et al., 2020). Por último, se realizará la gestión de proveedores para una selección adecuada de los mismo, se negociará los mejores precios de la materia prima adquirida según su calidad con el objetivo de ganar efectividad y eficiencia (Thaís da C. L. Alves, 2019)

## Resumen Capítulo 2

El capítulo 2 nos presentó el caso de estudio, el cual fue la empresa Concreto Vibrado y Prensado SAC (COVIPRE), la cual es una empresa dedicada a la producción de elementos prefabricados de concreto, cuenta con productos variados, de los cuales los de alta demanda son los que utilizan por mucho tiempo las líneas de producción, los productos de alta demanda son: Caja registro de desagüe, bloque tipo michi, cerco perimétrico, tapa

buzón y ductos para cableado eléctrico y telefónico. Se presentó de igual forma, sus principales clientes, algunos de ellos son, SEDAPAL y Líder.

En el último año (2019), COVIPRE, registró una venta de las cajas registro por el monto de S/. 1,129,440.00, lo que equivale al 62.73% de las ventas anuales de los productos de alta demanda. Se analizó la competencia donde se encontró empresas como prefabricados en lima SAC, ESPRESAC, las cuales son empresas que presentan fabricación de prefabricados de concreto, incluyendo la caja registro de desagüe.

Dentro del capítulo se detalló el proceso de producción en el cual se identificaron 5 áreas, Mezclado, Vaciado en molde, Vibrado, Desmoldeado y Secado. Como toda empresa COVIPRE presenta problemas en su línea de producción de las cajas registro, la cual se detalló que con respecto a materiales e insumo se pierde a anualmente 46,743.14 y con respecto a las horas hombre se pierde S/. 1412.44. Todo el impacto económico mencionado equivale al 5.5% adicional de merma que se presenta en el área de mezclado. Para analizar causas se detalla un árbol de problemas, y ahí se determinan motivos y causas raíz.

### 3. CAPÍTULO III – PROPUESTA – APORTE

El presente capítulo busca detallar las herramientas que se utilizarán para solucionar el problema que se priorizó en el capítulo anterior. Las herramientas que se hacen mención son, Estandarización de trabajo, Ergonomía y System Layout Planning (SLP), estas son herramientas de ingeniería de métodos. Se seguirá una metodología Kaizen.

El desarrollo de este capítulo inicia con la vinculación de las causas a las herramientas que se van a utilizar para darle solución. Posterior a ello, se realiza el diseño de la propuesta, donde se describe específicamente el modelo a implementar, se exponen los resultados esperados en base a indicadores y al final se detallan consideraciones para la correcta implementación del modelo desarrollado en la presente investigación.

#### 3.1. Vinculación de Causa con la Solución

En este punto se presenta la vinculación de las causas con las herramientas de solución al problema de mermas en el área de mezclado en la producción de cajas de registro de desagüe de concreto. Este problema es de relevancia y se deben reducir las mermas, ya que estas generan un aumento del 5.51% de los costos totales.

Las herramientas propuestas han sido encontradas en la literatura detallada en el capítulo 1. En estos artículos encontrados se detallaron categorías, como caso de estudio y herramientas para causas raíz.

- La primera causa raíz es la **documentación de trabajo no actualizada** y será solucionada con la herramienta de estandarización de trabajo, la cual se implementará a través de instructivos de trabajo que serán documentados en cada



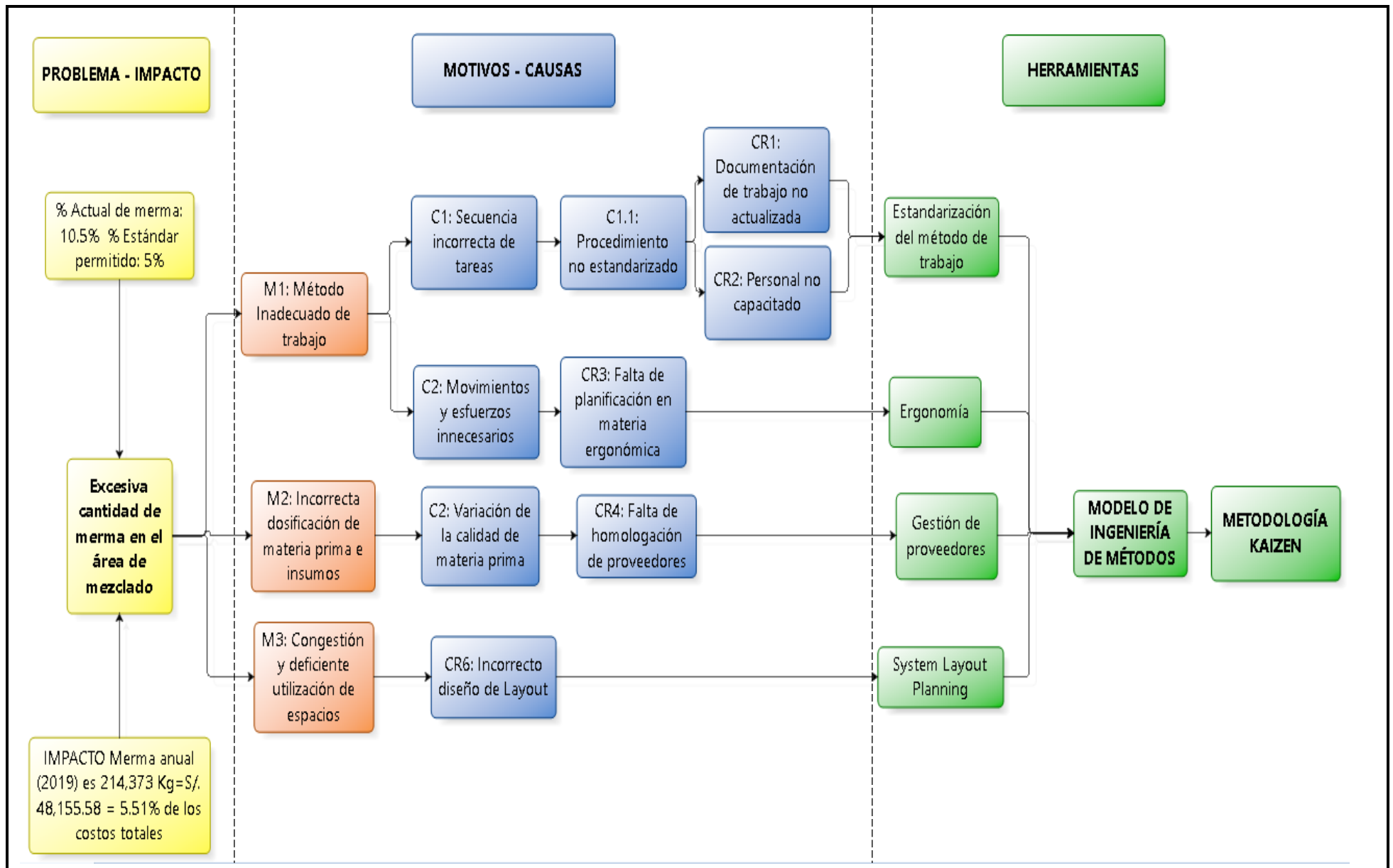
proceso dentro del área de mezclado, con esto se conseguirá mayor flexibilidad del proceso y eliminación de los desechos.

- La segunda causa raíz es el **personal no capacitado** dentro del área de mezclado, esta causa será solucionada con la herramienta de estandarización de trabajo, la implementación empezará con el estudio de la forma de trabajo de los operarios del área, posterior a ello se realiza una hoja de trabajo estandarizada, donde se rescata las buenas prácticas de los trabajadores en el proceso y finalmente se realizará las charlas con las nuevas metodologías de trabajo dentro del proceso en estudio. Esta herramienta nos permitirá tener a un personal más capacitado dentro del área de mezclado, lo cual disminuiría las deficiencias en el método de producción de las cajas registro.
- La tercera causa raíz, también representa una de las causas expuestas después de los motivos, dentro del árbol de problemas. Esta es, la **falta de planificación en materia ergonómica** la cual será solucionada con la herramienta de Ergonomía, a través de un programa interactivo de voz de seguridad para ergonomía, con sus siglas en inglés SAVE. La implementación de este programa se dará a través de capacitaciones que contienen lecciones detalladas de ergonomía centradas en factores de riesgo y soluciones específicas en problemas de construcción, además contiene lecciones que proporcionan estrategias de comunicación y resolución de problemas. Con este programa se busca reducir los problemas ergonómicos de los trabajadores por el esfuerzo físico que realizan en la empresa.
- La cuarta causa raíz es el **incorrecto diseño de Layout**, lo cual será atacado con la herramienta de System Layout Planning. Esta herramienta se implementará

mediante la representación geométrica de los elementos, Lo cual hace que se disminuya las restricciones de espacio dentro de la planta de producción.

- La quinta causa raíz es la **homologación de proveedores**, para lo cual se utilizará como herramienta la gestión de proveedores. Esta herramienta permitirá hacer un análisis de calidad en base a la materia prima, precios, suministro entre otras variables que nos permitan elegir la mejor opción. De esta manera COVIPRE ya no tendrá problemas en el tiempo de abastecimiento de sus materiales y verificará que estos cumplan con los estándares de calidad que exigen las empresas para la producción de sus elementos prefabricados.

La siguiente figura, muestra el esquema de la vinculación de las causas con las herramientas, donde se tiene el nuevo modelo de ingeniería de métodos, basado en herramientas como, la estandarización de trabajo, Ergonomía y System Layout Planning.



**Figura 21**

*Vinculación de causas con herramientas*

## 3.2. Diseño y desarrollo de la propuesta

### 3.2.1. Modelo - Propuesta

En base al diagnóstico realizado a la empresa en estudio, se evidencia que la merma dentro del área de mezclado ha generado una pérdida de S/.48,155.58 durante el año 2019, siendo un 5.51% de los costos totales. Después de haber realizado un diagrama de cajas para monitorear de cerca el proceso de mezclado se obtuvo como resultado que las mermas equivalen al 10.5%, sin embargo, según clase mundial (Ramos, 2019), se tiene que lo permitido en merma dentro de la norma estándar debe ser de 5%. El análisis realizado nos indica que el problema se debe a 5 causas raíz: Documentación de trabajo no actualizada, Personal no capacitado, Falta de planificación en materia ergonómica, Incorrecto diseño de Layout e ineficiente homologación de proveedores. El problema y causas expuestas hacen que nazca la motivación para formular la propuesta, considerando el funcionamiento en conjunto de herramientas para disminuir el impacto monetario que ha generado las mermas en el proceso de mezclado. El incremento en costo de mano de obra, materia prima e insumos son prueba de no se puede incrementar el nivel de productividad si no se utilizan herramientas para disminuir los costos y hacer seguimiento continuo del proceso. Estas herramientas se basan en los lineamientos de la mejora continua por lo que seguirán la metodología de KAIZEN o manufactura esbelta

#### 3.2.1.1. Descripción conceptual del modelo

En principio se presenta la metodología base de nuestra propuesta de solución, la estructuración de etapas y la secuencia correcto para la implementación de la metodología KAIZEN en empresas similares al sector en estudio; la aplicación se

realizará de forma secuencial, adaptándose a la realidad particular de nuestro caso de estudio.

El modelo propuesto será constituido por fases y lineamientos que nos orientarán para una aplicación detallada, los beneficios del uso de la metodología nos permitirán la mejora continua a través del uso de herramientas que se pueden adaptar de acuerdo con el área específica estudiada, problema, o causas raíz. Nuestro modelo de solución está sustentado básicamente en la ingeniería de métodos y filosofía Lean, la solución del proyecto se ha alineado a estos conceptos. En primer lugar, se hará uso de la estandarización de trabajo para documentar las tareas realizadas en las diferentes operaciones que se realiza en el área en estudio. Asimismo, esta herramienta permitirá realizar un control y seguimiento continuo al procedimiento realizado para obtener actividades que no generen un valor agregado. Se utilizará la herramienta de ergonomía para detectar movimientos repetitivos e innecesarias, y un reordenamiento del área para evitar la deficiente utilización de espacios con el apoyo de la herramienta Systematic Layout Planning. Por último, se atacará el problema de calidad con la gestión de proveedores con la finalidad de mejorar el proceso de homologación. La aplicación de esta herramienta se logrará utilizando técnicas de ingeniería y revisión de literatura con la finalidad de obtener resultados exactos.

- Construcción de aporte

La revisión de la literatura ha contribuido con el establecimiento de un plan de acción para reducir o erradicar el nivel de cada causa identificada. Las tipologías de la investigación estuvieron basadas en el problema central, causas raíces, herramientas y casos de estudio; estos últimos servirán para el proceso de implementación y análisis de

resultados de éxito, ya que están basados en casos similares que fueron desarrollados en otros sectores pero que tienen el mismo problema o se solucionaron con la ayuda de las mismas herramientas. Esto inducirá a un nivel alto de confiabilidad puesto que las fuentes y resultados de la literatura son parte de recursos académicos calificados de la universidad. El análisis ha permitido concluir que, si bien se han utilizado con éxito las herramientas en otros sectores industriales de otros países disminuyendo la cantidad mermada, en el caso de la industria de prefabricados de concreto aún no se han desarrollado en su totalidad. En base a esa tendencia de crecimiento la tabla 27 resume investigaciones en donde se plantean diseños de soluciones para tratar el problema identificado. La figura 21 plasma el diseño de integración de las herramientas, etapas y fases para implementar en este caso de estudio.

**Tabla 26**

*Construcción del aporte*

<b>AUTORES DEL ARTÍCULO</b>	<b>PERSONAL CAPACITADO</b>	<b>PROCEDIMIENTO DOCUMENTADO</b>	<b>MOVIMIENTOS REPETITIVOS</b>	<b>AEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>	<b>UTILIZACIÓN DE ESPACIOS</b>
Silvia Ceccacci, Marco Matteucci, Margherita Peruzzini* and Maura Mengon	Ergonomía		Ergonomía		Ergonomía
Pedro Palominos, Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sanchez			Sistematic Layout Planning		Sistematic Layout Planning
Rahul Mor, Arvind B., Sarbjit S., Anish Sachdeva	Estandarización del método de trabajo	Estandarización del método de trabajo		Estandarización del método de trabajo	
Sara Bragança, Eric Costa	Estandarización del método de trabajo	Estandarización del método de trabajo	Estandarización del método de trabajo		

Santu Kar &  
Kumar Neeraj Jha

Gestión de  
proveedores

Gestión de  
proveedores

Sunil Kumar,  
Ashwani Kumar  
Dhingra y Bhim  
Singh

KAIZEN

KAIZEN

KAIZEN

KAIZEN

KAIZEN

Nota. Se utilizó artículos científicos para el diseño.

### 3.2.1.2. Diseño del modelo

## “Lean Kaizen Model”



Figura 22

*Diseño del modelo propuesto*

### 3.2.2. Descripción específica del modelo

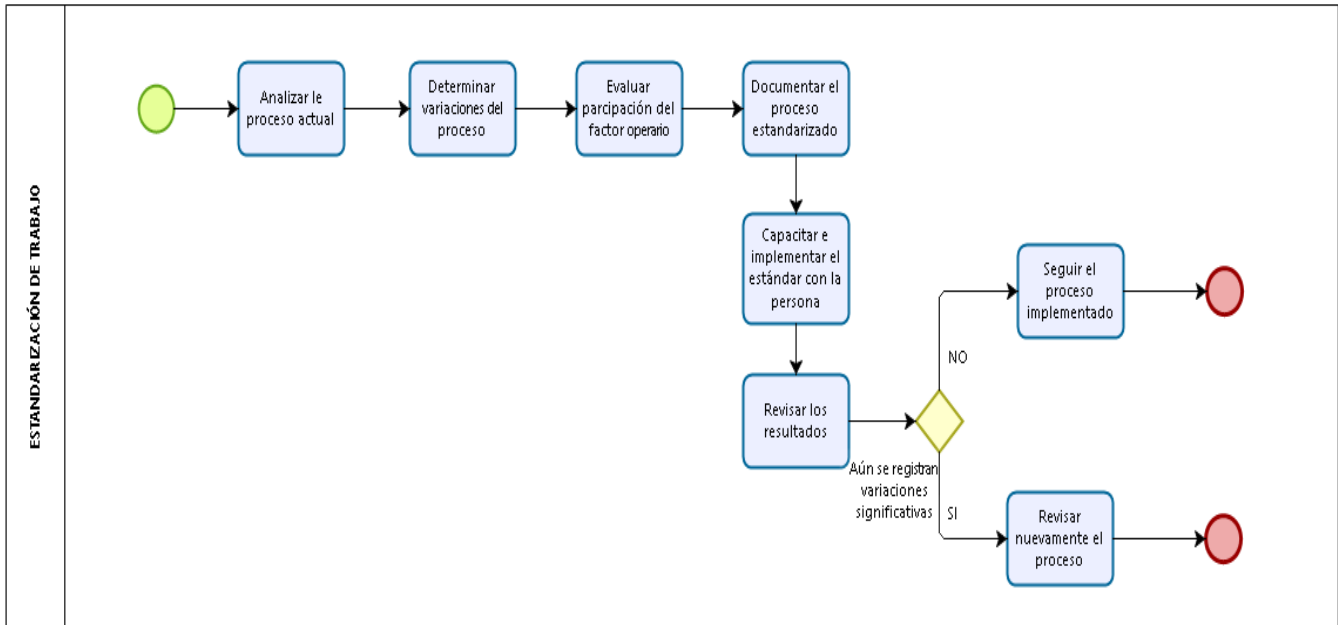
En este punto, se utilizará la técnica 5WH con la finalidad de planificar la implementación de las herramientas diseñadas, se identificarán los responsables, se establecerán fechas, procedimiento, lugar, y el motivo por el que llevará a cabo la aplicación de las herramientas.

#### 3.2.2.1. Estandarización del Método de Trabajo

Caso de éxito: Productivity gains through standardization – of- work in a manufacturing company.

Para la estandarización de trabajo del proceso de mezclado se tomó en cuenta una implementación similar en un caso de estudio. Se recopiló información de las actividades relevantes y las formas de trabajo para llevar a cabo el procedimiento en base a la herramienta propuesta. En tal sentido se inicia con el flujo del proceso para posteriormente determinar que fases y actividades se han desarrollado. Para el análisis de resultados se ha tenido en cuenta el desempeño de la mano de obra, materia prima y procedimiento con la finalidad de identificar las mermas generadas por cada uno de ellos.





**Figura 23**

*Metodología estandarización de trabajo*

*Nota.* Adaptado de “Productivity gains through standardization – of- work in a manufacturing company” de Rahul S. Mor, Arvind Bhardwaj, Sarbjit Singh, Anish Sachdeva, 2019.

- Plan de implementación de Estandarización de Trabajo

**Tabla 27***Plan de implementación de estandarización del método de trabajo*

<b>PLAN DE ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO DE TRABAJO</b>					
<b>Objetivo</b>	<b>Estandarizar con documentación de trabajo y capacitación del personal</b>				
<b>ACTIVIDADES (¿QUÉ?)</b>	<b>¿QUIÉN?</b>	<b>¿CUÁNDO?</b>	<b>¿CÓMO?</b>	<b>¿DÓNDE?</b>	<b>¿POR QUÉ?</b>
Mapear, visualizar y analizar el área de trabajo afectada	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	7 días	Verificar las actividades necesarias, críticas e innecesarias en el proceso	Área de mezclado	Conocer las actividades críticas y las pérdidas de materia prima por operarios
Verificar la efectividad del proceso actual	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	25 días	Determinar el valor y desempeño de las actividades del proceso	Área de mezclado	Permitir tener un método de trabajo efectivo
Planificar un proceso necesario y objetivo	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	3 días	Establecer las actividades programadas	Área de mezclado	Permite optimizar el proceso
Definir encargados de verificación	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	4 días	Definir el encargado de la supervisión	Área de mezclado	Permite un seguimiento y control de actividades
Documentar información con trazabilidad en el tiempo	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	7 días	Establecer el tiempo en que cada operario debe realizar cada actividad	Área de mezclado	Permite parametrizar las actividades a realizar

Gestionar recursos necesarios para la implementación	Supervisor de producción/Equipo del proyecto	6 días	Determinar recursos necesarios para la implementación	Almacén de materia prima	Permite realizar las actividades según sean programadas
Documentar las actividades estandarizadas mediante un POE	Equipo del proyecto	2 días	Documentar las actividades para mejoras en un futuro	Área de mezclado	Permite conservar las recomendaciones para mejorar a futuro

---

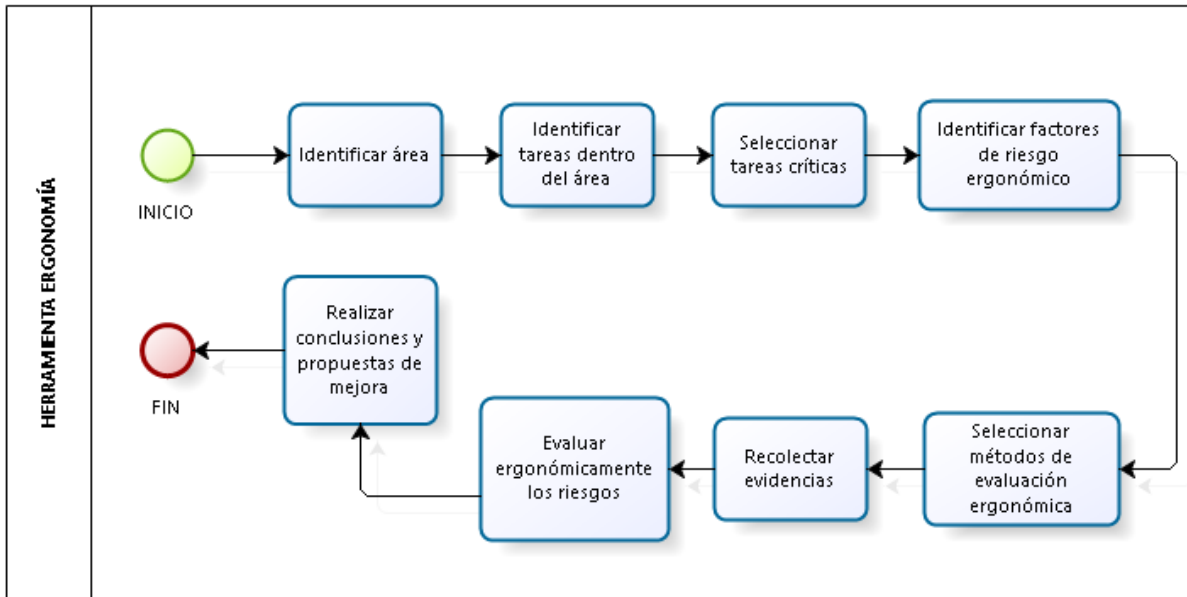
*Nota.* Esta es la tabla que muestra el desarrollo del plan de implementación de estandarización del

método de trabajo en la empresa COVIPRE.

### 3.2.2.2. Ergonomía

Caso de éxito Ergonomía: A multipath methodology to promote ergonomics, safety and efficiency in agile factories

La herramienta de ergonomía será la segunda presenta en la investigación. Esta herramienta es necesaria ya que la falta de un plan en materia ergonómica representa el 100% de las causas de movimientos repetitivos, la mencionada causa impacta en un 28.5% del método inadecuado de trabajo que se presenta como motivo 1 de la excesiva cantidad de merma en el área de mezclado. Se inicia con la identificación del área en estudio dentro de la empresa, después se realiza la selección de tareas e identificación de las críticas, posterior a ello, se identifican los factores de riesgo ergonómico según cada tarea critica. Se realiza la selección del método, los cuales pueden ser REBA, OWAS, RULA, NIOSH, etc. Además, se realiza la recopilación de datos, posterior a ello, se realizan las evaluaciones ergonómicas y por último se realiza las conclusiones y propuestas de mejora, todo esto con el fin de obtener un plan en materia ergonómica, para futuros puestos dentro de la empresa.



**Figura 24**

*Metodología de Ergonomía*

*Nota.* Adaptado de “A multipath methodology to promote ergonomics, safety and efficiency in agile factories” de Silvia Ceccacci; Marco Matteucci; Margherita Peruzzini; Maura Mengoni, 2020.

- Plan de implementación de Ergonomía.

**Tabla 28***Plan de implementación Ergonomía*

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN ERGONOMÍA					
Objetivo: Crear un plan en materia ergonómica para el área de mezclado					
ACTIVIDADES (¿QUÉ?)	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿POR QUÉ?
Identificar área de estudio	Supervisor del área / Equipo de proyecto	1 día	Realizar diagrama de bloques, donde se identifique el área más crítica	Planta de producción	Permite identificar el área donde se presenta mayores problemas
Identificar tareas dentro del área	Supervisor del área / Equipo de proyecto	7 días	Realizar diagrama de carriles del área	Planta de producción	Permite ver las funciones que realizan los trabajadores
Seleccionar tareas críticas	Supervisor del área / Equipo de proyecto	8 días	Realizar diagrama en equipos	Planta de producción	Permite determinar cuáles son las tareas con más problemas
Identificar factores de riesgo ergonómico	Supervisor del área / Equipo de proyecto	7 días	Elaborar matriz según factores de riesgo expuestos en la ley	Planta de producción	Permite ver los factores que se deben evaluar para reducir los riesgos
Seleccionar métodos de evaluación ergonómica	Supervisor del área / Equipo de proyecto	7 días	Definir según los factores de riesgo, los métodos que mejor se adecuen	Planta de producción	Permite saber la forma como realizar la evaluación

Recolectar evidencias	Equipo de proyecto	6 días	Realizar tomas fotográficas dentro de la empresa de los factores de riesgo	Planta de producción	Permite saber las posturas para la evaluación
Evaluar ergonómicamente los riesgos	Equipo de proyecto	1 día	Realizar evaluación según tablas de evaluación	Planta de producción	Permite determina el nivel de riesgo
Realizar conclusiones y propuestas de mejora	Equipo de proyecto	1 día	Realizar un cuadro con conclusiones y propuestas de mejora derivados de la evaluación.	Planta de producción	Permite mapear medidas a tomar y saber cuáles son de urgencia

*Nota.* Esta es la tabla que muestra el desarrollo del plan de implementación de ergonomía en la empresa

COVIPRE

### 3.2.2.3. Gestión de proveedores

Caso de estudio: Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS.

La gestión de proveedores permitirá realizar un análisis antes de la selección y negociación de proveedores. Esto será necesario para identificar los proveedores que tengan mayor participación de mercado y analizar ofertas tentativas de precio. El objetivo de gestionar los proveedores es evitar la variación de los niveles de calidad de materia prima para el proceso de mezclado. Las especificaciones de calidad que proponga la empresa permitirán utilizar criterios de selección rigurosos debido a que se realizarán estudios de laboratorio del producto final para identificar posibles carencias por el rendimiento de los materiales.

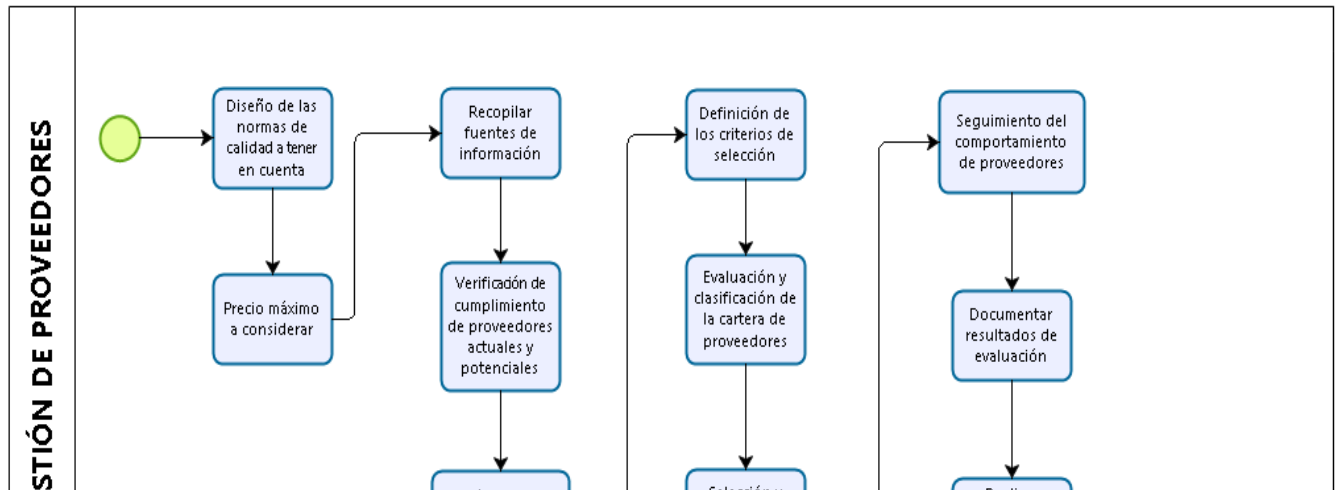


Figura 25

*Metodología de gestión de proveedores*

Nota. Adaptado de “Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS” de Santu Kar & Kumar Neeraj Jha, 2020.



- Plan de implementación de gestión de proveedores.

**Tabla 29**

*Plan de implementación de gestión de proveedores*

<b>PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN DE PROVEEDORES</b>					
<b>Objetivo</b>	<b>Mejorar la calidad de materia prima para el mezclado</b>				
<b>ACTIVIDADES (¿QUÉ?)</b>	<b>¿QUIÉN?</b>	<b>¿CUÁNDO?</b>	<b>¿CÓMO?</b>	<b>¿DÓNDE?</b>	<b>¿POR QUÉ?</b>
Normado de calidad para tener en cuenta	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	1 día	Identificando las normas de calidad en ISO 9001	Área de mezclado	Tener especificaciones técnicas sobre la calidad de la materia prima
Precio máximo para considerar	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	1 día	Estimando precios de mercado y cantidad necesaria para producción	Área de mezclado	Permite presupuestar los costos de la materia prima de acuerdo la calidad requerida
Recopilación de fuentes de información	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	7 días	Obteniendo una lista de los posibles proveedores	Área de mezclado	Permite obtener datos acerca de los posibles proveedores
Verificación de cumplimiento de proveedores actuales y potenciales	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	7 días	Determinando variables que indiquen el desempeño de los proveedores actuales	Área de mezclado	Permite identificar el desempeño actual de los proveedores para priorizar las negociaciones

Análisis de la matriz de posicionamiento	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	6 días	Ubicación de los proveedores según la importancia de la materia prima y cumplimiento en la matriz de kraljic	Área de mezclado	Permite conocer la importancia de los proveedores en base a la materia prima requerida
Definición de los criterios de selección de proveedores	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	6 días	Tabla para evaluar diferentes criterios en los que se evidencia la competitividad de cada proveedor	Área de mezclado	Permite ponderar los criterios de acuerdo con la importancia de la estrategia que se muestra en el momento
Evaluación y clasificación de la cartera de proveedores	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	7 días	Utilizando criterios de evaluación y clasificación que permitan identificar riesgos.	Área de mezclado	Permite la clasificación de los proveedores potenciales para considerar en las nuevas negociaciones
Selección y negociación con proveedores	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	7 días	Proponer estrategias de negociación que permitan negociar precios, cantidad y calidad de la materia prima.	Área de mezclado	Permite realizar acuerdos con los proveedores
Seguimiento del comportamiento de los proveedores	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	4 días	Evaluación del cumplimiento de requisitos de calidad a través de un sistema de inspección.	Área de mezclado	Permite evaluar el comportamiento de los proveedores

Documentación de resultados	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	6 días	Documentar los resultados de variables consideradas para la calidad.	Área de mezclado	Permitirá evaluar el comportamiento de proveedores al igual que la realización de comparaciones.
Informes de reevaluación y seguimiento	Supervisor del área/Equipo del Proyecto	7 días	Muestra de resultados de calidad y servicio de proveedores recogidos cada cierto tiempo.	Área de mezclado	Permite mantener una relación estable con los proveedores para futuros proyectos.

---

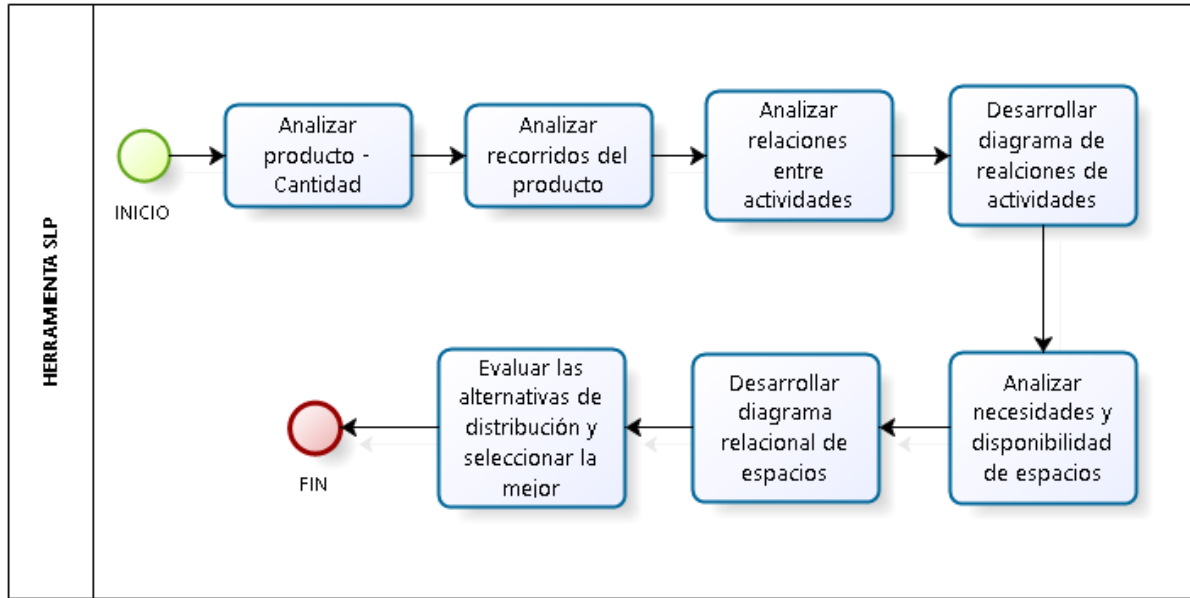
*Nota.* Esta es la tabla que muestra el desarrollo del plan de implementación de gestión de proveedores en la empresa COVIPRE



#### 3.2.2.4. Systematic Layout Planning.

Caso de éxito SLP: A case study of Spinning Industry plant Layout for effective Production

La herramienta SLP será la cuarta que se presenta en esta investigación. Esta herramienta es necesaria ya que el incorrecto diseño de Layout representa el 100% de las causas que ocasionan el motivo 3, el cual es, la congestión y deficiente utilización de espacio, este motivo representa el 34% de los costos ocasionados por las mermas en el área de mezclado en la producción de las cajas registro de desagüe. Se inicia con analizar el producto con la cantidad, después se analiza los recorridos del producto mediante el diagrama de spaghetti. Luego se analiza las relaciones entre actividades, Se realiza el diagrama de relaciones de actividades, mediante el uso del código de líneas, después se analiza las necesidades y disponibilidad de espacios mediante las áreas por actividad, posterior a ello se desarrolla el diagrama relacional de espacios que junta el de actividades con los espacios determinados y por último se evalúa y selecciona la mejor distribución, para este último paso se elabora la comparación con los costos actuales del Layout.



**Figura 26**

*Metodología de Systematic Layout Planning*

*Nota.* Adaptado de “An Extension of the Systematic Layout Planning System Using QFD: Its Application to Service Oriented Physical Distribution” de Pedro Palominos, Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sanchez, 2019.

- Plan de implementación de SLP

**Tabla 30***Plan de implementación de Systematic Layout Planning*

HERRAMIENTA SLP					
Objetivo: Disminuir la congestión y deficiente utilización de espacio					
ACTIVIDADES (¿QUÉ?)	¿QUIÉN?	¿CUÁNDO?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿POR QUÉ?
Analizar producto - Cantidad	Supervisor del área / Equipo de proyecto	1 día	Realizar una tabla donde se indique el producto en estudio con sus cantidades a producir	Planta de la empresa	Permite saber cuánto es lo que se va a producir en la planta
Analizar recorridos del producto	Equipo de proyecto	4 días	Realizar diagrama de spaguetti para ver recorrido	Planta de la empresa	Permite saber los procesos y actividades que sigue el producto
Analizar relaciones entre actividades	Equipo de proyecto	4 días	Realizar la tabla relacional de actividades	Planta de la empresa	Permite saber la relación que tiene cada actividad
Realizar diagrama de relaciones de actividades	Equipo de proyecto	7 días	Realizar el diagrama relacional de actividades utilizando el código de líneas y buscando el mínimo número de cruces	Planta de la empresa	Permite ver el sistema de manejo de las actividades

Analizar necesidades y disponibilidad de espacios	Equipo de proyecto	7 días	Realizar el diagrama con las áreas determinadas en el análisis de necesidades y disponibilidad	Planta de la empresa	Permite saber cuánto es el espacio que se necesita por actividad y de cuanto se dispone en total
Desarrollar diagrama relacional de espacios	Equipo de proyecto	7 días	Realizar diagrama donde se determine las áreas de las actividades y comparar con el terreno de espacio	Planta de la empresa	Permite saber cuáles son las necesidades de espacio de las actividades
Evaluar las alternativas de distribución y seleccionar la mejor	Equipo de proyecto	7 días	Comparación de costos entre lo que se va a disminuir con la nueva distribución	Planta de la empresa	Permite saber cuánto es la variación de costo de las alternativas de distribución

*Nota.* Esta es la tabla que muestra el desarrollo del plan de implementación de Systematic Layout

Planning en la empresa COVIPRE





### 3.2.3. Aplicación de herramientas

En esta etapa, se desarrollarán las etapas y fases de las herramientas mencionadas en el punto anterior con la ayuda de los procedimientos definidos en nuestro diseño de modelo para la solución del problema. A través de indicadores apropiados para la evaluación del proyecto, se definirán los objetivos de la propuesta. De esta manera, se podrán establecer los resultados teóricos de la aplicación de cada una de nuestras herramientas.

#### 3.2.3.1 Desarrollo del aporte

El aporte de la propuesta en la empresa permite desarrollar herramientas de ingeniería de métodos y Lean Manufacturing bajo el enfoque en la filosofía Kaizen en una empresa de prefabricados de concreto. Según la literatura, se han encontrado resultados referentes al trabajo de la filosofía propuesta en otros sectores industriales, sin embargo, las herramientas no se han desarrollado en igual similitud puesto que varían dependiendo del proceso en estudio. El sector propuesto en el caso de estudio no cuenta con antecedentes de una implementación similar a la nuestra. Mediante el desarrollo del proyecto se evidenciará el impacto que tendrá la aplicación del modelo y las herramientas. La confiabilidad de la investigación se ha obtenido de resultados positivos en investigaciones similares donde se ha evidenciado viabilidad económica y mejoras sustanciales según los indicadores.

Según el artículo “Extending lean frontiers: a Kaizen case study in an Italian MTO manufacturing company” realizado por Rossini, M., Audino, F., Costa, F., Cifone, F. D., Kundu, K., & Portioli-Staudacher, A. (2019), el enfoque Kaizen permitió buscar la perfección y mejorar el rendimiento de la empresa. Kaizen se aplicó en un contexto

particular de una empresa caracterizada por una producción de alto volumen y bajo nivel de mezcla. El caso se estudió realizado siguió un nuevo marco de Kaizen que define claramente las fases, roles y actividades del proceso de mejora. Este nuevo marco utilizó herramientas de Lean Manufacturing e ingeniería para desarrollar su investigación. La aplicación de la metodología tuvo un impacto significativo en el resultado final de la empresa, reduciendo de más del 10% de los costos de producción y mejora de la entrega a tiempo del 70 al 90%. Además, quedó comprobado que la implementación de Kaizen en la empresa ofrece resultados importantes que pueden desarrollarse en todo tipo de procesos.

### 3.2.3.2. Desarrollo de los componentes

#### 3.2.3.2.1. Implementación de Estandarización de trabajo

La estandarización de trabajo es una de las herramientas que permite disminuir la cantidad de mermas provocadas por procedimientos inadecuados, mano de obra y materia prima. Estandarizar el método de trabajo permitirá erradicar tareas innecesarias y combinar otras para disminuir tiempos, asimismo se podrá secuenciar las tareas en cada actividad de tal forma que los empleados se desenvuelvan con mayor rapidez y efectividad. De acuerdo a nuestra investigación; el área de mezclado al ser considerada la que genera mayores costos por la cantidad de mermas como se evidencio en el capítulo anterior en el diagrama de bloques, se ha visto en la obligación de estandarizar su proceso por lo que se ha considerado la herramienta para corregir dos factores que pertenecen a la causa raíz.

### 3.2.3.2.1.1 La documentación de trabajo no actualizado

La presente herramienta esta vinculad a la causa raíz 1, la cual es, documentación de trabajo no actualizada. La implementación de esta herramienta beneficiará en la reducción de esta documentación no actualizada, para que así los trabajadores sean más productivos en sus labores dentro de la planta de producción. Se sabe que la causa Raíz que se solucionará con los pasos que se expondrán en la investigación, tiene un 42% de causa de un procedimiento no estandarizado. A continuación, se detallan los pasos que se implementarán para le mejora de la causa identificada, lo cual hace que sea una propuesta basada en un manual de procedimientos de trabajo estandarizado, teniendo en cuenta la perspectiva del empleado en el puesto de trabajo.

- **Planteamiento de objetivos específicos del área.** Según Ingrande (2017), este paso es el inicio para la implementación del manual de procedimientos estandarizado, ya que se realiza para cada actividad ejecutada en el área, Este paso consiste en sí, en determinar por cada actividad un objetivo específico. A continuación, se muestra la tabla donde se detallan las actividades con los objetivos planteados, estas pueden variar de acuerdo al desarrollo del proceso de mezclado de cada empresa.

#### **Tabla 31**

*Actividades y objetivos del área de mezclado de COVIPRE*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES Y OBJETIVOS</b>
ÁREA: Mezclado
ELABORADO POR: Equipo de proyecto

<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>
Traslado de operarios al área de Materia Prima	Desarrollar de manera óptima el traslado de operarios al área de materia prima
Seleccionar Materia Prima	Aplicar una correcta selección de materia prima
Trasladar materia Prima al área de mezclado	Realizar un correcto traslado de materias primas al área de mezclado
Colocar materia prima en espacio seleccionado	Colocar de manera correcta la materia prima en el espacio establecido
Verter cemento en el piso	Optimizar el verter cemento en el piso
Hacer circunferencia con cemento vertido	Desarrollar una correcta circunferencia con cemento vertido
Agregar arena gruesa y fina	Aplicar arena gruesa y fina
Iniciar primera operación de mezclado	Diseñar primera operación de mezclado
Trasladar operario al grifo	Identificar camino para el operario que va al grifo
Colocar manguera en grifo	Definir el lugar de la manguera para la colocación en el grifo
Transportar manguera al área de mezclado	Identificar camino para el operario de regreso al área de mezclado
Agregar agua a la mezcla	Aplicar agua a la mezcla
Esperar hidratación	Evaluar momento de hidratación
Iniciar segunda operación de mezclado	Diseñar segunda operación de mezclado
Agregar confitio a la mezcla	Aplicar confitio a la mezcla
Traer recipientes al área de mezclado	Describir la forma de traslado de los recipientes al área de mezclado
Colocar mezcla en recipientes	Diseñar pasos para la colocación correcta de mezcla en recipientes
Llevar recipientes al área de vaciado	Optimizar forma de llevado de recipientes al área de vaciado

*Nota.* En esta tabla se detallan las actividades con los objetivos planteados, cada actividad cuenta con un objetivo específico.

Al término de la realización de los objetivos, se procede a presentar un formato elaborado en la presente investigación, para que se coloque cada actividad con su

objetivo, esto de manera que sirva para el desarrollo de una ficha de procedimientos estandarizados. A continuación, se presenta la parte en mención de la ficha.

**Tabla 32**

*Detalle de objetivos por actividad del formato de la Ficha de procedimiento estandarizado.*

<b>Procedimiento de inicio de primera operación de mezclado</b>	
<b>Presentación</b>	
Objetivo	Diseñar pasos correctos para la primera operación de mezclado.

*Nota.* Esta tabla detalla se detalla una parte de la ficha de procedimiento en la cual irá el objetivo específico

- Definir alcance, desarrollo. Este paso nos indica que se debe definir el alcance de la actividad a realizar, de manera que se profundice en los límites que tiene este para desarrollarse. De igual forma, para el paso de desarrollo se propone definir los pasos a seguir para desarrollar la actividad de manera correcta, esto se realiza con el apoyo de la realización de un cuestionario a los operarios que se encuentran dentro del área en estudio. Para iniciar con la delimitación del alcance, a continuación, se presenta la ficha del procedimiento estandarizado con la agregación del alcance.

**Tabla 33**

*Detalle de alcance en ficha de procedimiento estandarizado.*

<b>Procedimiento de inicio de primera operación de mezclado</b>	
<b>Presentación</b>	

Objetivo	Diseñar pasos correctos para la primera operación de mezclado.
Alcance	El alcance del procedimiento aplica desde que se vierte el material en el piso hasta cuando se consigue una mezcla homogénea con los agregados como la arena gruesa y fina.

*Nota.* Esta tabla muestra el alcance, explicando el procedimiento a realizar en función al objetivo propuesto.

Para el desarrollo, se elabora en principio, una entrevista el cual va a evidenciar el proceso actual de los trabajadores dentro del área por cada actividad. Esta entrevista va a tener preguntas como; ¿Cómo realizas tu trabajo en esta actividad?, ¿Quiénes más realizan este trabajo?, entre otras preguntas que sean relevantes para conocer el desarrollo de las actividades y el desempeño de los operarios. A continuación, se presenta la estructura de preguntas de la entrevista.

### **Tabla 34**

#### *Ficha de entrevista*

<b>FICHA DE ENTREVISTA</b>
Fecha:
Área en estudio:
Actividad en estudio:
Nombre del entrevistador:
Nombre del entrevistado:
Pregunta 1: ¿Qué pasos sigues para realizar la actividad?
Pregunta 2: ¿Cuáles son las deficiencias que usted ve en el desarrollo de la actividad?
Pregunta 3: ¿Cuántas personas realizan la misma actividad?

*Nota.* Esta tabla muestra la ficha de entrevista con las preguntas que se realizarán a cada trabajador con la finalidad de conocer las actividades que se realizan en el proceso de mezclado.

Para el desarrollo de los pasos, que va en el procedimiento estandarizado se toma en cuenta la entrevista a los operarios y se redacta los pasos, detallando como se van a

realizar, de manera concisa y clara, de igual forma se van a definir los términos utilizados en el desarrollo de los pasos. A continuación, se presenta la ficha de procedimiento estandarizado completa.

**Tabla 35**

*Ficha de procedimiento estandarizado.*

<b>Procedimiento de inicio de primera operación de mezclado</b>	
<b>Presentación</b>	
Objetivo	Diseñar pasos correctos para la primera operación de mezclado. <b>Procedimiento de inicio de primera operación de mezclado</b>
Alcance	El alcance del procedimiento aplica desde que se vierte el material en el piso hasta cuando se consigue una mezcla homogénea con los agregados como la arena gruesa y fina.
<b>Desarrollo</b>	
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coger pala para el levantamiento de la materia prima</li> <li>2. Depositar materia prima en espacios vacíos dentro de tu lugar de mezcla de modo que se genere movimiento que ayuden a homogeneizar la mezcla.</li> <li>3. Verificar mediante la observación cada parte del mezclado, para ver si se encuentra homogeneizada la mezcla.</li> </ol>
Definiciones de términos	<p><b>Materia Prima:</b> Para la actividad se define como materia prima, el cemento y la arena gruesa y fina que se mezclan hasta que se homogenice.</p> <p><b>Mezcla homogeneizada:</b> Se define como la unificación de las materias primas en color dentro del área de mezclado.</p>

*Nota.* Esta tabla presenta la ficha de procedimiento estandarizado, con la información recogida en la ficha de entrevista y la definición de términos para mejor entendimiento del operario.



La ficha de procedimiento estandarizado permitirá realizar su trabajo a los operarios de una manera eficiente, ya que esta funciona como guía para el desarrollo de las distintas actividades.

#### 3.2.3.2.1.2 Personal no capacitado.

Previamente, se realizará un análisis de los factores involucrados en el área de mezclado que son los causantes de dichas pérdidas, al ser un proceso semiartesanal los factores causantes estarán relacionados con el procedimiento y la mano de obra como se mencionó en la técnica de interrogatorio sistemático evidenciando que existe una participación e influencia similar. De acuerdo con esto se tomó un caso de éxito de estandarización de trabajo, mismo que será adaptado a nuestra investigación, sobre las ganancias de productividad a través de la estandarización del trabajo. Un estudio completo en donde mencionan que el procedimiento y desenvolvimiento de la mano de obra son fundamentales para evitar desperdicios en el proceso. Además, se enfoca en un proceso productivo y muestra índices de variación en cuanto a los factores propuestos causantes de la merma en el área de mezclado. Para ello se está proponiendo implementar 2 actividades.

- **Con respecto al factor hombre:**

El personal que ingresa a la empresa para desempeñarse en el área de mezclado no cuenta con una inducción previa. En ocasiones, la rotación de personal es elevada y el ingreso de los operarios es constante, la mayoría de ellos se ha desempeñado en algún trabajo similar o son jóvenes inexpertos que por la escasez laboral buscan nuevos trabajos. Esto no favorece del todo a la compañía porque en el caso de los

trabajadores que conocen sobre el desarrollo del proceso tiene diferentes métodos de trabajo, y en el caso de los nuevos son enviados a traer materia prima o realizan con lentitud el mezclado. Los operarios deberían contar con la cantidad exacta para dosificar y la documentación de las tareas que desarrollarán durante el día para agilizar el procedimiento de elaboración de concreto. Dicho procedimiento se debe formular en base a la documentación de operaciones.

### **Capacitación del personal dentro del área**

Para la capacitación del personal se propone un listado de actividades correctivas y capacitaciones mensuales debido a los cambios continuos de puesto, para ello se realizará un análisis al diagrama de carriles para identificar las actividades de cada uno de los operarios que no agregan valor. Asimismo, se analizarán los movimientos de los operarios identificados en el diagrama de Spaguetti con la finalidad de evitar mermas por los tiempos de viaje para el traslado de materiales.

Debido a que es imposible calcular las mermas en todas las actividades del proceso la única manera de asegurarnos que no se produzcan perdidas es evaluando las actividades que se pueden realizar por un solo operario o que no son necesarias debido a que se pueden incorporar métodos más eficientes. Por lo tanto, se realizará un análisis de valor a las actividades del proceso con la finalidad de buscar alternativas de optimización, e implementarlas, realizando las pruebas necesarias para reducir los tiempos en las actividades y eliminar las que no generan valor.

Se realizará el cálculo del índice de valor añadido para evidenciar si el proceso estudiado es efectivo, en caso contrario se considerará como no efectivo y se procederá a reducir actividades que no generan valor añadido.

Si la empresa en estudio obtiene resultados del análisis de las actividades del proceso que no son necesarias y no generan valor se propone realizar un plan de capacitación de todas las actividades que generan valor y también de las necesarias que no generan valor, enfocándose en reducir todas las actividades antes mencionadas.

### **Implementar registro de mezclado**

Para implementar el concepto de documentación actualizada y capacitación del personal se pretende realizar una ficha de registro que cada operario deberá llenar al terminar la jornada laboral, para posteriormente analizarlo nuevamente en un diagrama de carriles presentado en capítulo anterior con la finalidad de encontrar mejoras en secuencia de actividades para reducir tiempos.

**Tabla 36**

*Formato de registro de mezclado*

Formato de registro de mezclado						
ID	Fecha	O. de producción	Operador	Materia prima	Cantidad(kg)	Observaciones

*Nota.* Esta tabla muestra el formato de registro de mezclado que realizará cada trabajador según su forma de procedimiento.

### **Indicadores de estandarización**

Según Ingrande (2017), el no tener procedimientos estandarizados dentro de un área donde se realizan actividades repetitivas, secuenciales, hacen que los operarios, realicen de distinta forma su trabajo, lo cual puede ocasionar que los productos finales tengan distintas características y se generen mermas. El autor, indica que el tener los procedimientos estandarizados mejora el desempeño del personal en un 35%, puesto que ya se tiene el proceso estandarizado, y se han realizado capacitaciones operativas.

**Tabla 37**

*Indicadores estandarización de trabajo*

<b>Indicadores Estandarización</b>	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>	<b>MEJORA</b>
Operaciones de valor añadido	57%	75%	18%
Tiempo de actividades operativas (min)	10.81	8.32	2.49
<u>Desempeño del personal</u>	42%	77%	35%

*Nota.* Esta tabla muestra los indicadores antes y después de implementar la estandarización de trabajo, con la cantidad de porcentaje de mejora.

### **3.2.3.2.2 Implementación de Ergonomía.**

El plan en materia ergonómica utilizando la herramienta Ergonautas se encuentra vinculado a la causa raíz de “falta de plan en materia ergonómica”. Esta herramienta beneficiará a la operatividad en la producción dentro de la industria de prefabricados, por lo cual se encuentra involucrado el recurso humano, el cual es un factor fundamental en el área de mezclado. A continuación, se desarrollará cada paso de la propuesta de implementación de la ergonomía.

- **Identificar área de estudio.** Este paso tiene como propósito saber cuál va a ser el área para estudiar, para lograr con exactitud determinar el área en estudio, se debe evaluar el problema, para las empresas de prefabricados, mediante un diagrama de bloques. Para la elaboración del diagrama de bloques se toma en cuenta los ingresos al área de producción, ya sea materia prima e insumos. El diseño de un diagrama de bloques se encuentra en la figura 14, en base a ese diagrama se determinará el área de estudio.
- **Identificar actividades dentro del área.** Este paso tiene como propósito mostrarnos cuales son las actividades que se realizan dentro del área para lo cual

se elabora un diagrama de carriles dentro del área seleccionada. El diagrama de carriles se elabora en base a las actividades que se identifican de cada trabajador y en conjunto con sus compañeros. Una vez realizado el diagrama de carriles, se debe elaborar una tabla con todas las actividades dentro del área. Para lo cual se brinda el formato de tabla que se debe llenar con las actividades encontradas en el diagrama de carriles.

**Tabla 38**

*Formato de la tabla de tareas dentro del área.*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES</b>	
ÁREA:	
ELABORADO POR:	
Actividad 1	
Actividad 2	
Actividad 3	
Actividad 4	
Actividad 5	
Actividad 6	
Actividad 7	
Actividad 8	
Actividad 9	
Actividad 10	
Actividad 11	
Actividad 12	
Actividad 13	
Actividad 14	
Actividad 15	
Actividad 16	
Actividad 17	

Actividad 18	
--------------	--

*Nota.* Esta tabla muestra las actividades realizadas dentro del área de trabajo.

- **Seleccionar Actividades críticas.** Para desarrollar el paso de seleccionar las actividades críticas, se debe analizar el diagrama de carriles, este análisis se basa en las actividades que realizan los operarios en el área de estudio. Para que se pueda apreciar las actividades críticas, se propone un formato de tabla donde se detalle el nombre de cada actividad crítica y su respectiva numeración. De igual forma se toma en cuenta las actividades críticas identificadas para el desarrollo de las evaluaciones ergonómicas, las cuales serán parte del plan de materia ergonómica que se propone en esta investigación. A continuación, se presenta el formato de tabla con el contenido del caso de estudio.

**Tabla 39**

*Formato de tabla de Actividades críticas*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b>	
ÁREA:	
ELABORADO POR:	
Actividad Crítica 1	
Actividad Crítica 2	
Actividad Crítica 3	
Actividad Crítica 4	
Actividad Crítica 5	

*Nota.* Esta tabla muestra las actividades de mayor riesgo ergonómico para los operadores.

- **Identificar factores de riesgo ergonómicos.** El desarrollo de este paso se debe realizar mediante los factores de riesgo y las normas del estado. En Perú lo

contempla la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, la cual es abalada por el Ministerio de trabajo y promoción del empleo y que se establece en el reglamento de seguridad y salud en el trabajo. Se debe tomar en cuenta las tareas críticas para que puedan ser identificadas con los factores de riesgo. A continuación, se muestra la tabla la cual indica los factores de riesgos ergonómicos, los cuales tienen en cuenta el tiempo de más de 2 horas por día para que sea considerado un factor de riesgo.

**Tabla 40**

*Tabla de factores de riesgo ergonómicos*

Factores Ergonómicos	
	Manos por encima de la cabeza
	Codos por encima del hombro
	Espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados
	Espalda en extensión más de 30 grados
	Cuello doblado / girado más de 30 grados
Posturas Incomodas o Forzadas	Estando sentado, espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados
	Estando sentado, espalda girada o lateralizada más de 30 grados
	De cuclillas
	De rodillas
Levantamiento de carga frecuente	40 KG Una vez / día 25 KG más de doce veces / hora 5 KG más de dos veces / minuto Menos de 3KG más de cuatro veces/minuto
Esfuerzos de manos y muñeca	Si manipula y sujeta en pinza un objeto de más de un Kilogramo Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza Si se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa



Movimientos repetitivos con alta frecuencia	El trabajador repite el mismo movimiento muscular más de 4 veces /min durante más de dos horas por día. En los siguientes grupos musculares: Cuellos, hombros, muñecas, manos, codos
Impacto repetido	Usando manos o rodillas como martillo más de 10 veces por hora, más de dos horas por día
Vibración de brazo-mano de moderado a alta	Nivel moderado: más 30 min. / día Nivel alto: más 2 horas/día

*Nota.* Adaptación de la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico.

Para la identificación de factores ergonómicos, con la ayuda de la tabla 40 se realiza otra tabla donde se toma las actividades críticas y los factores que puedan afectar las posturas de las tareas. A continuación, se muestra los factores ergonómicos con las actividades críticas identificadas.

**Tabla 41**

*Actividades críticas con sus factores ergonómicos*

ACTIVIDADES CRÍTICAS	FACTORES DE RIESGO
Actividad crítica 1	Riesgo disergonómico 1
	Riesgo disergonómico 2
	Riesgo disergonómico 3
Actividad crítica 2	Riesgo disergonómico 1
	Riesgo disergonómico 2
	Riesgo disergonómico 3
	Riesgo disergonómico 4
	Riesgo disergonómico 5
Actividad crítica 3	Riesgo disergonómico 1
	Riesgo disergonómico 2
	Riesgo disergonómico 3
Actividad crítica 4	Riesgo disergonómico 1
	Riesgo disergonómico 2

	Riesgo disergonómico 3
	Riesgo disergonómico 4
Actividad crítica 5	Riesgo disergonómico 1
	Riesgo disergonómico 2
	Riesgo disergonómico 3
	Riesgo disergonómico 4

*Nota.* Esta tabla muestra los riesgos ergonómicos que se pueden generar por las actividades físicas realizadas.

- Seleccionar métodos de evaluación ergonómica.** Este paso nos indica que debemos revisar los métodos de evaluación ergonómica para así poder escoger el o los más apropiados para la evaluación. Para lograr esto, según la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico, nos muestra una tabla con los métodos utilizados en el Perú, con el fin de identificar los más apropiados para la implementación de un plan en materia ergonómica, según los factores de riesgo identificados en las actividades críticas seleccionadas. Para ello, según lo identificado, se determinó que existen problemas musculo esqueléticos y de manipuleo de cargas, para lo cual se presentan métodos como, OWAS, REBA, NIOSH, RULA, Job Strain Index, etc. Según Matteucci (2019), determina que los métodos que guardan mejor relación para la solución de estos problemas músculo esqueléticos son OWAS Y REBA y referente a los problemas de manipuleo de carga el mejor método de evaluación es NIOSH. De esta manera se propone el desarrollar estos 3 métodos de evaluación.

**Tabla 42**

*Métodos de evaluación ergonómica*

<b>Método de evaluación Ergonómica</b>
OWAS
REBA
NIOSH

*Nota.* Adaptado de la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico.

Esta tabla muestra todos los métodos de evaluación ergonómica, para lo cual como se concluyó, se desarrollarán los métodos OWAS, REBA y NIOSH.

- **Recolectar evidencias.** Este paso se realiza con la toma de fotos dentro del área de estudio, teniendo en cuenta las actividades críticas identificadas en el diagrama de carriles. Para lograr una correcta recolección de datos, los miembros del equipo de proyecto deben apersonarse a la empresa y realizar tomas fotográficas. Con las evidencias que se reúnan, se podrá observar distintos tipos de posturas que se encuentren en el área de estudio.
- **Evaluar ergonómicamente los riesgos.** Este paso nos va a permitir realizar las evaluaciones ergonómicas seleccionadas, en base a las posturas encontradas dentro del área de estudio y los riesgos que repercuten sobre los mismos. Las evaluaciones se deben realizar por imagen fotografiada. Para las evaluaciones se presentan tablas que contienen las guías según cada parte del cuerpo, por cada método.

## METODO OWAS:

El método OWAS en su evaluación abarca, posturas de trabajo más comunes, e identificables fácilmente para la espalda, los brazos y las piernas. Los pasos por seguir son los siguientes: Primero se ingresa las actividades al programa Ergonautas, segundo se realiza la evaluación mediante el llenado de cada ítem dentro de la evaluación.

Posterior a ello se realiza la exposición de resultados donde se detalla el nivel de riesgo que se da en la postura que se estudia. A continuación, se presenta el cuadro dentro del programa donde se evidencia cada actividad con el método de evaluación que se le realizó.

Descripción o identificador de la tarea	Tipo de evaluación	Método de evaluación
Trasladar materia prima al área de mezclado	Carga Postural	OWAS - Owako Working Analysis System
Colocar materia prima en área seleccionada	Carga Postural	OWAS - Owako Working Analysis System
Mezclar	Carga Postural	OWAS - Owako Working Analysis System
Colocar mezcla en recipientes	Carga Postural	OWAS - Owako Working Analysis System
Llevar recipientes al área de vaciado	Carga Postural	OWAS - Owako Working Analysis System

### **Figura 27**

*Listado de tareas dentro del área de mezclado con el método OWAS.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

En la exposición de resultados, después de realizar las evaluaciones por el método OWAS se debe resaltar las actividades que presentan mayor nivel de riesgo y se deben tomar medidas frente a ellas. Según Matteucci (2019), nos indica que la evaluación OWAS, nos permite hacer un estudio general de las posturas y que para su confirmación

de las acciones correctivas es necesario evaluar con otro método el cual permita desarrollar más a fondo las posturas críticas dentro del área seleccionada. Para ello se utiliza el método REBA y NIOSH.

Método REBA:

El método REBA divide su análisis en dos grupos (A y B), donde el grupo A, evalúa cuello, piernas y tronco, mientras que el grupo B, evalúa brazos, antebrazos y muñecas. Los pasos por seguir son similares a los expuestos para la evaluación del método OWAS. De igual forma se muestra la tabla con las actividades dentro del sistema, donde se desarrollarán las evaluaciones REBA.

**Listado de tareas**

Descripción o identificador de la tarea	Tipo de evaluación	Método de evaluación
Trasladar materia prima al área de mezclado	Carga Postural	REBA - Rapid Entire Body Assessment
Colocar materia prima en área seleccionada	Carga Postural	REBA - Rapid Entire Body Assessment
Mezclar	Carga Postural	REBA - Rapid Entire Body Assessment
Colocar mezcla en recipientes	Carga Postural	REBA - Rapid Entire Body Assessment
Llevar recipientes al área de vaciado	Carga Postural	REBA - Rapid Entire Body Assessment

**Figura 28**

*Listado de tareas dentro del área de mezclado con el método REBA.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

Los resultados del método REBA nos muestran que actividades críticas, presentan un riesgo alto y riesgo muy alto, lo cual se debe detallar la acción a tomar, se presenta un formato de la tabla donde se colocan los resultados de evaluación, niveles de riesgo y acción a realizar para cada una de las actividades críticas que se identifiquen.

**Tabla 43**

*Puntuaciones finales de las actividades críticas*

ACTIVIDAD CRÍTICA	PUNTUACION FINAL REBA	NIVEL DE ACCIÓN	NIVEL DE RIESGO	ACTUACION
Actividad crítica 1	-	-		
Actividad crítica 2	-	-		
Actividad crítica 3	-	-		
Actividad crítica 4	-	-		
Actividad crítica 5	-	-		

*Nota.* Esta tabla detalla las puntuaciones de las actividades críticas y las posibles soluciones para evitar problemas ergonómicos

Método NIOSH:

El método NIOSH, permite evaluar el manipuleo de carga que tiene el operario dentro del área donde desempeña labores. Los resultados de la evaluación del método NIOSH. Para lograr ello se ingresa la data observada en las fotografías al programa Ergonautas y de ahí se realiza la evaluación. En la siguiente figura se detalla las tareas con el método a evaluar.

Listado de tareas

Descripción o identificador de la tarea	Tipo de evaluación	Método de evaluación
Trasladar materia prima al área de mezclado	Manipulación manual de carga	NIOSH - Ecuación de levantamiento de carga Niosh
Colocar materia prima en área seleccionada	Manipulación manual de carga	NIOSH - Ecuación de levantamiento de carga Niosh
Mezclar	Manipulación manual de carga	NIOSH - Ecuación de levantamiento de carga Niosh
Colocar mezcla en recipientes	Manipulación manual de carga	NIOSH - Ecuación de levantamiento de carga Niosh
Llevar recipientes al área de vaciado	Manipulación manual de carga	NIOSH - Ecuación de levantamiento de carga Niosh

**Figura 29**

*Listado de tareas para la evaluación NIOSH*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

A continuación, se muestra un formato de tabla en la cual se deben detallar el índice de levantamiento y el nivel de riesgo de las posturas a estudiar.

**Tabla 44**

*Resultados de la evaluación NIOSH a las actividades críticas*

<b>Área: Mezclado</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Índice de levantamiento</b>	<b>Resultado</b>
Actividad crítica 1	-	Resultado 1
Actividad crítica 2	-	Resultado 2
Actividad crítica 3	-	Resultado 3
Actividad crítica 4	-	Resultado 4
Actividad crítica 5	-	Resultado 5

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

- Realizar conclusiones y propuestas de mejoras.** Este paso es fundamental para sintetizar la información que se ha desarrollado e iniciar acciones en beneficio de la compañía y de sus trabajadores, para que de esta manera puedan reducir los riesgos de lesiones, los movimientos repetitivos. Para la industria de prefabricados, se deben tener en cuenta medidas correctivas en las áreas que se estudien, según criterio de selección. Con el plan expuesto para la implementación, se presentan los indicadores determinados por estudios anteriores a este, los cuales aportan en el desarrollo de cumplimiento del plan en materia ergonómica.

### **Indicadores Ergonómicos**

Según Rodríguez Macías, el implementar un plan de evaluación ergonómica mejora la productividad del operario en un 20%, lo cual origina que se incurran en menos movimientos y esfuerzos innecesarios, reducción de lesiones, menos factores de riesgo. Según el problema planteado en esta investigación, se verifica que el 28.5% equivale a

la causa de movimientos y esfuerzos innecesarios, para lo cual se detalla que no existe un plan en materia ergonómica. Por ello, la implementación de un plan en materia ergonómica origina una reducción del 20% de productividad del operario.

Según Rodríguez Macías, en la implementación de un plan de evaluación ergonómica los factores de riesgo disminuyen en un 40% en cantidad, de los que habitualmente presenta el área en estudio. En la presente investigación los factores de riesgo identificados se midieron en base a las normas de ergonomía implantadas por el ministerio de trabajo del Perú, para lo cual cada factor de riesgo se identificó, en las tareas críticas que presenta el área de mezclado. En la identificación se muestra que se tiene 10 factores de riesgo, para lo cual, según Rodríguez Macías, con la implementación del plan de evaluación ergonómica se debe disminuir en 40% la cantidad de factores de riesgo.

**Tabla 45**

*Indicadores Ergonomía*

<b>Indicadores de Ergonomía</b>	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>	<b>MEJORA</b>
Movimientos y esfuerzos innecesarios	28.50%	22.80%	20%
Cantidad de factores de riesgo	10	6	40%

*Nota.* Esta tabla muestra los indicadores antes y después de implementar ergonomía, con la cantidad de porcentaje de mejora.

**3.2.3.2.3. Implementación de Gestión de proveedores**

En el capítulo anterior se pudo observar que uno de los motivos por los que se genera una cantidad alta de merma en el proceso de mezclado es la dosificación de la cantidad de materia. Esta se ha visto afectada por las variaciones que se presentan al



momento de realizar la mezcla. Los componentes no mantienen el nivel de calidad requerida, por ende, la consistencia de concreto es más insoluble. Siendo considerado el proceso de mezclado como el principal debido a la producción del concreto, material base de la fabricación. Se ha realizado un estudio de la literatura de investigación con la finalidad de identificar las posibles causas que generan mayor impacto en temas de dosificación. Este estudio evidencio que efectivamente, la calidad de materia prima era el factor fundamental por lo que se generaban problemas en el concreto. Esto se debe a que la empresa no cuenta con una estandarización de proveedores, generado por la falta de homologación de proveedores.

Según lo mencionado anteriormente una de las herramientas enfocadas a solucionar este problema es la gestión de proveedores, este proceso engloba una serie de actividades asociadas a la selección, evaluación, contratación, de proveedores con el objetivo de elegir aquellos que cumplan con los requerimientos de calidad propuestos por la organización. Para proceder a desarrollar la herramienta se debe tener en cuenta algunos de los condicionantes más indicados: antes de acceder a la compra se debe especificar que requisitos debe tener la materia prima que se va adquirir, buscar los proveedores adecuados utilizando las herramientas necesarias para una buena selección y negociación, seleccionar a los proveedores según su capacidad para proporcionar materia prima que cumpla con los requisitos establecidos, asegurarse que la materia prima adquirida cumpla con el estándar propuesto, realizar evaluaciones continuas.

Para desarrollar el proceso de gestión de proveedoras en la empresa se ha detallado un flujograma de la implementación en la figura 22, donde se observa el desarrollo de las actividades. Sin embargo, en dicho proceso no se pueden evidenciar fases que se

tomarán en cuenta. Según Santu Kar & Kumar Neeraj Jha, el proceso de gestión de proveedores se desarrolla según el conocimiento del producto, análisis de los proveedores, selección y evaluación, seguimiento y actualización. A continuación, se puede observar dichas etapas en la siguiente figura.



**Figura 30**

*Proceso de gestión de proveedores*

*Nota.* Adaptado del flujograma de implementación de gestión de proveedores

Una vez analizado el proceso para realizar una buena gestión de proveedores se procede a seguir los pasos del plan de implementación de la herramienta. Para empezar, se debe identificar los requisitos de los productos que se van a adquirir con sus debidas especificaciones técnicas, las fichas técnicas deben contener los componentes químicos, filtración y tratamiento de los materiales con la finalidad de verificar en el laboratorio en caso existan problemas por calidad de concreto. Luego de haber analizado las especificaciones del producto se procede a analizar los precios máximos que se considerarían para la compra de los materiales.

Los productos seleccionados son considerados los productos principales para el proceso de producción de cajas registro. Sin embargo, en caso no se cuente con el abastecimiento completo de materiales, se debe optar por reemplazar dichos productos por productos sustitutos que tengan similares características y calidad. Estos son utilizados para otras líneas producción, sin embargo, se consideran como stock de seguridad en caso haya problemas para continuar la producción con la materia prima indicada.

- Fuentes de información de nuevos proveedores

Seguidamente se realizará la recopilación de las fuentes de información con todos los proveedores potenciales, es decir, toda la cartera de proveedores que tengan en stock la materia prima requerida. Se deberá tomará adoptar toda la información existente para localizar a dichas empresas haciendo uso de sitios web, recomendaciones, directorios telefónicos, revistas entre otras opciones que puedan servir para identificar los posibles nuevos proveedores potenciales. En el caso de los proveedores actuales también serán considerados con la finalidad de realizar una evaluación para determinar negociaciones

efectivas. Una vez realizado la recopilación de proveedores nuevos se inicia el contacto directo o vía telefónica para solicitar citas con los encargados de ventas o enviar formato con la información para una evaluación.

**Tabla 46**

*Consideraciones de elección de proveedores*

<b>CONSIDERACIONES DE ELECCIÓN DE PROVEEDOR</b>	
<b>Condiciones Calidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de materia prima</li> <li>• Químicos utilizados</li> <li>• Características técnicas</li> <li>• Periodo de garantía</li> <li>• Servicio postventa</li> <li>• Servicio de atención al cliente</li> <li>• Información extra</li> </ul>
<b>Condiciones económicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precio unitario</li> <li>• Descuento comercial</li> <li>• Rappels (Descuentos por volumen de compra)</li> <li>• Forma de Pago</li> <li>• Plazo de Pago</li> </ul>
<b>Otras condiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de validez de la oferta</li> <li>• Causas de terminación del contrato</li> <li>• Plazo de entrega</li> <li>• Circunstancias que pueden dar lugar a revisiones en los precios</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra las consideraciones que se deben tener en cuenta para elegir proveedores según la calidad y entrega de materia prima.

Las visitas con los representantes de las empresas serán de utilidad para conocer identificar la calidad de atención y el nivel de negociación a la que se desea llegar. La actitud de los representantes permitirá iniciar una relación comercial en cuanto a precios y calidad. Así mismo, en caso sea posible visitar las instalaciones de los centros de venta o producción de los proveedores para cerciorarnos de que no existan irregularidades.

- Matriz de Posicionamiento de proveedores actuales.

Una vez realizada la primera fase que concierne a las especificaciones de la materia prima, precio máximo a considerar y las consideraciones para la búsqueda de nuevos proveedores en el mercado, se procederá a realizar un análisis de los proveedores actuales de la empresa con la finalidad de potencializar la cartera de proveedores. En esta etapa se identificarán los pedidos realizados a diferentes proveedores durante el año como referencia, seguidamente se procederá a utilizar el método ABC de proveedores para clasificar los proveedores según el reembolso por materia prima que realizó.

Los gráficos deben detallar la cantidad de pedidos que se realizaron a los proveedores, los que se encuentran en el nivel A vienen a representar el 80% del gasto de compra, lo componen aproximadamente el 15% de proveedores. Estos son considerados estratégicos ya que tienen mayor probabilidad de seguir estableciendo negociaciones con la empresa. Los proveedores del nivel B representan el 15% de las compras que realiza la empresa, lo componen aproximadamente el 25% de los proveedores y son considerados críticos, es decir que las negociaciones son temporales o puede la empresa requerir de sus servicios en caso sus proveedores estratégicos no cuente con el stock requerido. En cuanto los proveedores del nivel C está formado por el 60% de proveedores restantes debido a que tienen aproximadamente una participación del 5% y tienen muy baja incidencia en el gasto total.

**Tabla 47**

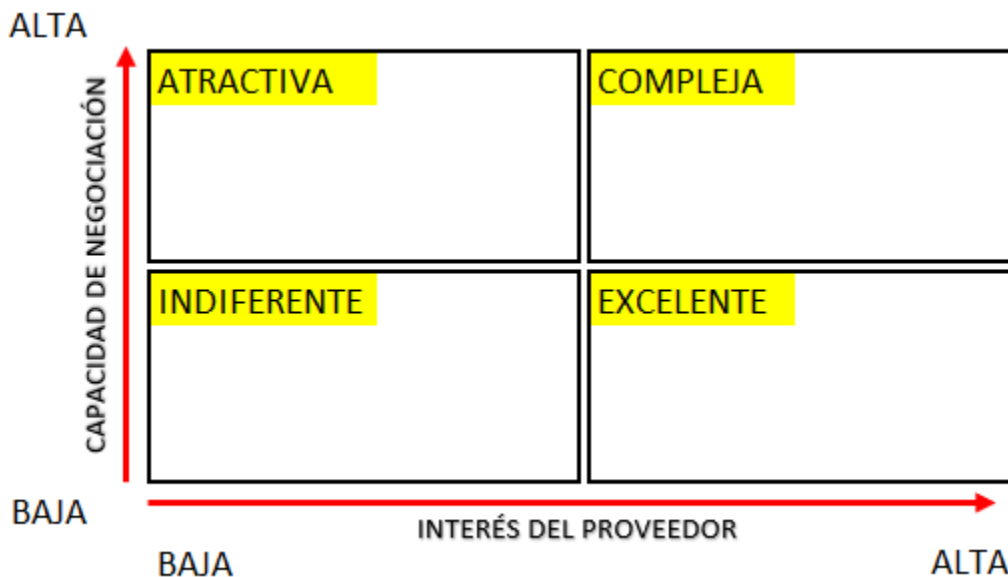
*Matriz de categorización de proveedores*

<b>Matriz de categorización de proveedores</b>		
Proveedores tipo A	A<80%	15%

Proveedores tipo B	80%<B<95%	25%
Proveedores tipo C	95%<C<100%	60%

*Nota.* Adaptado de “Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS” de Santu Kar & Kumar Neeraj Jha, 2020

El proceso de categorización de los proveedores se debe realizar mediante una matriz de posicionamiento, la cual busca posicionar la cartera de proveedores según la situación actual para ello se requiere la ayuda de la ficha de información del proveedor ([Anexo 38](#)), considerando el interés del proveedor y su nivel de negociación. Ambas dependen del interés de importancia de la empresa sobre la satisfacción de los pedidos. Según su ubicación en la matriz se verifica si los proveedores evaluados son considerados como atractivos, excelentes, complejos o indiferentes para la empresa. Se debe tener en cuenta que la matriz se realizará en función a los proveedores A y B; el objetivo de análisis del proveedor se enfoca en la calidad de la materia prima.



**Figura 31**

*Matriz de posicionamiento de proveedores*

- Criterios de selección:

En este caso, debido a que las estrategias competitivas adoptadas se enfocan a costos y calidad de materiales los criterios considerados para la evaluación estarán alineados a garantizar que la materia prima cumpla con diversos parámetros como los de composición y los de materia de calidad determinados por la empresa, con el fin de reducir los riesgos de que el producto sea defectuoso al final e inconsistencia del concreto. En la siguiente tabla se mencionarán los criterios de selección propuestos por la empresa enfocados a la materia prima.

**Tabla 48**

*Criterios de selección de proveedores.*

<b>Calidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestras examinadas en laboratorio.</li> <li>• Certificado de procedencia del pedido</li> <li>• Acepta devoluciones de pedidos que no estén conformes los clientes</li> <li>• El producto presenta especificaciones correctas.</li> </ul>
<b>Infraestructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con máquinas propias</li> <li>• Cuenta con comunicación efectiva entre tecnologías.</li> </ul>
<b>Condiciones comerciales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de formas de pago.</li> <li>• Se factura oportunamente</li> </ul>
<b>Servicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia frente al servicio de preventa y postventa</li> <li>• Atención de quejas.</li> <li>• El plazo establecido para la entrega de mercaderías según los acuerdos establecidos</li> <li>• Cumplimiento en cantidades</li> </ul>

- Envían la documentación junto con la mercadería(facturas)
  - Cumplimientos de especificaciones
- 

*Nota.* Esta tabla muestra los criterios para la elección de proveedores para la evaluación de proveedores y garantizar la calidad de materia prima.

- Evaluación y selección de proveedores

Los criterios obtendrán un nivel de calificación que permitirá evaluar la condición de las empresas proveedores frente a los requerimientos propuestos por la organización.

**Tabla 49**

*Nivel de calificación de proveedor (%)*

CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO	PLAN DE ACCIÓN	CONDICIÓN
---------------------------	----------------	-----------



Mayor o igual a 85%	Se aconseja mantener como proveedor	CALIFICADO
Mayor o igual a 70% y menor que 84%	Se aconseja mantener como proveedor, se realizarán órdenes de compra, pero presentará un plan de mejora no superior a 3 meses	CALIFICADO CONDICIONADO
Mayor o igual a 55% y menor que 74%	Se aconseja mantener su permanencia en el Registro de proveedores, a la espera de las mejoras en su desempeño en un periodo no superior a 3 meses (Debe presentar un plan de mejora). No se realiza la compra.	CALIFICADO CON RESERVA

*Nota.* Adaptado de la puntuación general de proveedores para análisis de calidad (2020)

Para verificar el cumplimiento de los criterios propuestos, la evaluación se llevará a cabo por medio de un cuestionario de evaluación del proveedor. El cual permitirá realizar un sondeo sobre el sistema de calidad de cada empresa. La prioridad en la homologación se les brindará a las empresas proveedoras que cuenten con la gestión de calidad implementadas en sus empresas. Asimismo, se pedirá la copia del certificado de calidad y algunos otros requisitos que sirvan como evidencia para la validez del cuestionario presentado. El cuestionario de evaluación se puede observar en el [Anexo 40](#)

- Seguimiento y reevaluación de proveedores.

Una vez realizada la selección de proveedores se procede a realizar un seguimiento periódico según lo establecido en el proceso de gestión. Esto se realizará cada 15 días con la finalidad de asegurar la calidad de compra de materia prima, además los formatos deben aplicarse para verificar el cumplimiento de otras variables que permitan mantener un estándar apropiado en cuanto a la homologación de proveedores. El formato que se utilizará para realizar una reevaluación a los proveedores con respecto a la calidad se encuentra en el [Anexo 39](#), con la finalidad de seguir manteniendo la calidad de los

materiales en el proceso de mezclado, se ha propuesto un programa de homologación que permita realizar un control rápido de todos los lineamientos y normas propuestas para seguir manteniendo la calidad de la materia prima. Este programa se puede evidenciar en el [Anexo 41](#).

El objetivo principal de esta herramienta es la es realizar una homologación eficiente de proveedores para cumplir con los estándares de calidad de materia prima en el proceso de mezclado. Se han establecido indicadores que permitan medir el estado actual de la calidad y porcentaje de mejora con la propuesta.

**Tabla 50**

*Indicadores de gestión de proveedores*

<b>Indicadores de medición</b>	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>	<b>Mejora</b>
% Desempeño de proveedores potenciales	60%	85%	25%
% aprobación de muestras rechazadas	75%	30%	45%

*Nota.* Esta tabla muestra los indicadores antes y después de implementar la gestión de proveedores, con la cantidad de porcentaje de mejora.

**3.2.3.2.4. Implementación de Systematic Layout Planning**

La presente herramienta está vinculada a la causa raíz 5, el incorrecto diseño de Layout. La implementación de esta herramienta beneficiará en la correcta distribución de espacios para que la producción no presente deficiencias, y de esta manera se pueda disminuir la cantidad excesiva de merma de concreto en la planta. A continuación, se muestra la propuesta con los pasos desarrollados para la implementación de la herramienta System Layout Planning (SLP).

- **Analizar Producto – Cantidad.** Para el inicio de esta implementación, en principio se debe definir la cantidad y el producto que vas a producir en la planta que deseas distribuir, para ello se realiza una tabla en la cual se mostrará, el nombre del producto y la cantidad a producir de manera diaria y mensual. A continuación, se muestra la tabla orientada en el caso de estudio de la presente investigación.

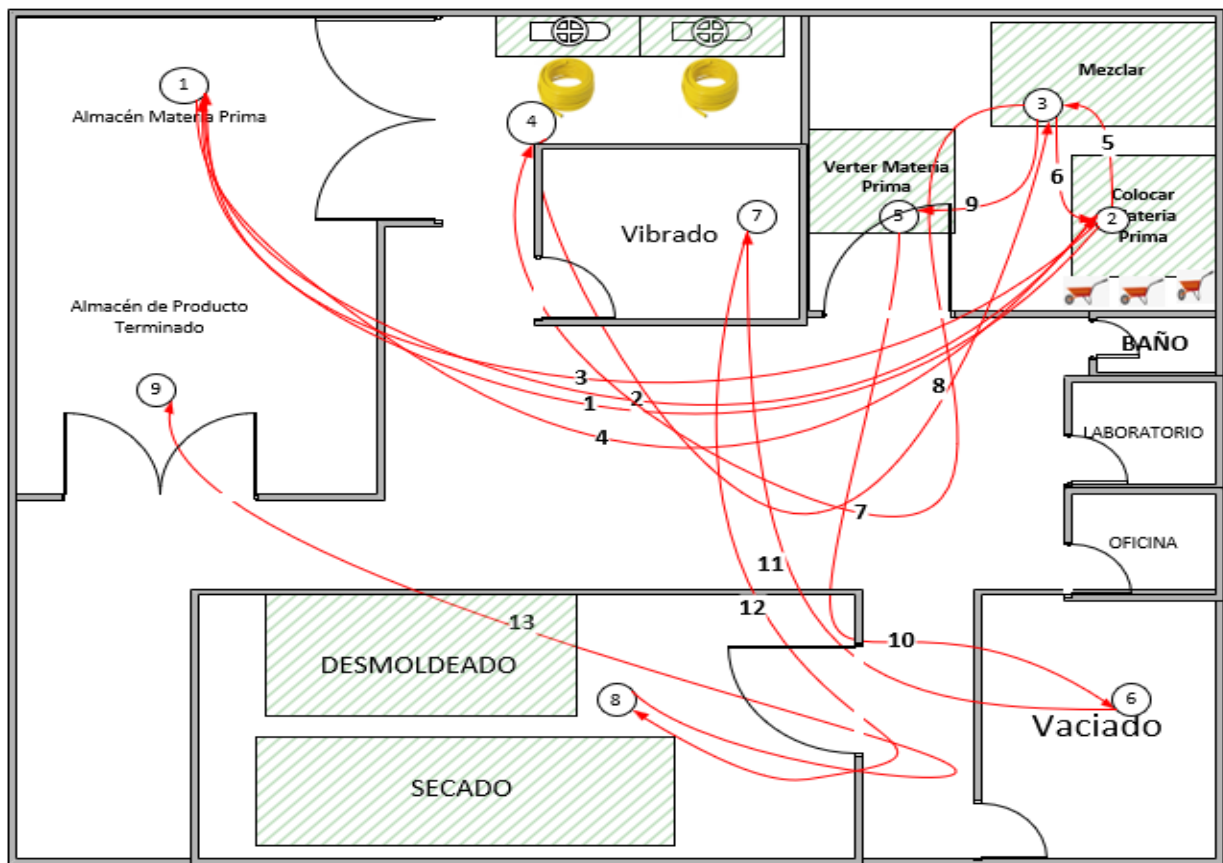
**Tabla 51**

*Producto – cantidad de producción*

NOMBRE DE PRODUCTO	PRODUCCIÓN DIARIA	PRODUCCIÓN MENSUAL
Producto		

*Nota.* Esta tabla muestra la producción diaria y mensual de un producto.

- **Analizar recorridos del producto.** Después de haber definido el producto y las cantidades de producción, se realiza el análisis de recorrido de la fabricación del producto seleccionado. Para este paso se pueden utilizar distintas formas de análisis, para lo cual se determina que el Diagrama de Spaghetti nos va a permitir conocer el recorrido por las distintas áreas que sigue el producto dentro de la planta de producción. A continuación, se presenta una representación de un diagrama de spaguetti.



**Figura 32**

*Diagrama de Spaghetti*

*Nota.* Adaptación de layout (2020)

El diagrama indica la secuencia de los materiales y la ruta de operarios dentro de una planta de producción. Para analizar el recorrido del producto se debe evidenciar la secuencia de procesamiento y se debe determinar las materias e insumos que transportan en cada recorrido.

Para determinar un factor de decisión se propone tomar tiempos y distancias de cada recorrido, con el fin de determinar cuánto es el tiempo total del ciclo de producción y la distancia total recorrida, tanto de operarios como de materia prima e insumos. A

continuación, se presenta un formato a detalle de recorridos, incluidos tiempos y distancias.

**Tabla 52**

*Formato de recorridos con sus tiempos y distancias.*

<b>RECORRIDO</b>	<b>TIEMPO (minutos)</b>	<b>DISTANCIA (metros)</b>
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-

*Nota.* Esta tabla mostrará los tiempos y distancia del recorrido que realizan los operarios llevando la materia prima.

- Analizar relaciones entre actividades.** Para desarrollar este paso, se tomará en cuenta la tabla relacional de actividades. Esta herramienta nos permitirá saber la relación que guarda cada una de las actividades realizadas por los operarios en el área en estudio. La tabla relacional de actividades consistente en un diagrama que establece el cruce de las actividades, donde se evalúa la proximidad de estas a modo de que el proceso productivo sea mucho mejor y con menos recorridos y tiempos innecesarios. Para evidenciar la proximidad se presenta una tabla con los códigos en líneas desde lo absolutamente necesario hasta el no importante. A continuación, se presenta la tabla relacional de actividades.

**Tabla 53**

*Códigos de proximidad.*

CÓDIGO	RELACIÓN DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

*Nota.* Adaptación de la tabla de códigos y proximidad.

La tabla 65 nos muestra los códigos de proximidad, los cuales son indispensables para la elaboración de la relación de las actividades.

**Tabla 54***Actividades relacionadas*

ACTIVIDAD	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Área 6	Área 7	Área 8	Área 9
Área 1									
Área 2									
Área 3									
Área 4									
Área 5									
Área 6									
Área 7									
Área 8									
Área 9									

*Nota.* Esta tabla mostrará las actividades relacionadas entre las diversas áreas del proceso de producción.

- **Desarrollo del diagrama de desarrollo de actividades.**

Al tener como referencia las actividades relacionales, se procede a diagramar el desarrollo de las actividades, de manera que cada código de proximidad (A, E, I, O, U, X) este representado por líneas que se detallan en la tabla 55. Con esta herramienta se consigue que las actividades presenten un flujo mejor distribuido en el proceso de producción. A continuación, se detalla la figura 33 que muestra las líneas que representa cada código de proximidad.

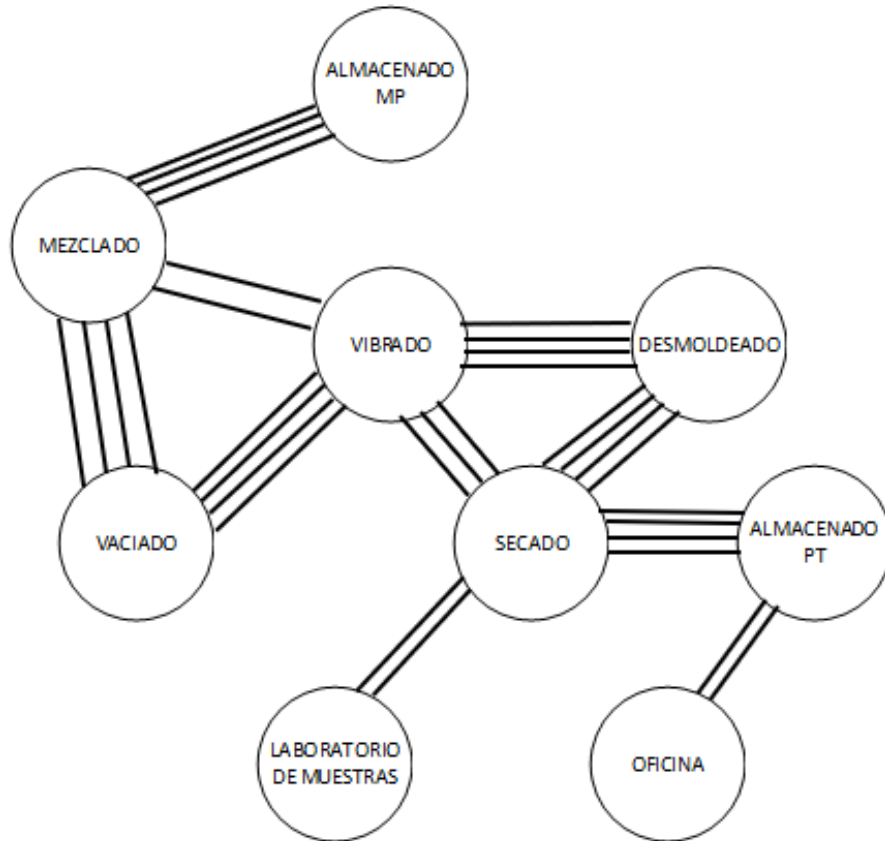
**Tabla 55**

*Líneas por código de proximidad*

<b>CÓDIGO DE PROXIMIDAD</b>	<b>NRO. DE LÍNEAS</b>
A	4
E	3
I	2
O	1
U	NINGUNA
X	1 (PUNTEADA)

*Nota.* Esta tabla muestra las líneas que se utilizarán por cada código de proximidad.





**Figura 33**

*Diagrama de desarrollo de actividades*

Como se muestra en la figura 33 se ve una distribución modelo de las posibles áreas que pueda tener una empresa de prefabricados de concreto. De igual forma esta herramienta determina una correlación de actividades con las cuales se realizan los productos utilizando debidamente los materiales, creando así un flujo de producción y a su vez la interacción entre todas las áreas de la empresa.

- **Analizar necesidades y disponibilidad de espacios.** Este paso nos indica que se debe analizar, las necesidades de espacio por actividad y lo que se dispone como área total de espacio. Según Fernández (2020), El planificador debe hacer

una previsión, tanto de la cantidad de superficie, como de la forma del área destinada a cada actividad. De igual forma menciona que cuando uno requiere un espacio para una actividad no solo debe ver los factores que están insertados en la misma, sino que debe estar condicionado al proceso total de la producción del producto. Teniendo en cuenta lo mencionado, se procede a realizar la determinación de áreas en cada actividad, tomando los recursos necesarios para un correcto trabajo dentro del área. De esta manera se determinará mediante los recursos necesarios la medida correspondiente del área de trabajo. Luego esto será comparado con la disponibilidad de espacios. Así se analizará las necesidades y disponibilidad de espacios. A continuación, se adjunta la tabla 56 con los recursos necesarios por área.

**Tabla 56**

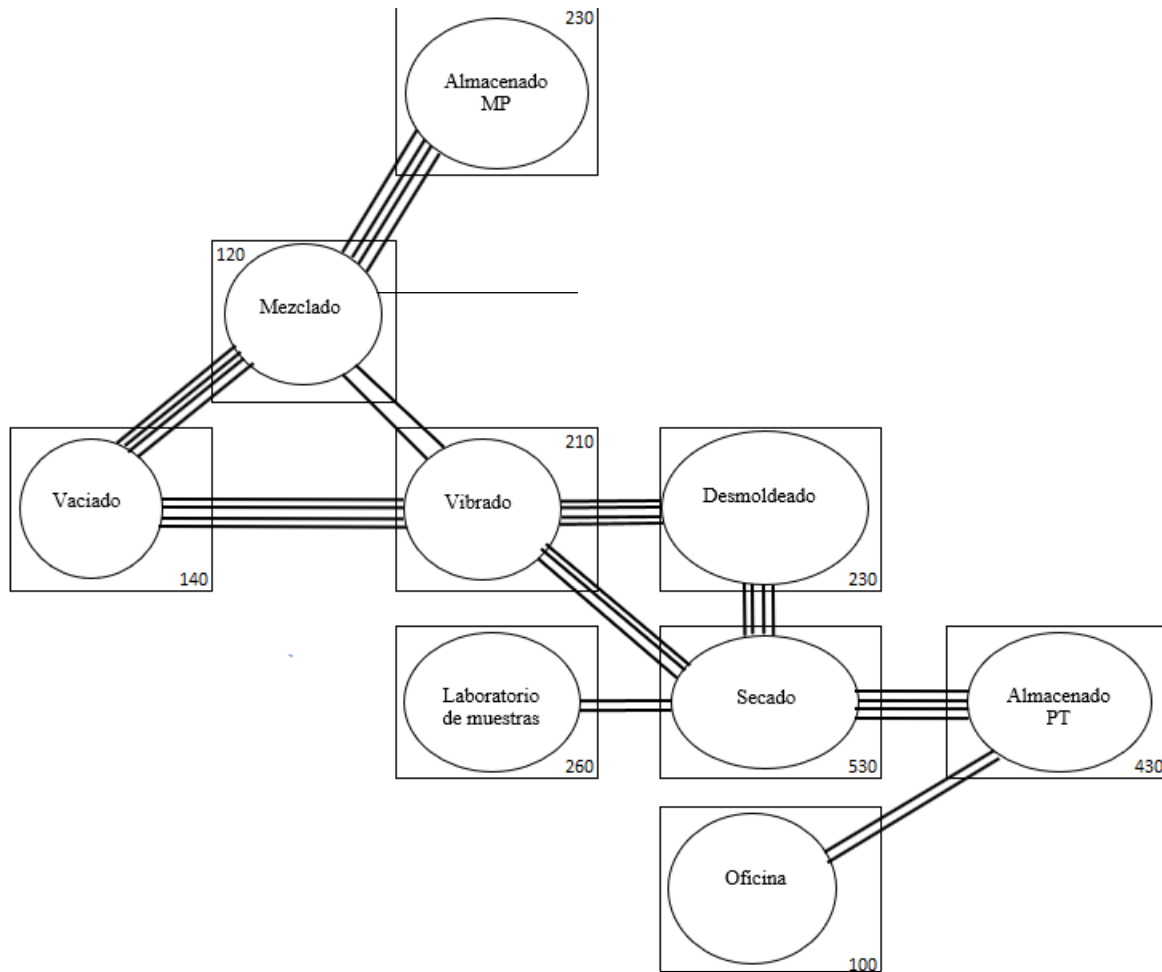
*Recursos necesarios por área con M2 aproximados*

ÁREA	ESPACIO REQUERIDO	M2 APROX.
Área 1	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
Área 2	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
	Espacio requerido 3	-
	Espacio requerido 4	-
Área 3	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
	Espacio requerido 3	-
Área 4	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-

Área 5	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
Área 6	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
Área 7	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
Área 8	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
	Espacio requerido 3	-
Área 9	Espacio requerido 1	-
	Espacio requerido 2	-
	Espacio requerido 3	-

*Nota.* Este cuadro muestra los recursos necesarios para poder laborar las diversas áreas de trabajo según sus dimensiones (m<sup>2</sup>).

- **Elaborar el Diagrama relacional de espacios.** En este paso se muestra la delimitación de espacios con el metraje aproximado, que se calculó en la identificación de necesidad y disponibilidad de espacios, todo ello se realiza mediante un diagrama de relación de los espacios. Esto delimita la proximidad de las áreas y el metraje que es necesario para guardar un orden dentro de la planta de producción.



**Figura 34**

*Diagrama de distribución de espacios.*

**Evaluar alternativas de solución y seleccionar la mejor.** Este paso es de suma importante ya que, a raíz de identificar las áreas de espacios, las actividades y sus respectivas relaciones se pueden proponer distribuciones de Layout a modo que se generen menores distancias y tiempos de traslado. Como herramienta, para la elaboración de los nuevos diagramas de planta, se propone la utilización del diagrama de spaghetti. Estos movimientos de redistribución se basan en las relaciones de proximidad elaboradas en pasos previos, teniendo en cuenta el metraje de cada área. Al tener en cuenta las

alternativas propuestas, se muestra un formato donde se debe detallar el número de propuesta, el tiempo de recorrido y la distancia recorrida. Luego se procede a determinar la mejor distribución.

### **Indicadores Systematic Layout Planning**

Para la ejecución de los indicadores se tomará en cuenta, 2 factores (tiempo de recorrido, distancia recorrida), para lo cual se presenta la siguiente tabla donde se visualiza los indicadores con los porcentajes obtenidos de mejora.

**Tabla 57**

*Indicadores Systematic Layout Planning*

<b>Indicadores SLP</b>	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>	<b>MEJORA</b>
Tiempo de recorrido (minutos)	32.5	22	32.31%
Distancia de recorrido (metros)	317	156	50.79%

*Nota.* Esta tabla muestra los indicadores antes y después de implementar la gestión de proveedores, con la cantidad de porcentaje de mejora.

### 3.3. Resultados esperados – métricas

Para la eliminación de causa raíz, se ha implementado una serie de herramientas las cuales cuentan con indicadores para medir su efectividad. Se considera la situación actual (AS IS) y la situación al implementar la mejora (TO BE), tomando en cuenta la literatura y el alcance de la mejora.

**Tabla 58***Indicadores de implementación de herramientas*

<b>Herramienta</b>	<b>Indicadores de medición</b>	<b>AS IS</b>	<b>TO BE</b>	<b>Mejora</b>
Estandarización de método de trabajo	Operaciones de valor añadido	57%	75%	18%
	Tiempo de actividades operativas	10.81	8.32	2.49
	Desempeño del personal	42%	77%	35%
Ergonomía	Movimientos y esfuerzos innecesarios	28.50%	22.80%	20%
	Cantidad de factores de riesgo	10	6	4
Gestión de proveedores	% Desempeño de proveedores potenciales	60%	85%	25%
	% aprobación de muestras rechazadas	75%	30%	45%
Systematic Layout Planning	Tiempo de recorrido (minutos)	32.5	22	10.5
	Distancia de recorrido (metros)	317	156	161

*Nota.* Esta tabla muestra el resumen de las herramientas utilizadas y sus indicadores antes y después de su implementación con su respectiva mejora.

### 3.4. Consideraciones para la implementación

Para el éxito de la implementación se debe considerar el compromiso y las restricciones por parte de los interesados con la finalidad de conocer a detalle el alcance de la implementación.

**Tabla 59***Consideraciones del proyecto*

	<b>COMPROMISO</b>	<b>RESTRICCIONES</b>
<b>EMPRESA</b>	Otorgar el ingreso a las instalaciones para realizar las pruebas necesarias. Otorgar permisos para realizar seguimiento y control del impacto de implementación de las herramientas e identificar posibles aspectos de mejora.	La implementación de alguna de las herramientas será realizada a través de la simulación o pilotos para su validación por factores de tiempo
<b>OPERARIOS</b>	Contribuir con las pruebas y adecuarse a los nuevos cambios después de implementarse las herramientas. Informar sobre las mejoras y documentar el trabajo realizado.	Operarios que se resistan al cambio como mayores de edad u otros experimentados no entenderán el impacto de las herramientas a largo plazo y las mejoras que se pretende realizar.
<b>PROVEEDORES</b>	Otorgar toda la información requerida para la homologación de proveedores actuales y potenciales. Actualizar los documentos requeridos y e informar a la empresa sobre las posibles irregularidades sobre la materia prima	Proveedores informales que no cuenten con un sistema de gestión integrado y no documenten no cumplan con las normas de calidad propuestas por las casas certificadoras de materiales de construcción
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>	Se implementarán herramientas en el proceso de mayor importancia por lo que se requiere la disponibilidad de todos los instrumentos necesarios para realizar medidas y documentarlas.	Aprobación de la gerencia de los cambios en el proceso realizados continuamente por la implementación será necesaria por lo que se ha considerado una limitante.
<b>COSTOS ASOCIADOS</b>	Cubrir los costos de mayor relevancia y tener costos de contingencia en caso existan riesgos al momento de la implementación.	El presupuesto es limitado. Si bien herramientas que se pueden implementar con facilidad hay otras que necesitan un desembolso de dinero elevado.

*Nota.* Esta tabla muestra las variables asociadas al proyecto con sus respectivas

responsabilidades y restricciones.

**Tabla 60***Matriz de riesgos de implementación de herramientas*

Código del riesgo	Descripción del riesgo	Causa	Categoría de riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad	Responsable	Estrategia	Respuesta a los riesgos
1	Operarios que no saben leer ni escribir	Falta de primaria y secundaria completa	Gestión	0.5	0.9	0.45	Equipo del proyecto	Evitar	Utilizar paneles visuales como guía para el operario
2	Resistencia al cambio por parte de los operarios	Miedo a no poder aprender las nuevas destrezas o conocimientos que se requieren	Técnico	0.4	0.5	0.2	Equipo del proyecto	Mitigar	Cambiar la cultura organizacional para generar confianza en el operario
3	Perdida de documentación	Descoordinación entre el área administrativa y operarios	Gestión	0.3	0.6	0.18	Equipo del proyecto	Mitigar	Monitoreo a través de un control de documentos



4	Traslado de equipos y maquinaria de ubicación actual	Maquinaria de trabajo empotrada en pisos	Gestión	0.4	0.4	0.16	Equipo del proyecto	Aceptar	Distribución de Layout considerand o la ubicación de equipos
5	Reducir espacios para la producción de nuevo productos	Producción de diversas líneas de productos	Gestión	0.3	0.3	0.09	Equipo del proyecto	Mitigar	Priorizar producción de mayor volumen
6	Precio elevado del Software (aceptación debido al precio de plataforma)	Única plataforma completa en el mercado para ergonomía	Requisito	0.3	0.3	0.09	Equipo del proyecto	Aceptar	Invertir en software en caso sea necesario obtener resultados detallados
7	Introducción inadecuada de datos evaluados a Ergonautas	Registro de datos o fotografías inadecuadas	Gestión	0.2	0.3	0.06	Equipo del proyecto	Mitigar	Tomar fotografías que muestren a detalle la posición de trabajo del operario

### 3.4.1 Recursos de implementación de estandarización de trabajo

**Tabla 61**

*Costo de implementación de estandarización de trabajo*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Máquina modelo	1 unid	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
Capacitador	8 hrs	S/ 40.00	S/ 320.00
Operarios	3 Ope	S/ 64.00	S/ 192.00
Hojas e útiles	5 unid	S/ 30.00	S/ 150.00
Seguro por operario	5 unid	S/ 45.00	S/ 225.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 3,887.00</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el costo unitario y total de implementar la herramienta de estandarización de trabajo.

### 3.4.2 Recursos de implementación de Ergonomía

**Tabla 62**

*Costos implementación Ergonomía.*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Laptop	1 unid	S/3,000.00	S/3,000.00
Cámara fotográfica	1 unid	S/2,500.00	S/2,500.00
Programa Ergonautas membresía 2 meses	1 unid	S/. 312.97	S/. 312.97
Especialista de evaluaciones ergonómicas	1 unid	S/.930.00	S/.930.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/6,742.97</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el costo unitario y total de implementar la herramienta de ergonomía.

### 3.4.3 Recursos de implementación de gestión de proveedores

**Tabla 63**

*Costo de implementación de gestión de proveedores*

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Computadoras/ software	3 unid	S/ 2,100.00	S/ 6,300.00
Jefe de logística	5 hrs	S/ 35.00	S/ 175.00
Auxiliar de compras	5 hrs	S/ 20.00	S/ 100.00
Gerente General	5 hrs	S/ 50.00	S/ 250.00
Capacitador	5 hrs	S/ 40.00	S/ 200.00
Hojas y útiles	1 unid	S/ 40.00	S/ 40.00
Laboratorista	3 hrs	S/35.00	S/ 105.00
Muestreo de calidad	1 unid	S/ 75.00	S/ 75.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/ 7,245.00</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el costo unitario y total de implementar la herramienta de gestión de proveedores.

### 3.4.4 Recursos de implementación de Systematic Layout Planning

**Tabla 64**

*Costo de Implementación Systematic Layout Planning*

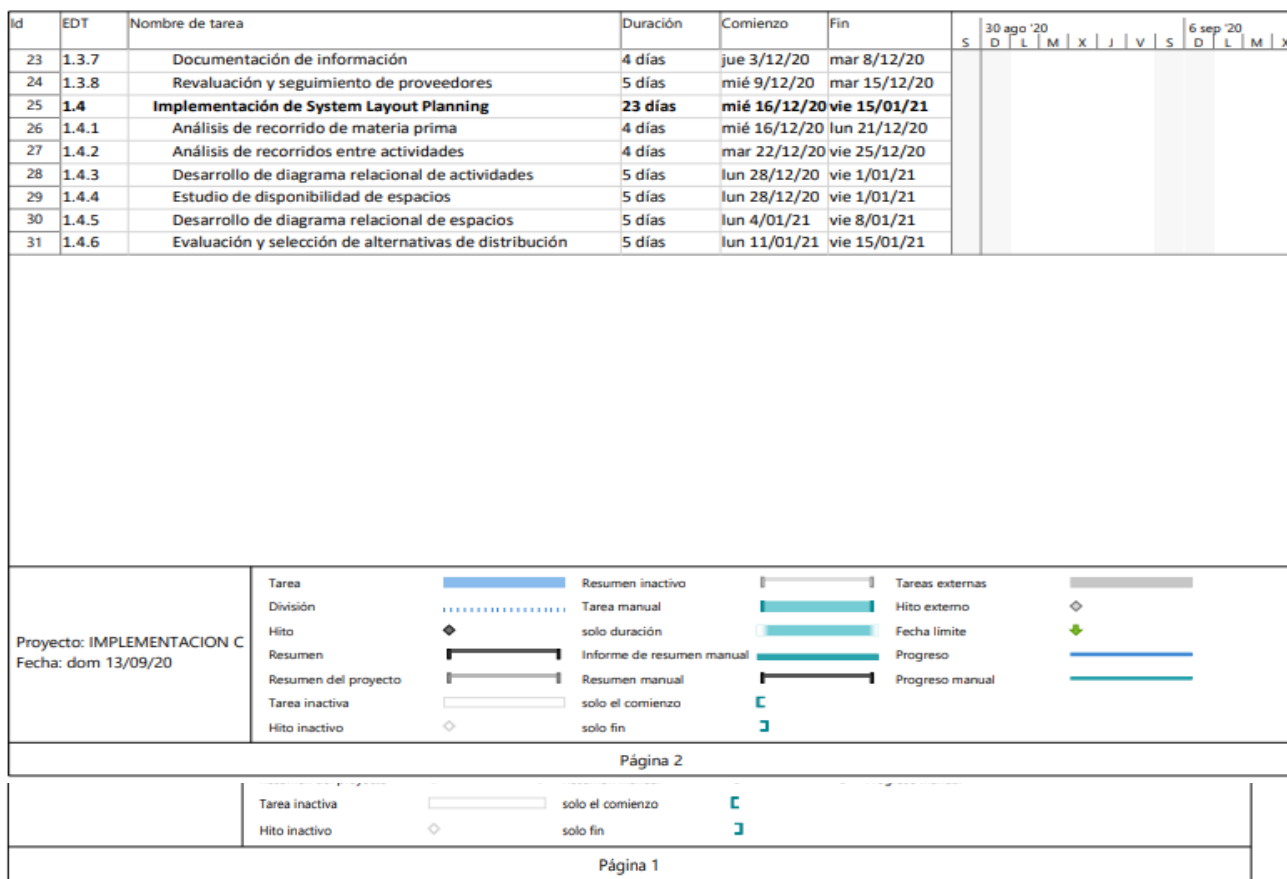
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNIT. (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Laptop	1 unid	S/.3,000.00	S/.3,000.00
Especialista en diseño de Layout	1 unid	S/.1,000.00	S/.1,000.00
Cronómetro	3 unid	S/.30.00	S/.90.00
Impresiones de fichas de evaluación relacionales	50 unid	S/.1.00	S/.50.00
Lapiceros	50 unid	S/.0.50	S/.25.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/.4,165.00</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el costo unitario y total de implementar la herramienta de SLP.

## Resultado

La implementación de las herramientas requiere una inversión de S/.22,039.97 En la empresa COVIPRE S.A.C. Esta implementación incluye el costo de mano del personal en labora en el proceso de mezclado y otros administrativos que participarán en la implementación, costo de materiales necesarios para llevar a cabo la implementación, y por último el costo de las capacitaciones para el seguimiento y control de las herramientas implementadas con la finalidad de seguir el modelo Kaizen de mejora continua.

### 3.4.5. Cronograma tentativo de desarrollo del diseño: Gestión de tiempo.



**Figura 35**

*Cronograma de implementación de proyecto*

#### **4. CAPÍTULO IV – VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA**

En el presente capítulo, se ejecutará la validación de la implementación de la propuesta desarrollada en el capítulo 3, para lo cual se utilizarán dos métodos; la validación bibliográfica, que consiste en determinar mediante la literatura, el impacto de las fuentes consultadas para la presente investigación, adicional a ello se realizará la validación mediante el método Piloto con las herramientas mostradas en el capítulo anterior. La propuesta incluye la validación de las herramientas de políticas ergonómicas, manual de trabajo, calidad de materiales de proveedores, reubicación de zona de mezclado a través de las herramientas estandarización de trabajo, Ergonomía, SLP y gestión de proveedores. Además, se realiza una evaluación económica y financiera en la cual se va a involucrar el presupuesto de la propuesta. Por último, se mencionarán los impactos que se generan sobre la empresa, según la propuesta planteada.

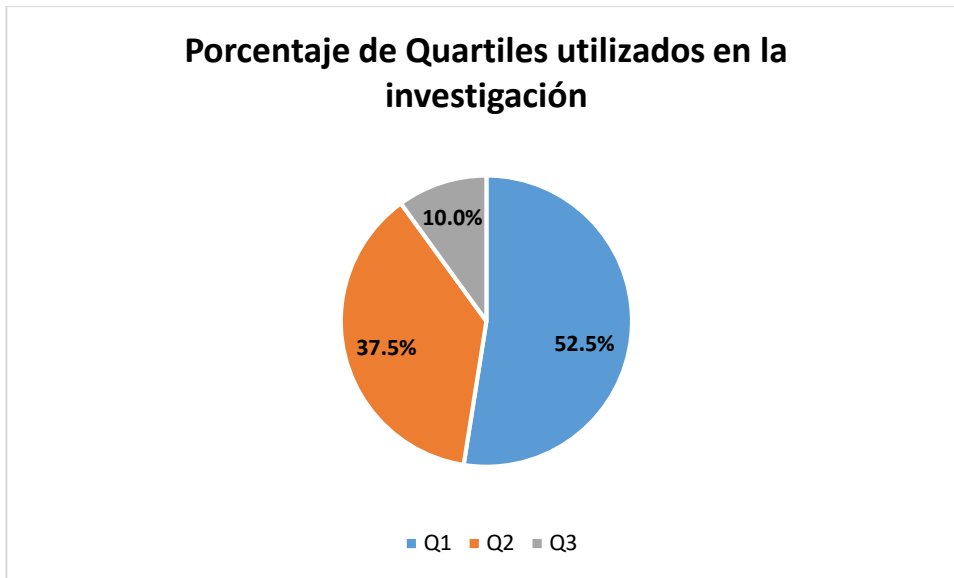
## 4.1. METODO DE VALIDACIÓN

En esta parte de la investigación presentaremos las validaciones, y los resultados de las componentes propuestas, las cuales mejoran la utilización de materiales de concreto en el proceso de mezclado para la producción de cajas de registro de desagüe, teniendo en cuenta el plan piloto que se aplicará, para cada una de las componentes propuestas, de las cuales se obtendrán resultados.

En el capítulo 3, se estableció las propuestas, donde se desarrolló la forma de implementar las técnicas de manera teórica y se evidencian resultados teóricos planteados en el estudio de la literatura. En este capítulo se corroborará los resultados encontrados en la literatura y sobre los resultados reales se confirmará el logro de los planteados en un inicio.

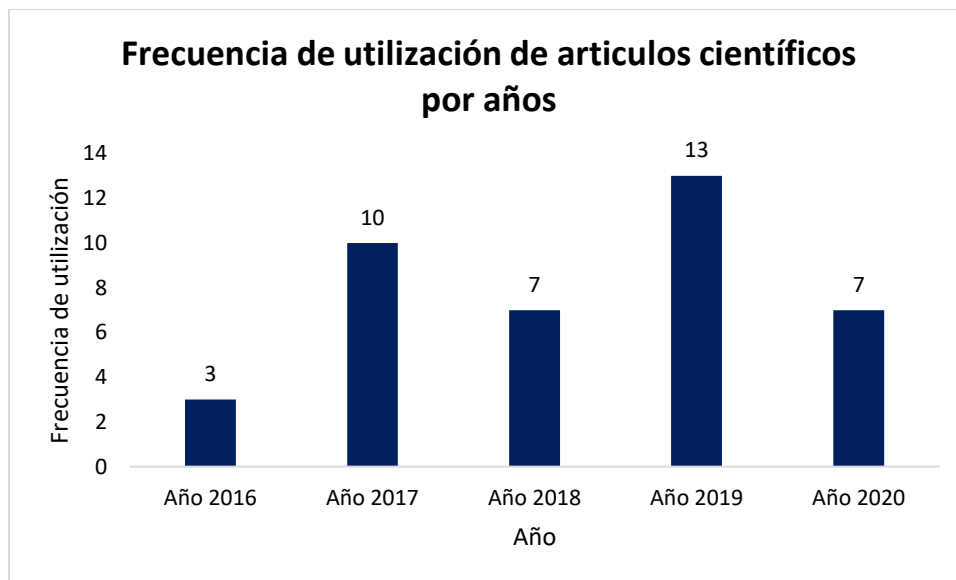
### 4.1.1. Validación bibliográfica

La validación bibliográfica expuesta en esta investigación se realizó en base a la literatura, las fuentes más utilizadas, el cuartil al cual pertenece las revistas de las fuentes y los años en los que se encuentran los artículos científicos consultados. A continuación, se muestran los gráficos que validan que nuestros artículos, se encuentran en el rango de años y cuartiles establecidos por el área de investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.



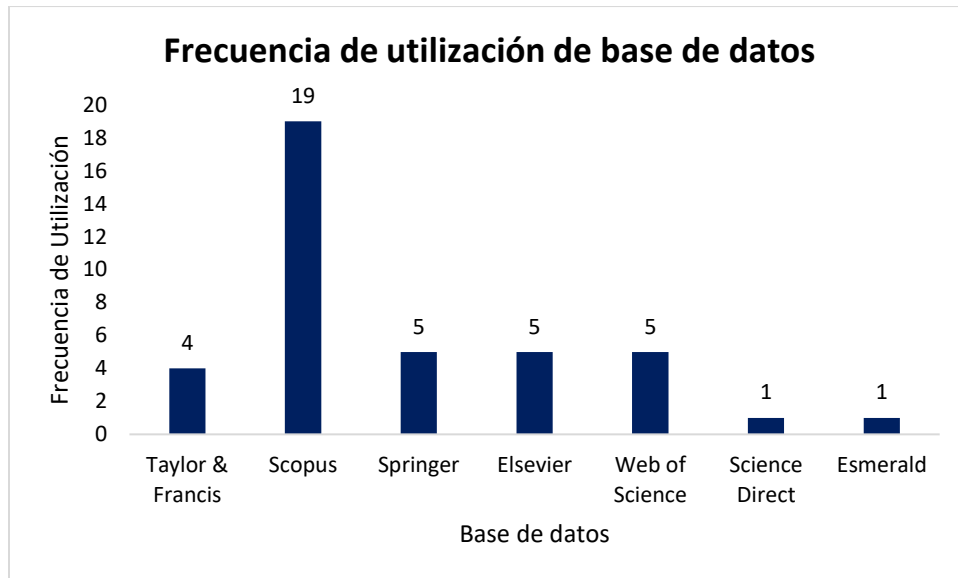
**Figura 36**

*Porcentaje de Cuartil utilizado en la investigación.*



**Figura 37**

*Frecuencia de utilización de artículos científicos por años.*



**Figura 38**

*Frecuencia de utilización de base de datos.*

#### 4.1.2. Planes piloto

La presente investigación se validará realizando pruebas piloto, por lo que se mencionará el escenario y algunas consideraciones para llevar a cabo las pruebas, y que serán tomadas en cuenta previamente a la aplicación de los planes y toma de resultados. Estas incluyen las variables de entrada, el cálculo de tamaño de muestra que garantice la confiabilidad de estos, fechas de inicio y fin para los planes piloto, áreas donde se van a implementar y ordenes involucradas en el periodo analizado:

##### a) Tamaño de muestra para planes piloto

Para determinar la cantidad optima de muestras necesarias por evaluar para demostrar la confiabilidad de la aplicación de nuestros pilotos, se utiliza la formula del tamaño de muestras



para población finita, utilizando como población N el total de kilogramos totales de material utilizado para la producción en el periodo de diagnóstico 2019, un error de estimación máximo aceptado de 1.5% y un nivel de confianza de 97.5% ( $Z=1.975$ ) y se consideró una heterogeneidad de datos del 50%.

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + (Z^2 * p * q)}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 15600 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 * (15600 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)}$$

$$n = 375.95 \text{ cajas} \approx 4 \text{ semanas}$$

Después del cálculo se puede concluir que el tiempo en días como mínimo que deben utilizarse como periodo de validación para demostrar la confiabilidad de todos nuestros pilotos es de 376 cajas registro, por lo que el equipo de trabajo decidió que nuestros pilotos tendrán un desarrollo en 4 semanas.

#### b) Procesos Involucrados en Planes Piloto

Se establece como ámbito de alcance de los pilotos el proceso de mezclado y el proceso de gestión de proveedores, se hace una precisión a continuación de las operaciones específicas involucradas en la implantación, de los planes piloto:

- Proceso de mezclado.
- Gestión de proveedores: En las siguientes operaciones:
  - Gestión de Pedidos
  - Formatos de impresión de documentos de compra

- Ficha de proveedores o gestión de proveedores
- Estadísticas de compras y proveedores
- Incidencias de proveedores.

<b>PERIODO DE PILOTO</b>	
<b>RESUMEN DE ETAPAS</b>	<b>FECHA</b>
INICIO	01/09/2020
FIN	30/09/2020

#### c) Periodo de Planes Piloto

Tal como explicamos en el apartado de tamaño de muestra, el desarrollo de los planes piloto se realizará en un periodo de cuatro semanas para la toma de resultados para todas las herramientas, en colaboración en la empresa se permitió proponer un calendario definitivo en implantación.

#### d) LIMITANTES DEL PILOTO

Se hará referencia a aspecto limitantes para el arranque, y desarrollo de los planes piloto relacionados con el Marco Técnico tales sistemas actuales, comunicaciones, horarios laborales, mismas que fueron considerados como riesgos de algo impacto para implementación en el capítulo 3:


- Resistencia al cambio de operarios por el trabajo de años de experiencia
- Desconocimiento de motivos de herramientas pese a capacitaciones

#### 4.1.2.1. Estandarización de trabajo

La estandarización de trabajo es la primera herramienta utilizada en el modelo propuesto, para validarla se implementó en un piloto en el área de mezclado. Se enfocó básicamente en solucionar la documentación de trabajo y capacitar el personal. En primer lugar, para estandarizar el procedimiento se implementó un manual; en dónde se puede especificar el desarrollo de cada actividad, cantidad de kilogramos de cada materia prima e insumo, tiempos de mezcla, manejo de herramientas. Esto se inició con el establecimiento de un objetivo específico y con las actividades identificadas en el diagrama de carriles. Este manual nos permitió observar el comportamiento del operario y corroborar actividades que no generaban valor o pueden ejecutarse al mismo tiempo que otras. De esta manera, los operarios seguirán un mismo procedimiento y mejorarán la coordinación en las tareas.

**Tabla 65**

*Actividades y objetivos del área de mezclado de COVIPRE*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES Y OBJETIVOS</b>		
ÁREA: Mezclado		
ELABORADO POR: Equipo de proyecto		
<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>	
Traslado de operarios al área de Materia Prima	Desarrollar de manera óptima el traslado de operarios al área de materia prima	
Seleccionar Materia Prima	Aplicar una correcta selección de materia prima	
Trasladar materia Prima al área de mezclado	Realizar un correcto traslado de materias primas al área de mezclado	
Colocar materia prima en espacio seleccionado	Colocar de manera correcta la materia prima en el espacio establecido	
Verter cemento en el piso	Optimizar el verter cemento en el piso	

Hacer circunferencia con cemento vertido	Desarrollar una correcta circunferencia con cemento vertido
Agregar arena gruesa y fina	Aplicar arena gruesa y fina
Iniciar primera operación de mezclado	Diseñar primera operación de mezclado
Trasladar operario al grifo	Identificar camino para el operario que va al grifo
Colocar manguera en grifo	Definir el lugar de la manguera para la colocación en el grifo
Transportar manguera al área de mezclado	Identificar camino para el operario de regreso al área de mezclado
Agregar agua a la mezcla	Aplicar agua a la mezcla
Esperar hidratación	Evaluar momento de hidratación
Iniciar segunda operación de mezclado	Diseñar segunda operación de mezclado
Agregar confitio a la mezcla	Aplicar confitio a la mezcla
Traer recipientes al área de mezclado	Describir la forma de traslado de los recipientes al área de mezclado
Colocar mezcla en recipientes	Diseñar pasos para la colocación correcta de mezcla en recipientes
Llevar recipientes al área de vaciado	Optimizar forma de llevado de recipientes al área de vaciado












*Nota.* Esta tabla presenta las actividades realizadas en el proceso de mezclado con los objetivos propuestos en la empresa COVIPRE.

Se analizó el proceso actual como indica en el capítulo 2, a través de un diagrama de equipos se pudo identificar las actividades que realizan cada uno de los operarios. Se llegó a la conclusión que los operarios que realizaban las mismas funciones en el área de trabajo tenían procedimientos diferentes para realizar las actividades. Esto permitirá erradicar dichas tareas innecesarias y combinarlas con la finalidad de estandarizar el procedimiento, y de esta manera obtener como resultado una homogenización de tareas por parte del personal del área.

## **Tabla 66**

*Análisis de valor de las actividades del proceso de mezclado*

Nº	Símbolo	Valor	Tiempo por cada operario (mm: ss)
----	---------	-------	-----------------------------------

		Actividades del proceso de mezclado		Ope 1	Ope 2	Ope 3	Tiempo promedio mm: ss
1		Solicitar el recojo de la materia prima previamente verificada	INVA	0.24	0.22	0.27	0.24
2		Cargar los materiales a los buggies (1 saco de cemento)	NVA	1.41	1.15	1.22	1.26
3		Caminar con el material al área de mezclado	NVA	0.35	0.34	0.46	0.38
4		Acomodar los materiales y abrir la bolsa de cemento	INVA	1.46	1.23	1.16	1.28
5		Delimitar el área de trabajo con la materia prima inicial	NVA	0.56	0.45	0.38	0.46
6		Mezclar con los demás componentes de materia prima	VA	2.56	2.24	2.35	2.38
7		Esperar conexión de las mangueras con gritos para el proceso de hidratación	INVA	1.2	1.13	0.58	0.97
8		Esperar hidratación del mezclado	VA	1.24	1.1	1.22	1.19
9		Verificar la consistencia de la mezcla y remover el concreto	VA	1.44	1.38	1.35	1.39
10		Llenar el concreto en recipientes para próximo traslado a vaciado	VA	1.13	0.58	1.1	0.94
11		Trasladar materia prima al área de vaciado	VA	0.28	0.36	0.3	0.31
<b>TOTAL</b>				11.87	10.18	10.39	10.81

*Nota.* Esta tabla muestra la relevancia que tiene cada actividad en el proceso de mezclado para la producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.

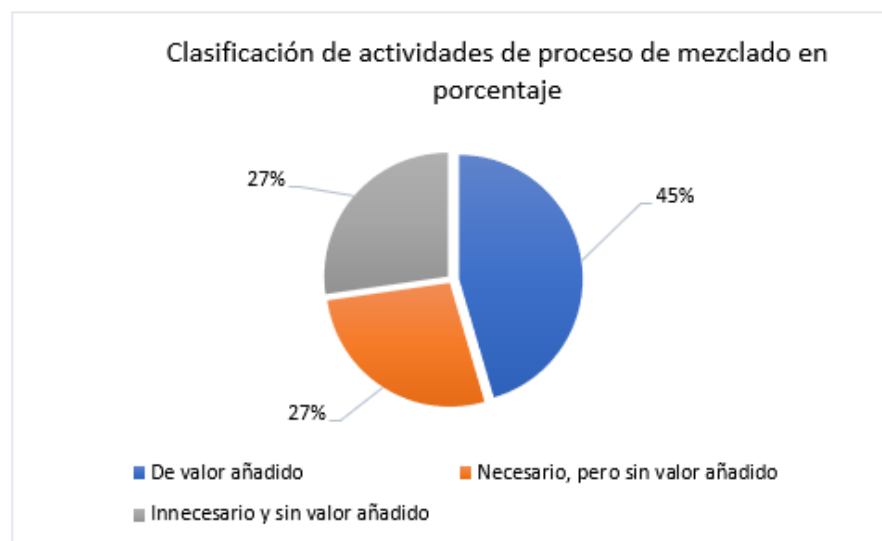
**Tabla 67**

*Resumen de análisis cuantitativo de resultados de la clasificación de actividades*

	Análisis cuantitativo de los resultados de la clasificación	De valor añadido	Necesario, pero sin valor añadido	Innecesario y sin valor añadido
Total de actividades	11	5	3	3
Total de actividades (%)	100%	45%	27%	27%
Tiempo de actividades en promedio (mm: ss)	10.81	6.21	2.11	2.50
Total tiempo	100%	57%	19%	23%

*Nota.* Este cuadro muestra las actividades que generan valor, las necesarias, y las que no generan valor ni son necesarias, con sus respectivos tiempos promedio.

Los resultados obtenidos después de haber realizado el análisis de las actividades evidencian que el tiempo total de las actividades es de 10.81 minutos, sin embargo, los tiempos de las actividades de valor añadido es 6.21 minutos. Luego se realizó el cálculo del índice de valor añadido para evidencia si el proceso estudiado es efectivo teniendo como resultado un 57%, por lo que se puede deducir que el proceso no es efectivo ya que es menor al 75%.



**Figura 39**

*Clasificación de actividades del proceso de mezclado*

Según los resultados obtenidos en la figura se tiene un 45% de actividades en el proceso con valor añadido, un 27% de que necesarias, pero no agregan valor al proceso, y un 27% de actividades que no son necesarias y no agregan valor al proceso. Por lo que se procederá a realizar un análisis de dichas actividades.

**Tabla 68**

*Resumen cuantitativo de análisis de actividades que generan mermas.*

N°	Símbolo	Actividades del proceso de mezclado	Tipo de merma	N° desperdicios	% desperdicios
1	●	Solicitar el recojo de la materia prima previamente verificada	De efectos	1	33%
4	●	Acomodar los materiales y abrir la bolsa de cemento	De efectos	1	33%
7	◐	Esperar conexión de las mangueras con gritos para el proceso de hidratación	De espera	1	33%
<b>TOTAL</b>				<b>3</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Esta tabla muestra las actividades que generan desperdicios dentro la empresa y que probablemente sean eliminadas del proceso.



**Figura 40**

*Actividades según tipo de desperdicio*

Los resultados obtenidos del análisis de las actividades del proceso que no son necesarias y no generan valor para la empresa se tiene el 33% corresponder a mermas operativas, otro 33% a mermas por espera, y un 33% de mermas por efecto. Debido a ello, se propone realizar un plan de capacitación de todas las actividades que generan valor y también de las necesarias que no generan valor, enfocándose en reducir todas las actividades antes mencionadas.



**Tabla 69***Programación de las capacitaciones de la actividad*

FICHA DE PROGRAMACIÓN DE CAPACITACIONES							
CAPACITACIÓN	OBJETIVO	DURACIÓN	PÚBLICO OBJETIVO	CAPACITADOR	DOCUMENTO DE SOPORTE	% DE PARTICIPACIÓN OBJETIVO	FECHA PROGRAMADA
Identificación correcta de los materiales correspondientes a cada producto	Identificación de materia prima de calidad para una mejor consistencia del concreto	30min	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	18/06/2020
Manejo correcto de las herramientas utilizadas en la estación de trabajo	Manipulación correcta para el levantamiento de peso adecuada	30min	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	18/06/2020
Conocer las fallas y/o defectos potenciales de su operación	Identificar las operaciones que generan mayor cantidad de mermas	30min	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	19/06/2020
Conocer las actividades físicas que se deben realizar en la operación asignada	Evitar lesiones y tensiones que disminuyan la productividad del operario	1h	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	19/06/2020

Utilizar correctamente los equipos de seguridad	Utilizar los EPPs adecuados para evitar contagios y accidentes	1h	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	20/06/2020
Mantener la limpieza y organización en su área de trabajo	Evitar el desperdicio de materia prima o accidentes de operarios	1h	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	20/06/2020
Importancia de los registros y la evidencia de fallas	Documentar las actividades para realizar mejoras de tiempos o reducir las innecesarias	1h	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	21/06/2020
Importancia del mezclado	Mejorar la consistencia del concreto para obtener productos de mayor calidad	30min	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	22/06/2020
Consecuencias de una dosificación incorrecta	Evitar la pérdida de densidad de los componentes y reducción de peso de los productos	30min	Operarios del área de mezclado	Capacitador y equipo de investigación	Registro de asistencia	100%	23/06/2020

*Nota.* Esta tabla muestra la programación de los temas de capacitación de los operadores según el rol que desempeñan.

Posteriormente, se realizará una capacitación para informar a los operarios acerca del desarrollo de cada actividad y el enfoque para realizar mejoras.

En cuanto a la capacitación, es fundamental destacar el compromiso de los operarios para el éxito de la implementación del piloto, con ello se pudo mejorar los conocimientos de formulación. En la siguiente tabla se pueden observar los resultados de los tres operarios antes y después de la implementación.

**Tabla 70**

*Tiempo de mezclado antes y después de implementar estandarización de trabajo*

Operario	Tiempo de mezclado		(%)
	Antes de la Implementación	Después de la implementación	Reducción
Operario 1	11.87	8.97	24.43%
Operario 2	10.18	7.6	25.34%
Operario 3	10.39	8.38	19.35%
			<b>23.04%</b>

Nota. Esta tabla muestra cómo se redujo el tiempo de mezclado después de haber estandarizado el proceso.

Dados los resultados una vez ejecutados el nuevo procedimiento de mezclado se obtuvo que en promedio se ha reducido un 23.04% del tiempo total utilizado en la implementación. Como se mostró en el diagnóstico un procedimiento inadecuado con documentación no actualizado y la ausencia de un plan de capacitaciones tenía como consecuencia variaciones en cantidad de kilogramos en el área de mezclado. Por ello, se documentó a través de una ficha la materia prima y la cantidad que ingresa con la finalidad de obtener datos reales de cada operación para luego compararlos con los nuevos obtenidos después de haber implementado las capacitaciones y actividades innecesarias.

#### **4.1.2.2. Ergonomía**

En el capítulo 2, se pudo identificar que uno de los principales problemas en el proceso de mezclado, para lo cual la falta de planificación en materia ergonómica afectaba la productividad de los trabajadores, lo que generaba que existan pérdidas de la mezcla. Para pilotear esta herramienta se tomó en cuenta los pasos descritos en el capítulo 3. A continuación, se detallan los pasos para la implementación del piloto desarrollados en la empresa COVIPRE.

- Identificar área de estudio


Identificar el área de estudio para la implementación de la herramienta Ergonomía se determinó mediante el uso del diagrama de bloques, en los cuales se evidencia que el área de mezclado es la que presenta mayor cantidad de pérdidas. La imagen del diagrama de bloques se encuentra en la figura 12.

- Identificar actividades dentro del área seleccionada

Para el correcto piloteo se completó el cuadro expuesto en el capítulo 3, donde se detalla las actividades seleccionadas para que sean tomadas en cuenta en la implementación de la herramienta ergonomía.

#### **Tabla 71**

*Tabla de tareas del área de mezclado*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES</b>	
	
ÁREA: Mezclado	
ELABORADO POR: Equipo de proyecto	
Actividad 1	Traslado de operarios al área de Materia Prima
Actividad 2	Seleccionar Materia Prima
Actividad 3	Trasladar materia Prima al área de mezclado
Actividad 4	Colocar materia prima en espacio seleccionado
Actividad 5	Verter cemento en el piso
Actividad 6	Hacer circunferencia con cemento vertido
Actividad 7	Agregar arena gruesa y fina
Actividad 8	Iniciar primera operación de mezclado
Actividad 9	Trasladar operario al grifo
Actividad 10	Colocar manguera en grifo
Actividad 11	Transportar manguera al área de mezclado
Actividad 12	Agregar agua a la mezcla
Actividad 13	Esperar hidratación
Actividad 14	Iniciar segunda operación de mezclado
Actividad 15	Agregar confitio a la mezcla
Actividad 16	Traer recipientes al área de mezclado
Actividad 17	Colocar mezcla en recipientes
Actividad 18	Llevar recipientes al área de vaciado


*Nota.* Esta tabla muestra las actividades que se desarrollan durante el proceso de producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.

- Seleccionar actividades críticas.

Las actividades críticas seleccionadas dentro del área de Mezclado se basan en el diagrama de carriles, donde se detalle la actividad realizada de cada operario. Para fines de esta investigación y teniendo en cuenta la aplicación en el caso de estudio, de las tareas dentro del área se desligan las actividades críticas.

**Tabla 72**

*Tabla de Actividades críticas del área de mezclado*

<b>TABLA DE ACTIVIDADES CRÍTICAS</b> 	
ÁREA: Mezclado	
ELABORADO POR: Equipo de proyecto	
Actividad Crítica 1	Trasladar materia prima al área de mezclado
Actividad Crítica 2	Colocar materia prima en espacio seleccionado
Actividad Crítica 3	Mezclar
Actividad Crítica 4	Colocar mezcla en recipientes
Actividad Crítica 5	Llevar recipientes al área de vaciado

*Nota.* Esta tabla muestra las actividades que generan mayores riesgos ergonómicos en los operarios del área de mezclado en la empresa COVIPRE.

- Identificar factores de riesgo ergonómicos.

La identificación de factores de riesgo ergonómico se realiza en base a cada una de las actividades críticas encontradas en las tareas realizadas por los operarios, basados en el diagrama de carriles y en la visualización del trabajo en planta. A continuación, se muestra

la tabla de los factores de riesgo ergonómico por cada actividad realizada en el área de mezclado de la empresa COVIPRE.

**Tabla 73**

*Actividades críticas con sus factores ergonómicos*

ACTIVIDADES CRÍTICAS	FACTORES DE RIESGO
Trasladar materia prima al área de mezclado	Cuello doblado / girado más de 30 grados
	25 KG más de doce veces / hora
	Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza
Colocar materia prima en espacio seleccionado	Espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados
	Cuello doblado / girado más de 30 grados
	25 KG más de doce veces / hora
	Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza
	El trabajador repite el mismo movimiento muscular más de 4 veces /min durante más de dos horas por día. En los siguientes grupos musculares: Cuellos, hombros, muñecas, manos, codos
Mezclar	Espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados
	5 KG más de dos veces / minuto
	Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza
	El trabajador repite el mismo movimiento muscular más de 4 veces /min durante más de dos horas por día. En los siguientes grupos musculares: Cuellos, hombros, muñecas, manos, codos
Colocar mezcla en recipientes	Espalda en extensión más de 30 grados
	25 KG más de doce veces / hora
	Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza

	El trabajador repite el mismo movimiento muscular más de 4 veces /min durante más de dos horas por día. En los siguientes grupos musculares: Cuellos, hombros, muñecas, manos, codos
Llevar recipientes al área de vaciado	Manos por encima de la cabeza
	Codos por encima del hombro
	25 KG más de doce veces / hora
	Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza

*Nota.* Esta tabla muestra cada actividad crítica con sus posibles riesgos ergonómicos.

- Seleccionar métodos de evaluación ergonómica.

La decisión de elegir entre diversos métodos de evaluación ergonómica, para fines de la empresa COVIPRE y por el detalle de actividades críticas, se seleccionan 3 métodos de evaluación, los cuales son OWAS, REBA y NIOSH. Al tener los 3 métodos de evaluación se procede a identificar dentro del programa Ergonautas (Software), el cual va a permitir los requerimientos para que se cumpla con éxito la evaluación ergonómica.

- Recolectar evidencias.

Como se indica en el capítulo 3, se debe realizar las tomas de fotos de las actividades críticas seleccionadas, por lo tanto, se procede a dirigirnos a la empresa y recolectar mediante fotos las posturas de las actividades críticas encontradas.



**Tabla 74**

*Imágenes según actividad crítica*

ACTIVIDAD CRITICA	IMAGEN
Trasladar Materia Prima al área de mezcla	
Colocar Materia Prima en área seleccionada	
Mezclar Materia prima e insumo	
Colocar Mezcla en recipientes	
Llevar recipientes al área de mezclado	

*Nota.* En esta tabla se aprecian las actividades críticas que realizan los operarios a través de imágenes tomadas en la empresa COVIPRE.

- Evaluar Ergonómicamente los riesgos.

Las evaluaciones ergonómicas se van a desarrollar en base a los métodos seleccionados, para la evaluación en COVIPRE, se inicia con el método OWAS, de ahí el método REBA y por último el método NIOSH.

#### A. Método OWAS

Según la tabla 74, se observan las actividades críticas con las que se llenarán los requerimientos del Software Ergonautas, para lo cual se procede a realizar la evaluación. Posterior a la evaluación se destacan los siguientes resultados.

#### **Actividad crítica 1:** Trasladar materia prima al área de mezclado

Resultado:

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	1	5	3	1	100	3

#### **Figura 41**

*Resultado de evaluación de la actividad de traslado de materia prima al área de mezclado mediante el método OWAS.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

#### **Actividad crítica 2:** Colocar materia prima en el área seleccionada

Resultado:

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	2	3	3	2	1	100	3

**Figura 42**

*Resultado de evaluación de la actividad de colocar materia prima en el área seleccionada mediante el método OWAS.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

**Actividad crítica 3: Mezclar**

Resultado:

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	4	1	4	2	1	100	4

**Figura 43**

*Resultado de evaluación de la actividad de mezclar mediante el método OWAS.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

**Actividad crítica 4: Colocar mezcla en recipientes.**

Resultado:

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	4	1	2	2	1	100	2

**Figura 44**

*Resultado de evaluación de la actividad de colocar mezcla en recipientes mediante el método OWAS.*

Nota. Adaptado de Ergonautas (2020)

**Actividad crítica 5:** Llevar recipientes al área de vaciado.

Resultado:

Nº	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Frec.	Frec.Rel.(%)	Riesgo
1	1	2	3	3	1	100	1

**Figura 45**

*Resultado de evaluación de la actividad de llevar recipientes al área de vaciado mediante el método OWAS.*

Nota. Adaptado de Ergonautas (2020)

Como se evidencia en los resultados indicados por el programa, se requiere acciones correctivas lo antes posible para las tareas de “Trasladar materia prima al área de mezclado”, “Colocar materia prima en el área seleccionada” y “Mezclar”.

#### B. Método REBA.

En la figura se muestra las actividades ingresadas en el software Ergonautas, para lo cual se procede a exponer los resultados de la evaluación.

### Actividad crítica 1: Trasladar materia prima al área de mezclado

Resultado:



**Figura 46**

*Resultado de evaluación de la actividad de traslado de materia prima al área de mezclado mediante el método REBA.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

### Actividad crítica 2: Colocar materia prima en el área seleccionada.

Resultado:



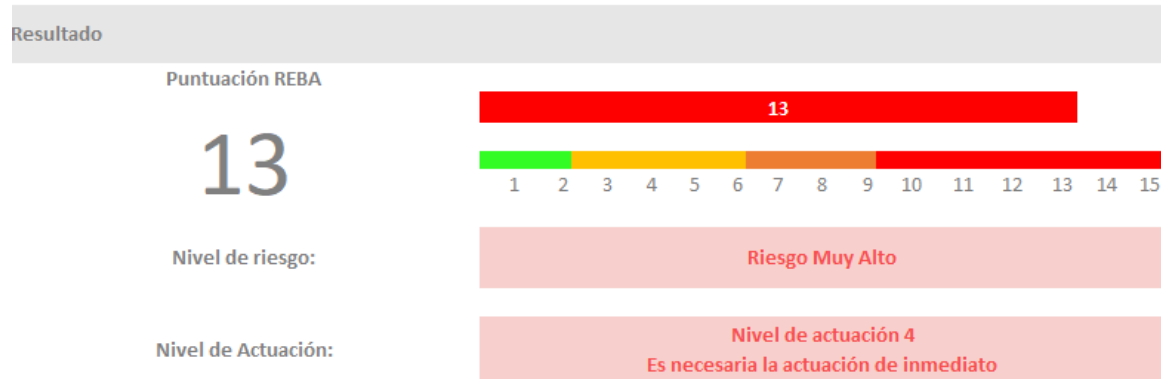
**Figura 47**

*Resultado de evaluación de la actividad de colocar materia prima en el área seleccionada mediante el método REBA.*

Nota. Adaptado de Ergonautas (2020)

### Actividad crítica 3: Mezclar

Resultado:



### Figura 48

Resultado de evaluación de la actividad de mezclar mediante el método REBA.

Nota. Adaptado de Ergonautas (2020)

### Actividad crítica 4: Colocar mezcla en recipientes

Resultado:



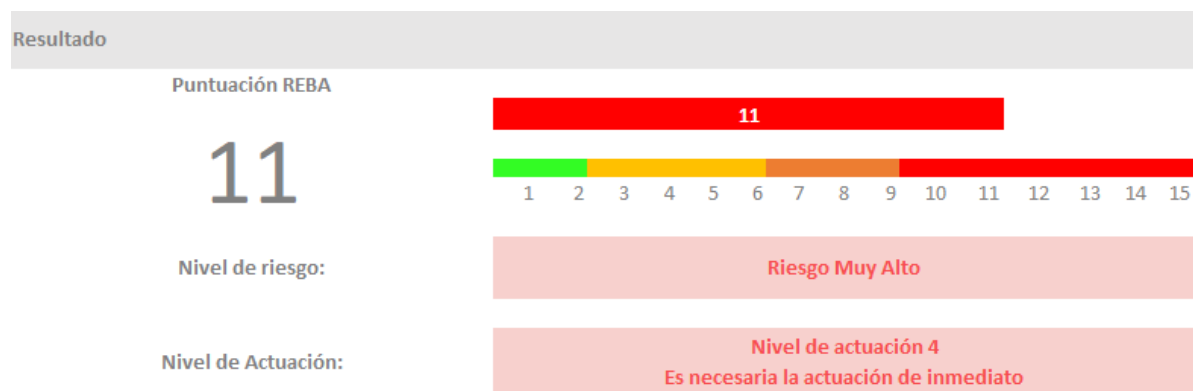
**Figura 49**

*Resultado de evaluación de la actividad de colocar mezcla en recipientes mediante el método REBA.*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

**Actividad crítica 5: Llevar recipientes al área de vaciado**

Resultado:



**Figura 50**

*Resultado de evaluación de la actividad de llevar recipientes al área de vaciado mediante el método REBA*

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

Los resultados del método REBA nos muestran que, en su totalidad de actividades críticas, presentan un riesgo alto y riesgo muy alto, para detallar la acción a tomar, se elabora una tabla con los resultados.

**Tabla 75**

*Puntuaciones finales de las actividades críticas*

ACTIVIDAD CRÍTICA	PUNTUACION FINAL REBA	NIVEL DE ACCIÓN	NIVEL DE RIESGO	ACTUACION
Trasladar Materia Prima al área de mezclado	8	3	Alto	Es necesaria la atención cuanto antes
Colocar materia prima en área seleccionada	8	3	Alto	Se debe actuar cuanto antes
Mezclar	13	4	Muy Alto	Se debe actuar de inmediato
Colocar Mezcla en recipientes	10	3	Alto	Se debe actuar cuanto antes
Llevar recipientes al área de vaciado	11	3	Alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Nota. Esta tabla muestra la puntuación según un análisis REBA y el nivel de riesgo ergonómico que generan las actividades críticas en los operarios.

#### Método NIOSH

En la figura 39 se evidencia el ingreso de las actividades críticas para la evaluación mediante el método NIOSH dentro del software Ergonautas. Para lo cual se procede a presentar los resultados de la evaluación de cada actividad crítica.

**Tabla 76**

*Resultados de la evaluación NIOSH a las actividades críticas*

<b>Área: Mezclado</b>
-----------------------



Actividad	Índice de levantamiento	Resultado
Trasladar materia prima al área de mezclado	1.3	Se indica que la postura puede generar dolencias a los trabajadores
Colocar materia prima en área seleccionada	0.87	No se deben presentar problemas ergonómicos
Mezclar	0.52	No se deben presentar problemas ergonómicos
Colocar mezcla en recipientes	0.65	No se deben presentar problemas ergonómicos
Llevar recipientes al área de vaciado	1.09	Se indica que la postura puede generar dolencias a los trabajadores

*Nota.* Adaptado de Ergonautas (2020)

Se trabajó evaluando a los trabajadores del área de mezclado, ejecutándose satisfactoriamente el uso del software y la recopilación de datos. A continuación, se muestran imágenes de los estudios realizados en materia ergonómica.

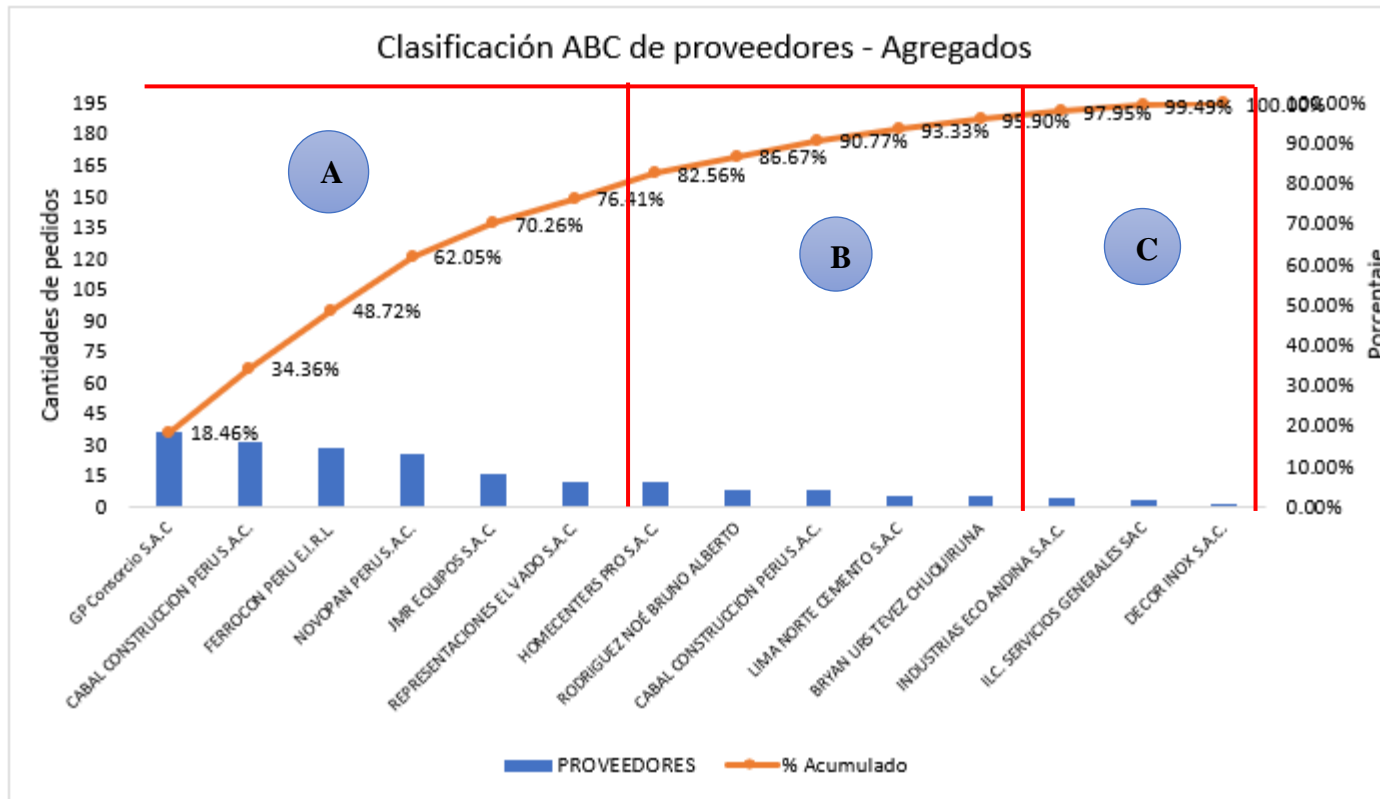


**Figura 51**

*Capacitación, registro de datos y evaluación postural de operario.*

#### 4.1.2.3. Gestión de proveedores

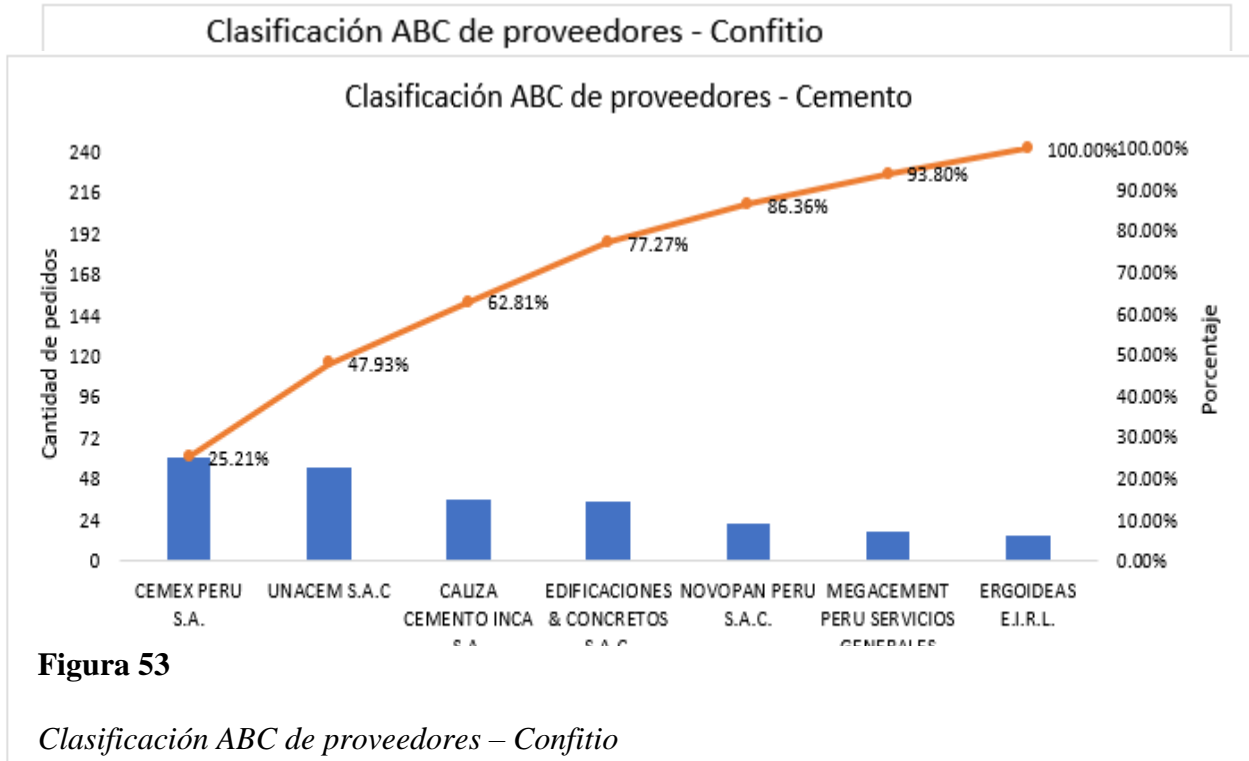
En el capítulo 2, se pudo identificar que uno de los principales problemas en el proceso de mezclado era una dosificación inadecuada debido a que se contaba con una cartera amplia de proveedores, lo que generaba constantemente materia prima fuera del estándar de calidad. Para pilotear se tomó en cuenta una matriz de proveedores y un sistema de documentación que permita elegir, verificar y monitorear al proveedor de materia prima según la implementación propuesta en el capítulo 3. Se procederá a realizar un análisis de los proveedores actuales de la empresa ([Anexo 34](#)) con la finalidad de potencializar la cartera de proveedores. En esta etapa se identificaron los pedidos realizados a diferentes proveedores durante el año 2019, los mismo que se pueden evidenciar en el [Anexo 35](#), [Anexo 36](#), [Anexo 37](#), seguidamente se procedió a realizar se procedió a utilizar el método ABC de proveedores para clasificar los proveedores según el reembolso por materia prima que realizó COVIPRE para la producción de cajas registro. Los resultados se pueden observar a continuación.



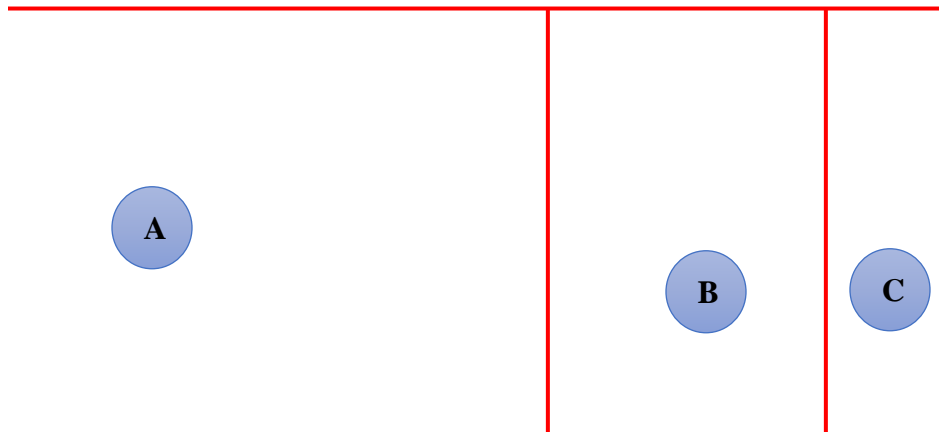
**Figura 52**

*Clasificación ABC de proveedores – Agregados*

*Nota.* Adaptado del área de logística de la empresa en estudio (2020)



*Nota.* Adaptado del área de logística de la empresa en estudio (2020)



**Figura 54**

*Clasificación ABC de proveedores – Cemento*

*Nota.* Adaptado del área de logística de la empresa en estudio (2020)

Se trabajó con 25 proveedores elegidos por la empresa ejecutándose satisfactoriamente. Luego, se analizó la matriz de posicionamiento en función a los proveedores A y B; el objetivo de análisis del proveedor se enfoca en la calidad de la materia prima. A continuación, se mostrarán las empresas seleccionadas para realizar la evaluación según los criterios de selección.

**Tabla 77**

*Empresas proveedoras seleccionadas*

Nro	NOMBRE/RAZON SOCIAL	MATERIAL	Nro. RUC	DIRECCIÓN	CONTACTO	TELÉFONO	CORREO
1	GP Consorcio S.A.C	Agregados	20525426778	Calle 4 - Mz. F, Lt. 14 Urb. Virgen del Rosario San Martin de Porres - Lima	GERENTE DE ADMINISTRACION	5212082	gpconsorcio@hotmail.com
2	CABAL CONSTRUCCION PERU S.A.C.	Agregados	20518639928	AV. Los olivos 210 - A	GERENTE DE ADMINISTRACION	976548882	administracion@gmail.com
3	FERROCON PERU E.I.R.L.	Agregados	20601155185	av. mariategui 330 urb. fundo oyague	GERENTE	4525551	ezuranich@hotmail.com
4	NOVOPAN PERU S.A.C.	Agregados	20548971111	av. del pinar 152 of.1005 - urb chacarilla del estanque	ASISTENTE DE GERENCIA GENERAL	948552711	ebendezu@hotmail.com
5	BIRRAK CONSTRUCTORES S.A.C.	Confitio	20514217522	av. eucaliptos lt. 3 int. d2b urb. santa genoveva	GERENTE DE ADMINISTRACION	4857899	birrak_peru@gmail.com
6	CALQUIPA S.A.C.	Confitio	20549500553	av. los castillos nro. 592	GERENTE DE VENTAS	6255688	calquipa@gmail.com
7	CEMEX PERU S.A.	Cemento	20516020301	Avenida República de Colombia, 791 - Of. 503 San Isidro - Lima	GERENTE DE ADMINISTRACION	6127576	cemexperu@gmail.com
8	UNACEM S.A.C	Cemento	20553856451	av. tomas marsano 1499 int. 90a	GERENTE DE VENTAS	1885526	unacem@gmail.com
9	CALIZA CEMENTO INCA S.A.	Cemento	20471744493	Sub Lote 2C Cajamarquilla Lurigancho - Chosica	GERENTE DE ADMINISTRACION	5000600	calizainca@gmail.com
10	LIMA NORTE CEMENTO S.A.C	Agregados	20364368594	av. paseo los heroes 5181 of. 903 a	ENCARGADO	1522665	limanorte@hotmail.com

Nota. Esta tabla muestra los proveedores de materiales para la elaboración de cajas registro con sus respectivos datos.

La evaluación de a las empresas seleccionadas pedirá a detalle los certificados de calidad entre otros requerimientos para corroborar con los estándares de calidad propuestos por la empresa. Por

último, A continuación, evidenciaremos la hoja de ruta que se implementó para el llenado del formato.

The image displays two forms used for provider evaluation. The left form contains handwritten responses to a series of questions regarding product quality, delivery, and contact information. The right form is a 'FICHA DE INFORMACION DEL PROVEEDOR' (Provider Information Card) for 'ACERO PIRRO', detailing general data, company type, contacts, and technical information.

**Figura 55**

*Fichas de homologación de proveedores.*

Una vez realizada la evaluación de proveedores a las empresas que calificaron se tienen los siguientes resultados que se validaron por medio de certificaciones y pruebas de laboratorio que sustenten el contenido de los componentes en la materia prima (% de requisitos granulométricos y % de componentes químicos) para verificar la calidad en la producción de cemento para cajas registro. Por tanto; se obtuvo 5 proveedores actuales que tiene aprobados la empresa estos se muestran a continuación, con el puntaje:

**Tabla 78***Empresas proveedoras aprobadas*

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	MATERIAL	CONTACTO	TELÉFONO	PUNTUACIÓN RESUMEN
UNACEM S.A.C	Cemento	GERENTE DE VENTAS	1885526	92%
CEMEX PERU S.A.	Cemento	GERENTE DE ADMINISTRACION	6127576	87%
GP Consorcio S.A.C	Agregados	GERENTE DE ADMINISTRACION	5212082	88%
LIMA NORTE CEMENTO S.A.C	Agregados	ENCARGADO	1522665	85%
BIRRAK CONSTRUCTORES S.A.C.	Confitio	GERENTE DE ADMINISTRACION	4857899	87%

*Nota.* Esta tabla muestra las empresas que fueron aprobadas después de validar certificaciones y pruebas de laboratorio.

En cuanto al seguimiento periódico la empresa se encargará de revaluación los proveedores cada 15 día en la empresa COVPRE con la finalidad de identificar mejoras en sus en la materia prima, tiempo de entrega, o abastecimiento. Asimismo, estos formatos servirán para mantener una estándar adecuado en cuanto a la cantidad de pedidos de materia prima que se realizan y la cantidad producida. Asimismo, también se aplicará el programa de homologación que permita realizar un control rápido de los lineamientos y normales propuestas para mantener la calidad de la materia prima ([Anexo 39](#); [Anexo 41](#))

#### **4.1.2.4. Systematic Layout Planning**

En el capítulo 2, se identificó que el tercer motivo por el cual se evidencia la excesiva cantidad de mermas en el área de mezclado es congestión y deficiente utilización de espacios, lo que es generado por el incorrecto diseño de Layout. Según lo planteado en el capítulo 3, la herramienta a utilizar para solucionar la incorrecta distribución de espacios es Systematic Layout Planning

(SLP), la cual se mencionaba en el capítulo 3 la guía de implementación de esta herramienta. En el presente capítulo vamos a validar la implementación de la herramienta SLP, tomando como caso de estudio a COVIPRE. A continuación, se muestra la propuesta de los pasos desarrollados para la implementación de la herramienta System Layout Planning (SLP).

- **Analizar producto y cantidad.** El primer paso para la validación estudiamos la cantidad de producto que se realiza dentro de la producción de cajas registro, para lo cual según la guía de implementación se debe ingresar en un cuadro el producto, la cantidad producida mensual y la cantidad producida anual. A continuación, se muestra el registro de la producción diaria y mensual.

**Tabla 79**

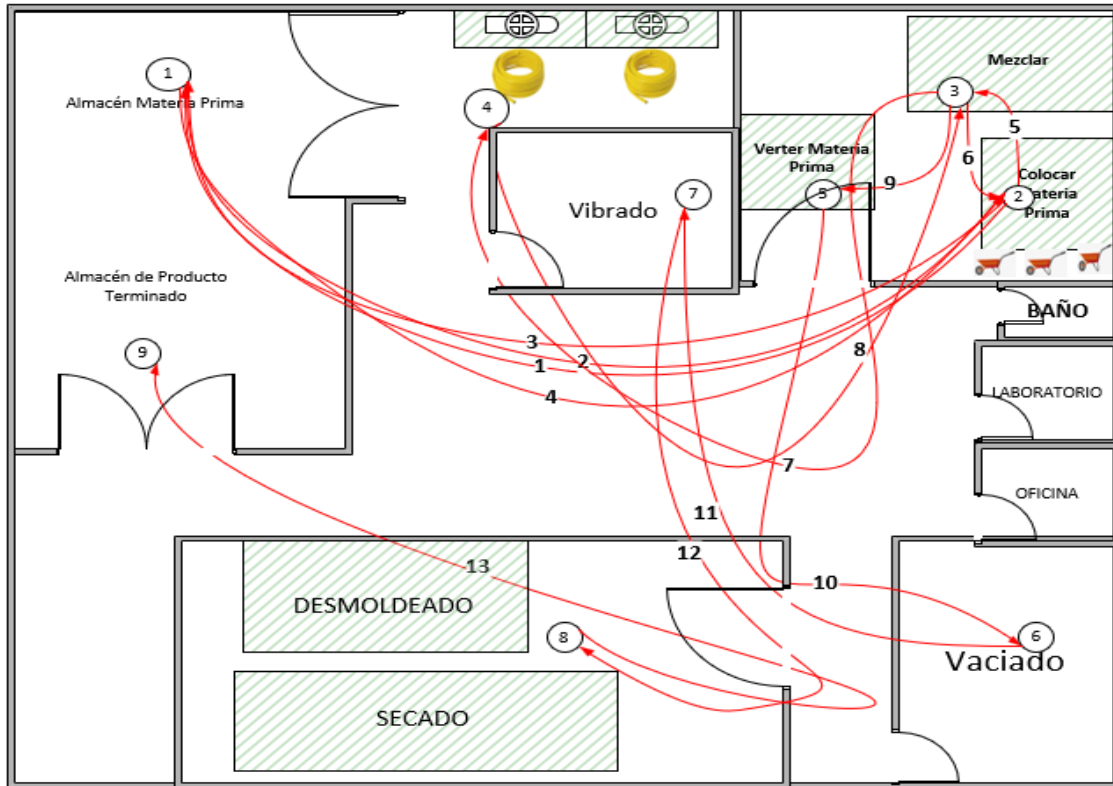
*Producto – cantidad de producción de cajas registro en COVIPRE*

NOMBRE DE PRODUCTO	PRODUCCIÓN DIARIA	PRODUCCIÓN MENSUAL
Caja registro de desagüe	100	1300

*Nota.* Esta tabla muestra la producción diaria y mensual de cajas registro.

- **Analizar recorrido del producto.** SLP plantea analizar la situación actual de la producción del producto mediante los recorridos y desplazamientos que hace la materia prima hasta llegar al proceso final del producto. Para fines de la validación se pudo conseguir el mapa de Spagetti de COVIPRE, con el fin de estudiar los recorridos actuales en la producción de cajas registro de desagüe. A continuación, se muestra el Diagrama de Spagetti de COVIPRE.





**Figura 56**

*Diagrama de Spaghetti de COVIPRE*

*Nota.* Adaptado de la Layout de la empresa en estudio (2020)

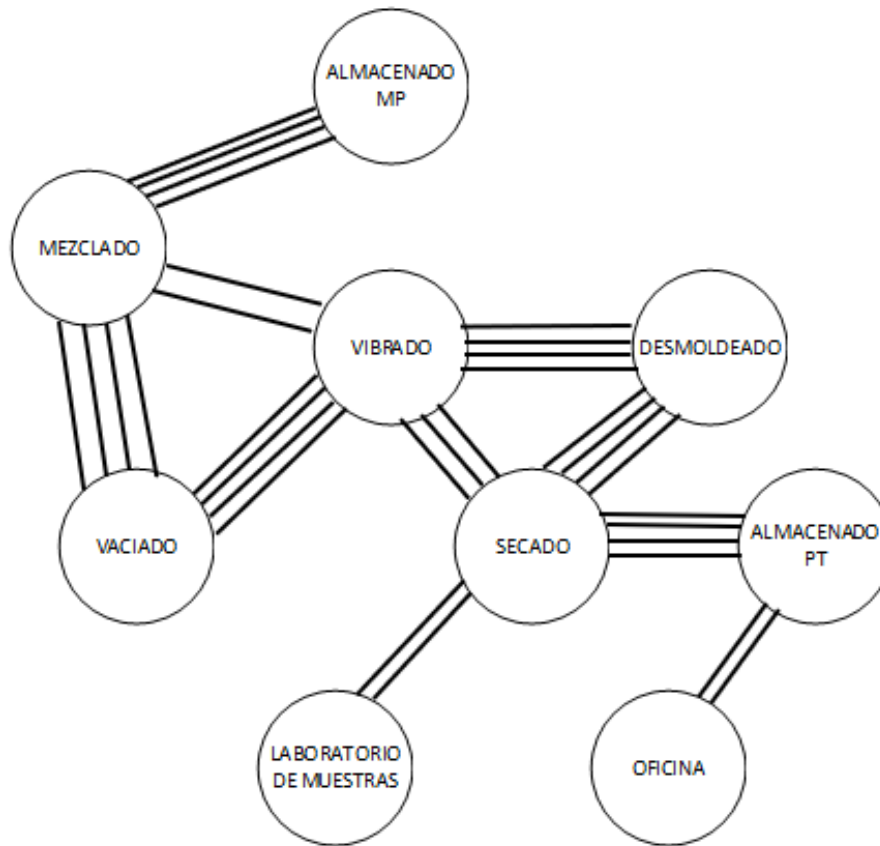
- Analizar relaciones entre actividades.** Según el diagrama de actividades relacionales dentro de la validación se procede a relacionar cada área de la empresa con su código de proximidad, para lo cual se presenta la tabla donde se detalla las áreas de COVIPRE y su relación entre sí.

**Tabla 80***Actividades relacionadas*

ACTIVIDAD	1. Oficinas	2. Laboratorio de muestra	3. Almacenado MP	4. Mezclado	5. Vaciado	6. Vibrado	7. Desmoldeado.	8. Secado	9. Almacenado PT
1. Oficinas		U	U	U	U	U	U	U	I
2. Laboratorio de muestra	U		U	U	U	U	U	I	U
3. Almacenado MP	U	U		A	U	U	U	U	U
4. Mezclado	U	U	A		A	I	U	U	U
5. Vaciado	U	U	U	A		A	U	U	U
6. Vibrado	U	U	U	I	A		A	E	U
7: Desmoldeado.	U	U	U	U	U	A		A	U
8. Secado	U	I	U	U	U	E	A		A
9. Almacenado PT	I	U	U	U	U	U	U	A	

*Nota.* En esta tabla se muestran las actividades relacionadas en el proceso de elaboración de cajas registro en la empresa COVIPRE.

- Diagrama de desarrollo de actividades. Como se mencionaba en el capítulo 3, se debe tomar en cuenta los códigos de proximidad y la relación que tienen las áreas donde se desarrollan las distintas actividades en la producción de cajas registro. A continuación, se presenta el diagrama de desarrollo de actividades.



**Figura 57**

*Diagrama de desarrollo de actividades*

Como se muestra en la figura 46 se ve una distribución modelo con respecto a las actividades realizadas en la empresa COVIPRE. De igual forma esta herramienta determina una correlación de actividades con las cuales se producen los productos utilizando debidamente los materiales, creando así un flujo de producción y a su vez la interacción entre todas las áreas de la empresa.

- Analizar necesidades y disponibilidad de espacios. Según la guía de implementación del capítulo 3, COVIPRE debe realizar medidas de espacios necesarias para cada área dentro de la empresa, esto con el fin de ver cuanto espacio total se necesita para la producción eficiente de las cajas registro. A continuación, se muestra la tabla donde se detalla los recursos necesarios por m2 aproximados.

**Tabla 81**

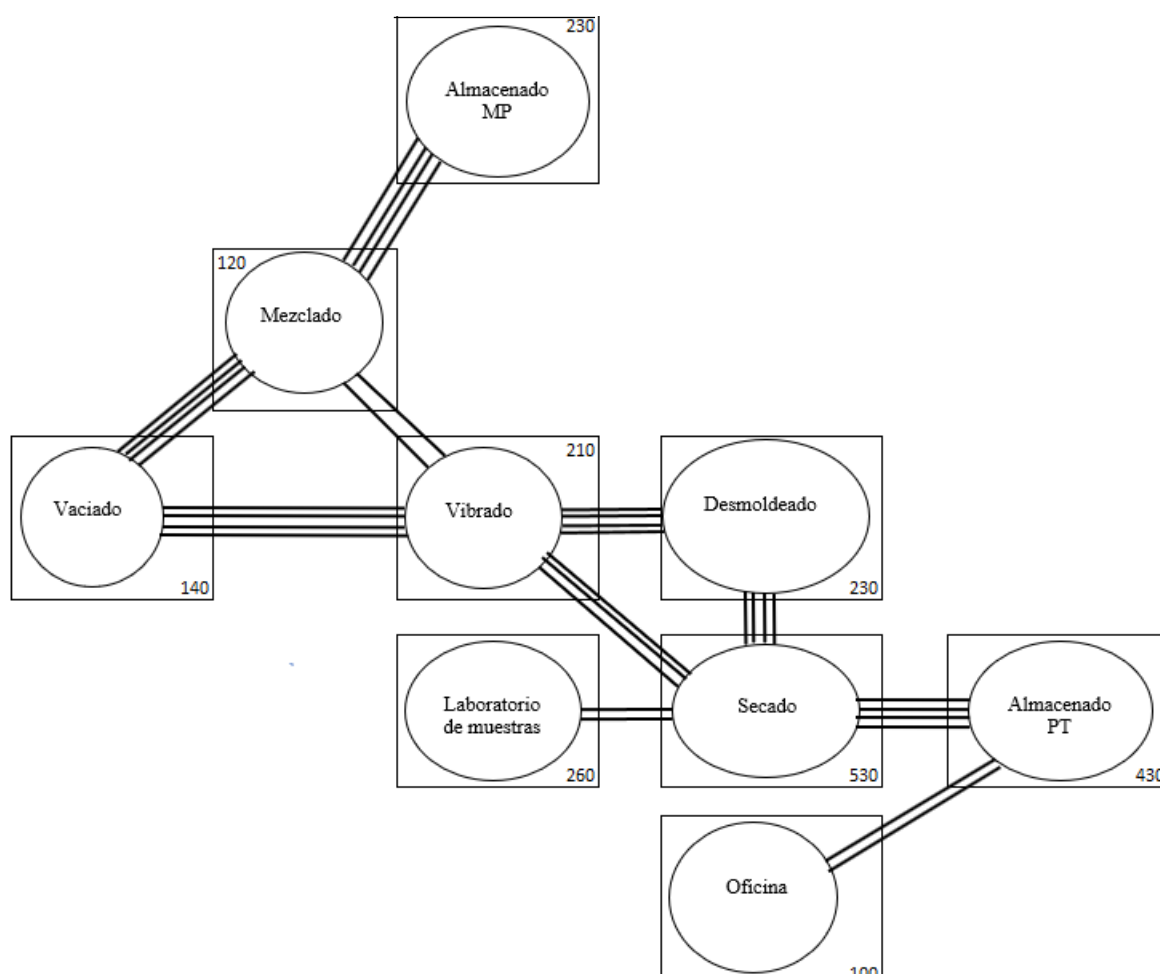
*Recursos necesarios por área con M2 aproximados*

ÁREA	ESPACIO REQUERIDO	M2 APROX.
Almacenado	Espacio para recepción de Materia Prima (MP)	200
	MP	Tránsito de personas
Mezclado	Espacio para dejar Materia Prima	30
	Espacio para mezclar	40
	Espacio para poner mezcla en recipientes	20
	Tránsito de personas	30
Vaciado	Espacio para moldes de producto	40
	Espacio para implementos de vaciado	70
	Tránsito de personas	30
Vibrado	Espacio para 2 mesas vibradoras	180
	Tránsito de personas	30
Desmoldeado	Espacio para colocar moldes	200
	Tránsito de personas	30
Secado	Espacio para colocar productos	500
	Tránsito de personas	30
Almacén PT	Espacio para colocar productos	400
	Tránsito de personas	30
Oficina	Espacio para escritorio, estantería, etc.	40
	Espacio para sala de espera	30
	Tránsito de personas	30
	Espacio para dejar muestras	150

Laboratorio de	Espacio para estudio de muestras	80
muestras	Tránsito de personas	30

*Nota.* En esta tabla se muestra el espacio requerido para realizar las actividades del proceso de producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.

- **Elaborar el Diagrama relacional de espacios.** En este paso se muestra la delimitación de espacios con el metraje aproximado, que se calculó en la identificación de necesidad y disponibilidad de espacios, todo ello se realiza mediante un diagrama de relación de los espacios. Cabe recalcar que para la presente investigación se propone utilizar la planta actual que presenta COVIPRE, como referencia.

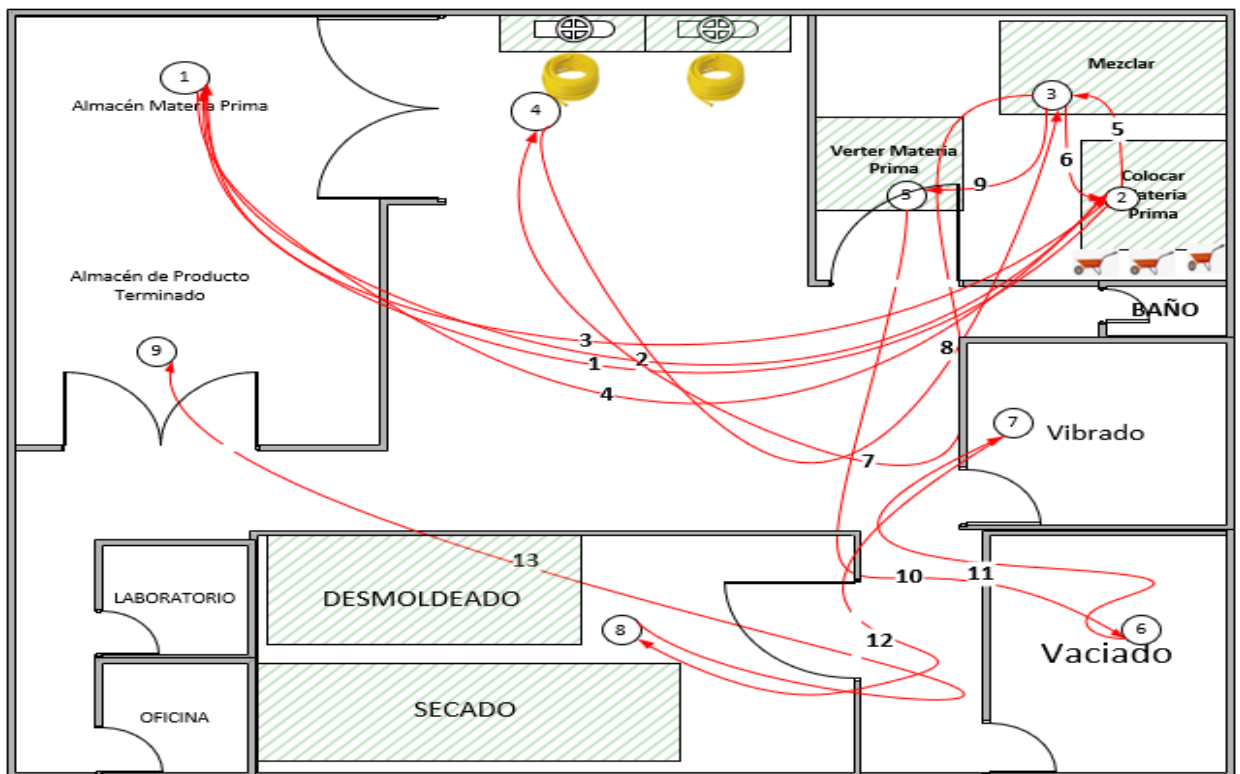


**Figura 58**

*Diagrama de distribución de espacios*

- Evaluar alternativas de solución y seleccionar la mejor.** Este paso es importante ya que, a raíz de identificar las áreas de espacios, las actividades y sus respectivas relaciones se pueden proponer distribuciones de Layout a modo que se generen menores distancias y tiempos de traslado. Para lo cual se proponen 3 diseños de Layout, los cuales serán estudiados mediante el diagrama de spaghetti, para cada uno de ellos, de manera que se determinará, recorridos y tiempos, para poder seleccionar la mejor alternativa de distribución. Estos movimientos de redistribución se basan en las relaciones de proximidad elaboradas en pasos previos, teniendo en cuenta el metraje de cada área. A continuación, se presentan las 3 propuestas.

Propuesta 1:



**Figura 59**

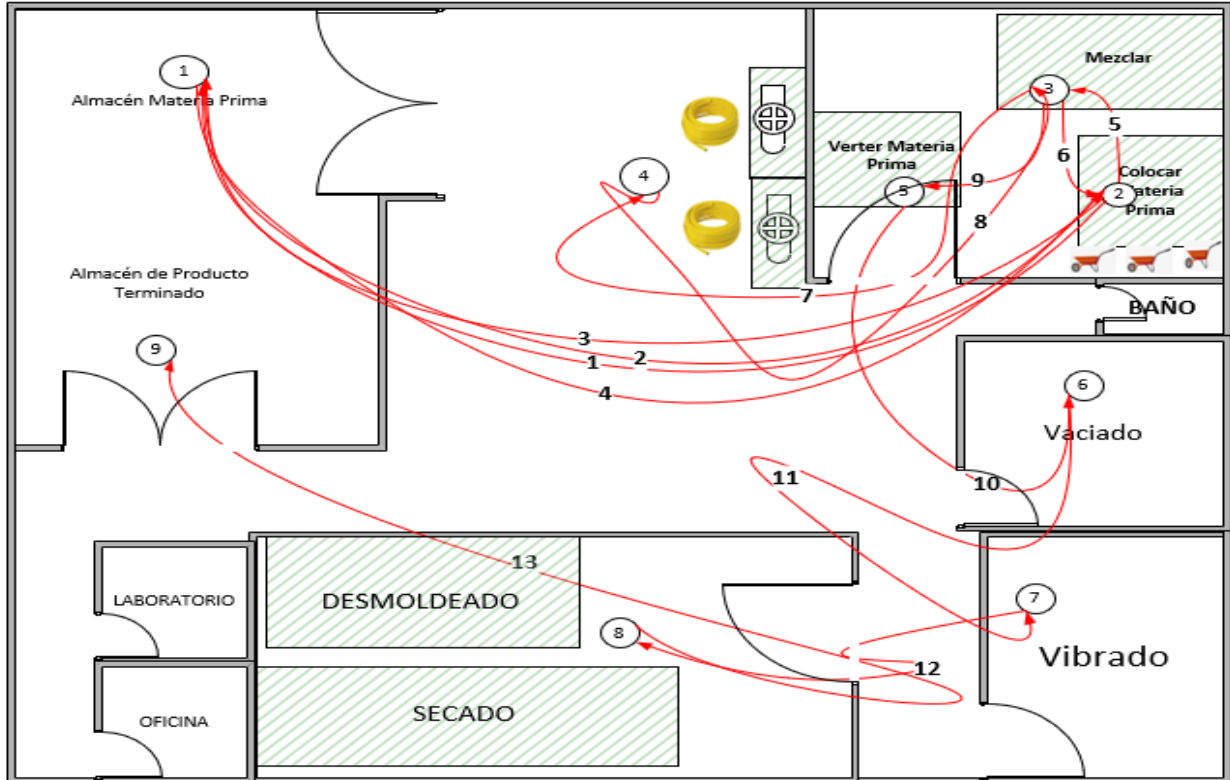
*Diagrama de Spaghetti de propuesta 1*

**Tabla 82**

*Recorridos con sus tiempos y distancias de la propuesta 1*

RECORRIDO	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (metros)
1	1.5	24
2	2.5	24
3	1.5	24
4	2.5	24
5	1.5	7
6	1.5	7
7	1.5	17
8	2	17
9	1.5	6
10	4	39
11	1.5	9
12	1.5	14
13	2	20
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>232</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el tiempo y distancia de los recorridos de la propuesta 1 para la producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.



**Figura 60**

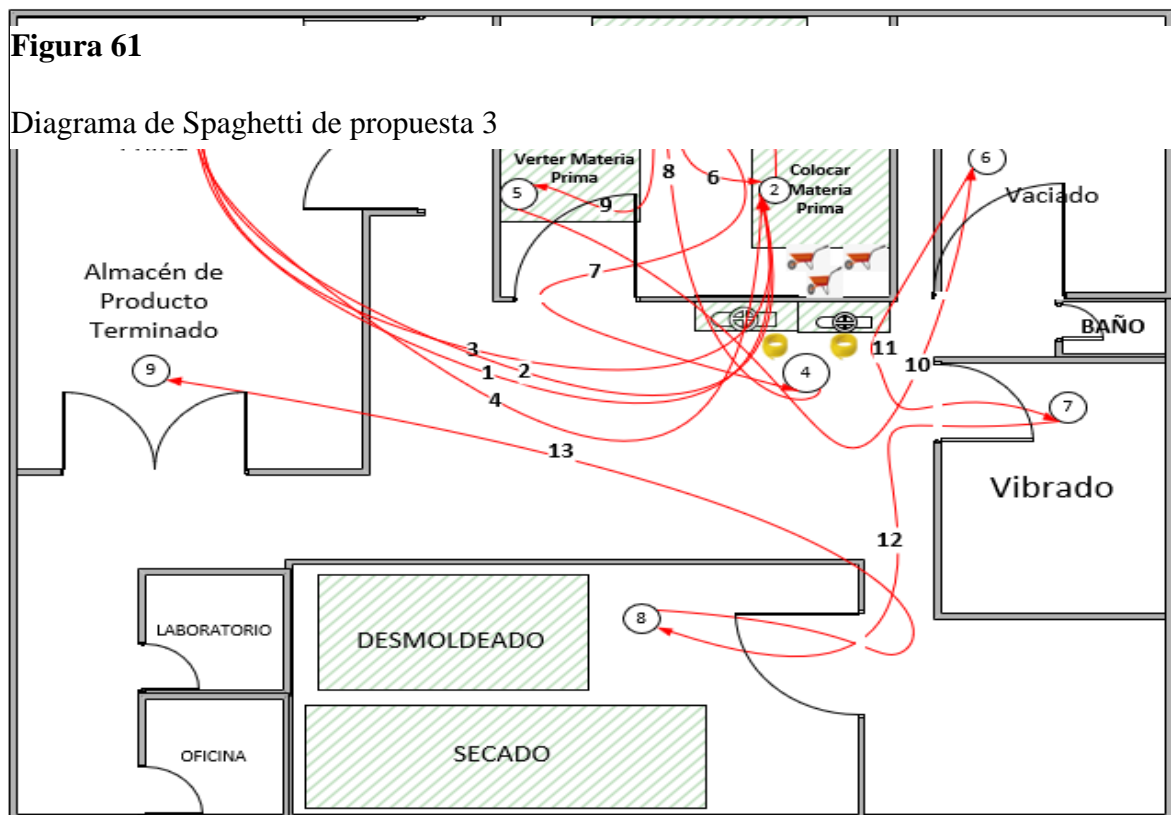
*Diagrama de Spaghetti de propuesta 2*

**Tabla 83**

*Recorridos con sus tiempos y distancias de la propuesta 2*

RECORRIDO	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (metros)
1	1.5	24
2	2.5	24
3	1.5	24
4	2.5	24
5	1.5	7
6	1.5	7
7	1	10
8	1.5	10
9	1	6
10	2.5	12
11	2	10
12	1.5	8
13	2	20
<b>TOTAL</b>	<b>22.5</b>	<b>186</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el tiempo y distancia de los recorridos de la propuesta 2 para la producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.





**Tabla 84***Recorridos con sus tiempos y distancias de la propuesta 3*

RECORRIDO	TIEMPO (minutos)	DISTANCIA (metros)
1	1	13
2	1.5	13
3	1	13
4	1.5	13
5	1	6
6	1	6
7	1.5	8
8	1.5	8
9	1.5	6
10	3	15
11	2	10
12	3.5	25
13	2	20
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>156</b>

*Nota.* Esta tabla muestra el tiempo y distancia de los recorridos de la propuesta 3 para la producción de cajas registro en la empresa COVIPRE.

Por temas de orden en mostrar la información, parte de los pasos de presentación de propuestas. Para que se permita una comparación se debe elaborar una tabla con los resultados de las 3 propuestas.

**Tabla 85***Resultado de propuestas de distribución de espacios de planta de producción*

PROPUESTA	TIEMPO (MINUTOS)	DISTANCIA (METROS)
1	25	232
2	22.5	186
<b>3</b>	<b>22</b>	<b>156</b>

*Nota.* Esta tabla muestra la propuesta elegida para reorganizar la distribución de planta.

Según la tabla 85, podemos determinar que la mejor propuesta es la número 3, ya que presenta un tiempo en los recorridos de 22 minutos y una distancia de 156 metros, lo que hace que se optimice el tiempo y recorrido en la producción de cajas registro de desagüe. Esto a su vez aporta en gran medida a la reducción de merma dentro del área de mezclado

y en general con las demás áreas. Este resultado de igual forma origina que el porcentaje de 34% que equivale al motivo 3 (congestión y deficiente utilización de espacio), como originario de las mermas en el área de mezclado, se reduzca exactamente a 20.87%.

#### 4.1.3 METRICAS DE RESULTADOS.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en base a indicadores, los mismos que serán comparados con los resultados recogidos del diagnóstico de la causas raíces y lo propuesto como estándar por la literatura.

PROBLEMA	ACTUAL	OBJETIVO	MEJORADO	HERRAMIENTA	INDICADOR	ACTUAL	OBJETIVO	MEJORADO
Reducción de mermas	10.50%	5%	4%	Estandarización de Trabajo	Operaciones de valor añadido	57%	70%	75%
					Tiempo de actividades operativas	10.81min	9.50min	8.32min
					Desempeño del personal	42%	85%	77%
				Ergonomía	Movimientos y esfuerzos innecesarios	28.50%	22.80%	22.80%
					Cantidad de factores de riesgo	10	6	6
				Gestión de Proveedores	Desempeño de proveedores potenciales	85%	95%	100%
					Aprobación de muestras rechazadas	25%	10%	5%
				Systematic Layout Planning	Tiempo de recorrido (minutos)	32.5min	25min	22min

					Distancia de Recorrido (Metros)	317m		156m
--	--	--	--	--	------------------------------------	------	--	------

**Tabla 86**

*Tabla de métrica de resultados*

## 4.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA

En este punto se evaluará la viabilidad del proyecto, se analizará la reducción de costos después de haber implementado las herramientas propuestas de estandarización de trabajo, ergonomía, gestión de proveedores y SLP. Cabe recalcar que el objetivo principal de la propuesta es reducir la cantidad de mermas la cantidad de mermas en el proceso de mezclado, de esta manera se reducirán los kilogramos perdidos que generan sobrecostos operativos, estos son originados por métodos inadecuados de trabajo, calidad de materia prima, y deficiente utilización de espacios. Como información base, la estructura de capital es un 100% de los aportes propios de la empresa, debido a que los ingresos anuales son elevados y pueden sustentar sin dificultad el financiamiento de la implementación. Asimismo, se proyectará la evaluación por trimestre durante el 2021, para esto se tomó en cuenta la cantidad de ventas obtenidas durante el año 2019 y se incrementó la participación de mercado en un 5% según INEI en el crecimiento de la industria de prefabricados. Además, se consideró la cartera de proveedores y clientes actuales. Por último, se tomará en consideración un COK (anual) del 10.50%.

### 4.2.1 Flujo de Caja.

El flujo de caja se realizó durante el año 2021 con la información que brindo la empresa en cuanto a las ventas y con la ayuda de la participación de mercado. Se consideraron los costos operativos. Asimismo, en el ANEXO, se muestra a detalle los gastos administrativos y gastos de venta que se han tomado en cuenta para el flujo de caja. Como se mencionó en el punto anterior la periodicidad del flujo es de 1 año, dividido en

4 trimestres. La empresa al realizar un proceso de mezclado artesanal y basándonos en materia prima, mano de obra y procedimiento no se consideró la depreciación.

Por último, se tomó en cuenta el 63.70% de las mermas reducidas como fuentes de ingreso para el 2021, ya que según los indicadores mostrados se obtuvo una reducción de S/.30675.12 en sobrecostos, incrementando los ingresos en un valor de S/.1,145,635.12.

**Tabla 87**

*Flujo de caja sin proyecto*

<b>Flujo de Caja Sin Proyecto</b>	<b>1T 2021</b>	<b>2T 2021</b>	<b>3T 2021</b>	<b>4T 2021</b>
Ingreso	S/ 278,740.00	S/ 283,808.00	S/ 277,147.20	S/ 289,744.80
Sobrecosto	-S/11,884.55	-S/12,100.63	-S/11,816.64	-S/12,353.76
Costo de Venta	-S/215,568.69	-S/219,488.12	-S/214,336.87	-S/224,079.45
Utilidad Bruta	S/ 51,286.76	S/ 52,219.25	S/ 50,993.70	S/ 53,311.59
Gastos de Administración	-S/3,077.21	-S/3,133.15	-S/3,059.62	-S/3,198.70
Gastos de Venta	-S/1,538.60	-S/1,566.58	-S/1,529.81	-S/1,599.35
Utilidad Operativa	S/ 46,670.95	S/ 47,519.52	S/ 46,404.26	S/ 48,513.55
Depreciación	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos Financieros	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Utilidad antes de Impuestos	S/ 46,670.95	S/ 47,519.52	S/ 46,404.26	S/ 48,513.55
Impuesto a la renta (29.5%)	-S/13,767.93	-S/14,018.26	-S/13,689.26	-S/14,311.50
Utilidad Neta	S/ 32,903.02	S/ 33,501.26	S/ 32,715.01	S/ 34,202.05
Amortización + Intereses	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
F.C Operativo	S/ 32,903.02	S/ 33,501.26	S/ 32,715.01	S/ 34,202.05
Inversiones Tangibles	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversiones Intangible	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
<b>F.C. Sin Proyecto</b>	<b>S/ 32,903.02</b>	<b>S/ 33,501.26</b>	<b>S/ 32,715.01</b>	<b>S/ 34,202.05</b>

*Nota.* Este cuadro muestra el flujo de caja de la empresa COVIPRE sin haber implementado las herramientas.

En el Flujo sin proyecto se muestra que los sobrecostos anuales ascienden a S/48,155.58, sin embargo, luego de la implementación se pudieron reducir los costos a S/890,953.58. Obteniendo una reducción en costos operativos del 4%. Por lo que se puede concluir una disminución relevante en los sobrecostos generados por la merma en el proceso de mezclado.

**Tabla 88**

*Flujo de caja con proyecto*

<b>Flujo de Caja Con Proyecto</b>	<b>Inversión</b>	<b>1T 2021</b>	<b>2T 2021</b>	<b>3T 2021</b>	<b>4T 2021</b>
Ingreso por reducción de % mermas		S/ 286,310.46	S/ 286,448.11	S/ 286,267.20	S/ 286,609.35
Impacto en costos		S/ 219,882.78	S/ 223,880.64	S/ 218,626.30	S/ 228,563.86
Préstamo		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Utilidad Bruta		S/ 66,427.69	S/ 62,567.46	S/ 67,640.90	S/ 58,045.49
Gastos de Administración		-S/ 3,077.21	-S/ 3,133.15	-S/ 3,059.62	-S/ 3,198.70
Gastos de Venta		-S/ 1,538.60	-S/ 1,566.58	-S/ 1,529.81	-S/ 1,599.35
Impuestos		-S/ 19,596.17	-S/ 18,457.40	-S/ 19,954.07	-S/ 17,123.42
Inversión	-S/22,039.97				
Total egresos		-S/ 24,211.98	-S/ 23,157.13	-S/ 24,543.50	-S/ 21,921.46
Flujo Neto Económico		S/ 42,215.71	S/ 39,410.33	S/ 43,097.40	S/ 36,124.02
<b>F.C Económico del Proyecto</b>		S/ 42,215.71	S/ 39,410.33	S/ 43,097.40	S/ 36,124.02

*Nota.* Este cuadro muestra el flujo de caja de la empresa COVIPRE después de haber implementado las herramientas.

<b>-S/22,039.97</b>	<b>9312.687378</b>	<b>5909.068966</b>	<b>10382.39602</b>	<b>1921.973113</b>
---------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Se evaluarán los indicadores de rentabilidad del proyecto basándonos en el flujo de caja con lo que se confirmará la viabilidad de nuestra investigación.

#### 4.2.2. Beneficio/Costo TIR VAN

Una vez evaluado el flujo de caja se procederá a demostrar la viabilidad del proyecto con los indicadores de rentabilidad: VAN, TIR, Costo/Beneficio (B/C), teniendo en cuenta un COK de 10.5% determinado según el rendimiento de mercado llevando a un 2.63% por trimestre. Como se mencionó en el punto anterior la empresa financiera la implementación utilizando parte de su capital, por lo que no será necesario financiar con entidades bancarias u otras financieras.

- En primer lugar, se realizó el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), obteniendo como resultado un total de S/44,291.35, lo que significa que si la empresa implementa el proyecto con un monto S/22,039.97 se obtendrá aproximadamente el 100% más del costo de implementación de ganancias.
- En segundo lugar, la tasa interna de retorno (TIR) es de 11% lo que significa que se generará una rentabilidad de dicho porcentaje cada trimestre. Asimismo, la ratio financiera es mayor COK, por lo que se puede inferir una vez más la que el proyecto es viable.
- Por último, la relación costo/beneficio (B/C) nos dio como resultado el valor de S/3.01, lo que significa que por cada sol invertido se tendrá una rentabilidad de 2.01 soles, en cuanto al PAYBACK es de 5 meses aproximadamente. La siguiente detallará los resultados los indicadores.



**Tabla 89**

*Indicadores de rentabilidad del proyecto*

<b>Indicadores de rentabilidad</b>	
<b>VAN E</b>	S/44,291.35
<b>TIR E</b>	11.01%
<b>B/C E</b>	S/3.01
<b>PAYBACK</b>	5 meses

*Nota.* Este cuadro muestra los indicadores de rentabilidad del proyecto, VAN, TIR, B/C y PAYBACK.

Como se mencionó, el objetivo del proyecto es la reducción de mermas en el área de mezclado, los resultados obtenidos muestran una reducción de sobrecostos del 4% con la implementación de las herramientas propuesta en el modelo Lean Kaizen. En el diagnostico se evidenció un promedio de 10.5% de mermas al día en la elaboración de cajas de registro, al implementar y obtener los resultados se ha reducido a 6.5%, siendo lo permitido según CAPECO un total de 5% en mermas, por lo que nos enfocamos en el sobrecosto de 5.5% restante. Podemos inferir que cada una de las herramientas aplicadas en la empresa obtuvo resultados relacionados a la mejora. Sin embargo, no se llegó a un 100%, el siguiente escenario será denominado el moderado.

**Tabla 90***Escenario moderado de la implementación de herramientas*

<b>Herramienta</b>	<b>Moderado</b>	<b>Escenario</b>
Estandarización de trabajo	80%	Luego de las capacitaciones realizadas, se evidencio algunos operarios que se resisten al cambio, prefieren seguir utilizando sus técnicas e incluyendo actividades que son innecesarias. Asimismo, no realizan la mezcla según su conveniencia.
Ergonomía	100%	La implementación de un plan en materia ergonómica permitió reducir los movimientos innecesarios y mejorar la calidad de trabajo del operario. Este se pudo implementar sin ningún problema debido a que se usó un software para la evaluación y determinación de actividades que generaban mayores riesgos.
Gestión de Proveedores	100%	Durante el período de implementación piloto, los formatos fueron llenados y cumplidos por el personal encargado en la organización, se evaluó sin problemas a los proveedores potenciales y se realizaron las pruebas necesarias en calidad de materia prima.
Systematic Layout Planning	100%	Se realizaron los cambios propuestos para mejorar los espacios innecesarios, además de reducir la distancia de trabajo del operario en las operaciones del área de mezclado.

*Nota.* Este cuadro muestra los resultados de un escenario moderado de la implementación de herramientas en el caso de estudio.

A partir de este escenario, se plantearon dos escenarios enfocados a unos resultados pesimistas y optimistas, se propuso como escenario optimista reducir un 100% de las mermas según las causas raíces atacadas con las herramientas propuestas obteniéndose un 4.26% de reducción en sobrecostos, y como un escenario pesimista, reducir solo un 65% obteniéndose un 2.70% de reducción en sobrecostos. Para ello, se detallarán los resultados propuestos según los escenarios antes mencionados.

**Tabla 91**

*Resultados de escenarios propuestos*

Resumen de Escenarios	Pesimista	Moderado	Optimista
<b>Sobrecosto</b>	2.70%	4%	4.26%
<b>VAN E</b>	S/.34,167.61	S/.44,291.35	S/.47,059.56
<b>TIR E</b>	8.49%	11%	11.7%
<b>B/C</b>	2.32	3.01	3.2
<b>PAYBACK (meses)</b>	7 meses, 15 días	5 meses	4 meses, 12 días

*Nota.* Esta tabla muestra el resultado de escenarios propuestos con sus respectivos indicadores financieros.

- El escenario pesimista se planteó tomando en cuenta los riesgos indicados en el capítulo 3, se escogieron los riesgos de mayor magnitud, como por ejemplo la educación académica de los operarios. Esto fue importante para la implementación de estandarización del método de trabajo. Los operarios se rehúsan a los cambios propuestos por la organización por lo que, si no hay un seguimiento continuo, ni supervisión por parte de un encargado de planta se podría dejar de aplicar y volver a los antiguos métodos.
- En cuanto a la gestión de proveedores, si no se consideran las pruebas realizadas por laboratorio será casi imposible determinar la calidad de la materia, sin

embargo, es importante considera que las empresas deben contar con una certificación de calidad con la ISO 9001 que le permita abalar la calidad de producto. Sin embargo, si la empresa descuida estos cambios los riesgos de perder la calidad y obtener productos finales dañados incrementaría en un 25%.

- Por último, en cuanto al escenario optimista se propone atacar las 5 causas raíces al 100%, no tener ningún problema en la implementación ni hacer uso de reserva de contingencia. Esto significaría que el modelo propuesto tendría éxito y que la mejora continua sería participe de una de las áreas de la organización.

#### 4.3 OTROS IMPACTOS EN LA SOLUCIÓN DE INGENIERÍA

Después de haber realizado las pruebas piloto, se evaluará los impactos en los ambientales, socio – culturales, tecnológicos, económicos, así también se determinarán los grupos involucrados en el proyecto.

##### 4.3.1 Grupos Interesados

Los interesados del proyecto son personas que se beneficiarán debido al proceso de implementación. Dentro del grupo de interesados internos a los proyectos, se encuentran los operarios del área de mezclado para la elaboración de cajas de registro, la gerencia general con el señor Gian Miñope, el encargado del área de ventas y operaciones, además del encargado de planta. Los operarios deben aceptar el uso de EPPs y documentación son presentar resistencia al cambio, ya que de ellos dependerá el éxito de la implementación piloto de la propuesta.

El área administrativa es fundamental para el desarrollo de la propuesta, puesto que ellos determinan si la investigación tendrá impactos positivos en la empresa y si el tiempo destinado para los pilotos es el adecuado para no perder tiempo de producción. Además, concientizarán a los operarios para las capacitaciones, entregarán información de la data histórica de la organización, y serán los que financiarán la implementación de las herramientas, del área administrativa depende la confiabilidad y viabilidad de la propuesta.

Como grupo externo tenemos a los proveedores, los cuales están implicados en la implementación de la herramienta de gestión de proveedores, tendrán que llenar las fichas necesarias para evaluar la calidad de sus productos, asimismo, se someterán a evaluaciones continuas con la finalidad de estandarizar la calidad de materia prima.

Los clientes son el grupo final de interesados implicados en la propuesta, de ellos dependerá el incremento del nivel de ventas según su satisfacción, reducir la cantidad de mermas permitirá producir mayor cantidad de cajas registro para enfrentar la demanda de dichos productos y además asegurar su calidad.

#### 4.3.2 Impactos Ambientales

Los prefabricados de concreto aportan al PBI de sector construcción para aumentar la economía del país. Sin embargo, la industria ocasiona importantes daños ambientales que involucran el proceso de producción de concreto. Según los expertos y trabajadores en el área, los impactos ambientales se encuentran en las emisiones de polvo, manejo inadecuado de efluentes, materiales peligrosos y no peligrosos. (Aura Navas de García, Rosa E. Reyes Gily Luis E. Galván Rico). Entre los principales impactos tenemos:

- Afectan la calidad del aire por la generación de polvos y gases. El cemento es uno de los materiales que, al no ser tan compacto, suele ser el más contaminante al momento de la producción, infringiendo la norma sobre calidad de aire y control de contaminación atmosférica.
- Afectación de la calidad de aguas por descargas de efluentes parcialmente tratados en la etapa de la planta.
- Manejo de desechos peligrosos y no peligrosos en la planta.

Se propuso a la empresa unirse a las campañas de impacto ambiental en el sector construcción para concientizar a su personal y mejorar la imagen organizacional, de esta manera los operarios evitarán el desperdicio de material. Las campañas deben ayudar a promover cambios en el comportamiento de las organizaciones dedicadas a este rubro. Asimismo, se buscará emprender nuevos proyectos para reducir la contaminación con materiales de construcción y buscar soluciones. Por último, se buscará conservar el agua y energía.

#### 4.3.3 Impacto Tecnológico

La implementación de un plan en materia ergonómica permitirá el uso del software Ergonautas desarrollado por la Universidad de Valencia. Antes del desarrollo de esta innovación se utilizaba partidas para evaluar el movimiento y la posición de los operarios al momento de realizar la operación. Sin embargo, Ergonautas permite elegir el método necesario para la evaluación y colocar toda la información ergonómica del operario. Para obtener resultados completos el software brinda una plataforma Premium con la membresía de 15 dólares trimestrales. La selección de métodos de evaluación Ergonautas

obedece a criterios de sencillez de aplicación y consolidación entre los ergónomos. Para nuestra investigación se utilizó la plataforma para obtener datos de RULA, REBA, OWAS.

El proceso de uso de la plataforma inicia con un registro de los datos personales, país en que se encuentra el usuario y el método que necesita evaluar. El registro de datos debe ser completamente detallado para que los resultados sean mucho más reales, se pueden introducir fotos del evaluado para tener mejores resultados. Una vez realizado la introducción de datos se procede a descargar los resultados de la evaluación requerida. En caso se desee los resultados a detalle se deberá realizar el pago virtual a acceder a membresía trimestral.

#### 4.3.4 Impacto Económico

En el diagnóstico de la empresa se identificó que existen mermas en el proceso de mezclado de hasta 10.5% promedio por día. Según CAPECO (2016), menciona que se puede obtener normalmente hasta un 5% de merma, sin embargo, nuestro caso de estudio excede un 5.5%. Estas mermas que generan un sobre costo representan un 5.51% del total de costos, equivalente a S/.48,155.58 e incrementaba los costos operativos a S/.921,678.70.

Luego de aplicar nuestras herramientas se pudo reducir las pérdidas generadas por el problema, se aplicó a cada una de las causas de mayor impacto y se evidenció que nuestro proyecto generó un ahorro del 36.30% de sobre costos por mermas, teniendo en cuenta que se pierden en promedio 214,373 kg anules en el proceso de producción de cajas registro.

Además, cabe mencionar que el proyecto solo se enfocó en reducir las mermas del proceso de mezclado debido en dicho proceso se genera la mayor cantidad de pérdidas de materia prima, si se desea evaluar la efectividad del proyecto se pueden analizar otros productos que se elaboren con un mezclado artesanal.



#### 4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### CONCLUSIONES

- Se implementó el modelo puesto con las herramientas estandarización de trabajo, ergonomía, gestión de proveedores y SLP. Se redujo la cantidad mermas que generaban un sobre costo de 10.50% de mermas a 6.50% siendo una reducción significativa en una 36.30% de mermas.
- Se logró estandarizar el trabajo enfocándonos a la capacitación de los operarios y a la documentación actualizada. Se validó la gestión documentaria con el apoyo del personal y según los pasos para la implementación. Asimismo, la capacitación permitió que el personal se enfoque en reducir las actividades realizadas durante la operación del mezclado, obteniendo un desempeño del personal de un 77%.
- En cuanto a la implementación del plan de ergonomía se realizó en base al software Ergonautas, permitiendo obtener resultados mucho más exactos acerca de los movimientos de los operarios y la posición de trabajo. Asimismo, nos permite buscar nuevas estrategias para mejorar el área de trabajo con la finalidad incrementar la comodidad del personal. La implementación de esta herramienta mejoró en un 40% los factores riesgos y movimientos innecesarios.
- La gestión de proveedores se ha desarrollado en el proceso de soporte como lo indica el mapa de procesos. Esta herramienta incluida en el modelo permite homologar a los proveedores en cuanto a precios y calidad. Dicha herramienta fue acompañada de estudios de laboratorio para determinar los estándares de

calidad de la materia prima. Los resultados muestran un desempeño de los proveedores potenciales en un 100%, asimismo la aprobación de muestras rechazadas disminuyó a un 5% lo que indica que después de la homologación se obtuvo mejoras en cuanto a la selección y seguimiento de los proveedores.

- La herramienta de ingeniería de métodos Systematic Layout Planning, se llevó a cabo tras un estudio realizado para la organización, El cual propone la reubicación de las líneas de producción y algunas oficinas para mejorar las distancias y así ejecutar la producción de cajas registro sin tener que interferir en otras áreas. Los indicadores muestran mejoras en las distancias recorridas.
- El trabajo de investigación tiene una viabilidad económica alta, se verificaron los indicadores financieros y se obtuvieron resultados que permiten una recuperación de inversión antes del sexto mes del año 2021, asimismo, se obtuvo un margen de contribución del 23%.
- La evaluación económica realiza en los tres escenarios son favorables para la empresa. En cuanto al escenario moderado se obtuvo un VAN de S/.44,291.35, un TIR del 11% y un beneficio/costo de 3.01 soles. Lo que indica la viabilidad del proyecto y la recuperación del doble de la inversión después de realizada su implementación.
- Se obtuvo ahorros en costos operativos del 25% y se incrementó la utilidad neta en un 21%. Además, que sirvió para disminuir el impacto ambiente en un 3%, y social en cuanto empleo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar auditorías continuamente para mantener la sostenibilidad del proyecto, capacitar al personal con la finalidad de mejorar los resultados en el transcurso de los días. Esto contribuirá a seguir los conceptos de mejora continua en la organización.
- Se recomienda realizar una simulación del proyecto en cuanto a SLP o verificar con los planos actuales de la empresa para no tener problemas de distribución de ambientes.
- Se recomienda profundizar en nuevos métodos combinados de ingeniería, lean manufacturing y Six Sigma con la finalidad de enfocarnos más en la satisfacción del personal y en la causa raíz que genere mayores pérdidas.
- Se necesita de la cooperación de los operarios, es necesario tener una cultura organizacional que permita un desenvolviendo del trabajo, asimismo se deben actualizar los programas en la empresa para mejorar la convivencia y la relación entre área de trabajo.
- En cuanto a software Ergonautas se recomienda el pago de la membresía con el apoyo de otras empresas involucradas en el sector para disminuir el costo de dicha herramienta y comparar resultados para mejora del trabajador.
- Se recomienda tener una cartera de proveedores que se encuentren en la cerca de la localización de la planta para que el suministro del material sea en el menor tiempo posible y con las medidas respectivas de seguridad. Asimismo, se recomienda optar por proveedores que cuenten con certificaciones de calidad.

[REFERENCIAS]

- Abotaleb, I., Nassar, K., & Hosny, O. (2016). Layout optimization of construction site facilities with dynamic freeform geometric representations. *Automation in Construction*, 66, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.02.007>
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>
- Ashikin Suhaini, N., Haslinda Abas, N., Nagapan, S., & Nadarason, K. (2019). Identification of Construction Waste Generated at Precast Concrete Plants: Case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 601(1), 0–11. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/601/1/012036>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1), 47–53. <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Espinoza, A., Rojas, E., Rojas, J., & Raymundo, C. (2019). *Proceedings of the 4th Brazilian Technology Symposium (BTSym'18)* (Vol. 140). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16053-1>
- Garzon, F. S., Enjolras, M., Camargo, M., & Morel, L. (2019). A green procurement methodology based on Kraljic Matrix for supplier`s evaluation and selection: a case study from the chemical sector. *Supply Chain Forum*, 20(3), 185–201. <https://doi.org/10.1080/16258312.2019.1622446>

- Hess, J. A., Kincl, L., Weeks, D. L., Vaughan, A., & Anton, D. (2020). Safety Voice for Ergonomics (SAVE): Evaluation of a masonry apprenticeship training program. *Applied Ergonomics*, 86(March), 103083. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103083>
- Hong, J., Shen, G. Q., Li, Z., Zhang, B., & Zhang, W. (2018). Barriers to promoting prefabricated construction in China: A cost–benefit analysis. *Journal of Cleaner Production*, 172, 649–660. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.171>
- Ighravwe, D. E., & Oke, S. A. (2020). Sustenance of zero-loss on production lines using Kobetsu Kaizen of TPM with hybrid models. *Total Quality Management and Business Excellence*, 31(1–2), 112–136. <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1415754>
- INEI. (2018). *Perú: Indicadores de Empleo e Ingreso por departamento 2007-2017*. 543. Retrieved from [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- INEI. (2019). *Actividad del sector construcción de Perú*. 2019.
- INEI. (2020). *Indice de precios de materiales de construcción*. 2020.
- Karakhan, A. A., Gambatese, J., & Simmons, D. R. (2020). Development of Assessment Tool for Workforce Sustainability. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4), 1–11. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001794](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001794)
- Kazaz, A., Ulubeyli, S., & Arslan, A. (2020). Quantification of fresh ready-mix concrete waste: order and truck-mixer based planning coefficients. *International Journal of Construction Management*, 20(1), 53–64.

<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462444>

Kazaz, A., Ulubeyli, S., & Atici, M. (2018). Economic viability analysis for fresh concrete waste reclaimers: The capacity of leftover concrete. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 22(1), 12–23. <https://doi.org/10.1007/s12205-017-1462-4>

Kumar, S., Dhingra, A. K., & Singh, B. (2018). Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 96(5–8), 2687–2698. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1684-8>

Le Hesran, C., Ladier, A. L., Botta-Genoulaz, V., & Laforest, V. (2020). A methodology for the identification of waste-minimizing scheduling problems. *Journal of Cleaner Production*, 246(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119023>

Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>

Nagi, A., & Altarazi, S. (2017). Integration of value stream map and strategic layout planning into DMAIC approach to improve carpeting process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(1), 74–97. <https://doi.org/10.3926/jiem.2040>

Palominos, P., Pertuzé, D., Quezada, L., & Sanchez, L. (2019). An Extension of the Systematic Layout Planning System Using QFD: Its Application to Service Oriented Physical Distribution. *EMJ - Engineering Management Journal*, 31(4), 284–302. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1651444>

- Patidar, L., Soni, V. K., & Soni, P. K. (2017). Manufacturing wastes analysis in lean environment: an integrated ISM-fuzzy MICMAC approach. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 8, 1783–1809. <https://doi.org/10.1007/s13198-017-0669-6>
- Phang, T. C. H., Chen, C., & Tiong, R. L. K. (2020). New Model for Identifying Critical Success Factors Influencing BIM Adoption from Precast Concrete Manufacturers' View. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4), 1–14. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001773](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001773)
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., García-Alcaraz, J. L., & Macías, E. J. (2020). Improving a manufacturing process using the 8ds method. A case study in a manufacturing company. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/app10072433>
- Wang, S., Tang, J., Zou, Y. y Zhou, Q. (2019). Investigación sobre la optimización del proceso de producción de la fábrica de componentes prefabricados de hormigón basada en el mapeo de flujo de valor *Ingeniería, Construcción y Gestión Arquitectónica*.
- Aka, A. , Isah, AD , Eze, CJ y Timileyin, O. (2019), Aplicación de herramientas y técnicas de fabricación ajustada para la reducción de residuos en el proceso de producción de ladrillos nigerianos *Ingeniería, Construcción y Gestión Arquitectónica*.
- Abad, J. D. (2018). Ergonomics and simulation-based approach in improving facility layout. *Journal of Industrial Engineering International*, 14(4), 783–791.

<https://doi.org/10.1007/s40092-018-0260-z>

Concrete Issues. (2017). El ABC de la producción de hormigón. Retrieved from Concrete

Issues website: <https://www.concreteissues.com/en/stories/1-17/the-abcs-of-concrete-production/>

Salazar Ramos, J. (2019). CAPECO: Costos y Presupuestos de Edificación. *Capeco*, 375.

Vieira, L. de B. P., de Figueiredo, A. D., Moriggi, T., & John, V. M. (2019). Waste generation from the production of ready-mixed concrete. *Waste Management*, 94, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.043>

Empresa, A. (2017). Gestión de proveedores: Relaciones, proceso, análisis, selección y evaluaciones. Retrieved from <http://actualidadempresa.com/gestion-de-proveedores-relaciones-proceso-analisis-seleccion-y-evaluaciones-4444/>

Kar, S., & Jha, K. N. (2020). Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS. *International Journal of Construction Management*, 0(0), 1–11. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1742637>

Xu, J., & Zhao, S. (2017). Noncooperative Game-Based Equilibrium Strategy to Address the Conflict between a Construction Company and Selected Suppliers. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(8), 1–10. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001329](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001329)



## ANEXOS

### Anexo 1:

Categoría	N°	Título	Autor	Año	Revista	Base de datos	Quartil	Imp.
<b>Categoría 1: Problema</b>	1	A mix proportioning methodology for high – performance concrete	Ta-Peng Chang, Fu-Chang & Huang-Chin Li	2017	Journal of the Chinese Institute of Engineers	Taylor & Francis	Q2	0.2
	2	Quantification of fresh ready-mix concrete waste: order and truck-mixer based planning coefficients	Aynur Kazaza, Serdar Ulubeylib, and Ahmet Arslana	2018	International Journal of Construction management	Scopus	Q2	0.58
	3	Quality control of precast concrete products – a road owner’s perspective	Martin Kendall, Wayne Muller & Alan Carse	2020	Journal of Construction Engineering and Management - ASCE	Scopus	Q1	1.04
	4	A methodology for the identification of waste-minimizing scheduling problems	Corentin Le Hesran, Anne-Laure Ladier, Valerie Botta-Genoulaz, Valerie Laforest	2020	Journal of Cleaner Production	Scopus	Q1	1.62
	5	Challenge in the Analysis of Historic Concrete: Understanding the Limitations of Techniques, the variability of the Material and the Importance of Representative Samples	Simeon Wilkie & Thomas Dyer	2018	International Journal of Architectural Heritage	Taylor & Francis	Q1	0.75
<b>Categoría 2: Metodología</b>	6	Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company	Rahul S. Mor, Arvind Bhardwaj, Sarbjit Singh, Anish Sachdeva	2019	Journal of Manufacturing Technology Management	Scopus	Q1	0.95






7	An application of the lean production tool standard work	Sara Bragança, Eric Costa	2017	Sciences and Engineering	Springer	Q2	0.18	
8	Research on production process optimization of precast concrete component factory based on value stream mapping	Shuqiang Wang, Jia Tang, Yiquan Zou and Qihui Zhou	2019	Engineering, Construction and Architectural Management	Elsevier b. v	Q1	0.58	
9	Layout optimization of construction site facilities with dynamic freeform geometric representations	Ibrahim Abotaleb, Khaled Nassar, Ossama Hosny	2017	Automation in Construction	Springer	Q1	1.41	
10	Manufacturing wastes analysis in lean environment: an integrated ISM-fuzzy MICMAC approach	Lakhan Patidar, Vimlesh Kumar Soni & Pradeep Kumar Soni	2017	International Journal of System Assurance Engineering and Management	Springer	Q3	0.35	
11	Assessing criticality of construction materials for prioritizing their procurement using ANP-TOPSIS	Santu Kar & Kumar Neeraj Jha	2020	International Journal of Construction Management	Taylor & Francis	Q2	0.57	
12	Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India	Sunil Kumar, Ashwani Kumar Dhingra y Bhim Singh	2018	The International Journal of Advanced Manufacturing Technology	Springer	Q1	1	
<b>Categoría 3: Causas Raíz</b>	13	Safety Voice for Ergonomics (SAVE): Evaluation of a masonry apprenticeship training program	Jennifer A. Hess, Laurel Kincl, masonry apprenticeship training program	2020	Applied Ergonomics	Elsevier	Q1	1.74

<b>Categoría 3: Casos de Estudio</b>	14	Development of Assessment Tool for Workforce Sustainability	Karakhan, AA, Gambatese, J. y Simmons, DR	2020	Journal of Construction Engineering and Management	Scopus	Q1	1.04
	15	Methodology for Reducing Staff Turnover in Service Companies Based on Employer Branding and Talent Management	Amy Espinoza, Estefania Rojas, Jose Rojas and Carlos Raymundo	2019	Smart Innovation, Systems and Technologies	Springer	Q3	0.18
	16	A green procurement methodology based on Kraljic Matrix for supplier's evaluation and selection: a case study from the chemical sector	Felipe Sanchez Garzon, Manon Enjolras, Mauricio Camargo & Laure Morel	2019	Supply Chain Forum: An International Journal	Taylor & Francis	Q2	0.52
	17	An Extension of the Systematic Layout Planning System Using QDF: Its Application to Service Oriented Physical Distribution	Pedro Palominos, Daniela Pertuzé, Luis Quezada & Luis Sanchez	2019	EMJ – Engineering Management Journal	Web of Science	Q2	0.18
	18	Standardization and optimization of an automotive components production line	Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G.	2017	Industrial and Manufacturing Engineering	Web of Science	Q2	0.31
	19	Integration of Value Stream Map and Strategic Layout Planning into DMAIC Approach to Improve Carpeting Process	Ayman Nagi, Safwan Altarazi	2017	Journal of Industrial Engineering and Management	Web of Science	Q2	0.35
	20	Barriers to Promoting Prefabricated Construction in China: A Cost–Benefit Analysis	Jingke Hong, Geoffrey Qiping Shen, Zhengdao Li, Boyu Zhang, Wanqiu Zhang	2018	Journal of Cleaner Production	Elsevier b. v	Q1	1.62
	21	Application of lean manufacturing tools and techniques for waste reduction in Nigerian bricks production process	Adefemi Aka, Abubakar Danladi Isah and Chukwudum J. Eze, Owolabi Timileyin	2019	Engineering, Construction and Architectural Management	Web of Science	Q1	0.18

22	Noncooperative Game-Based Equilibrium Strategy to Address the Conflict between a Construction Company and Selected Suppliers	Jiuping Xu and Siwei Zhao	2017	Journal of Construction Engineering and Management	Scopus	Q1	1.04
----	---	------------------------------	------	---	--------	----	------

---

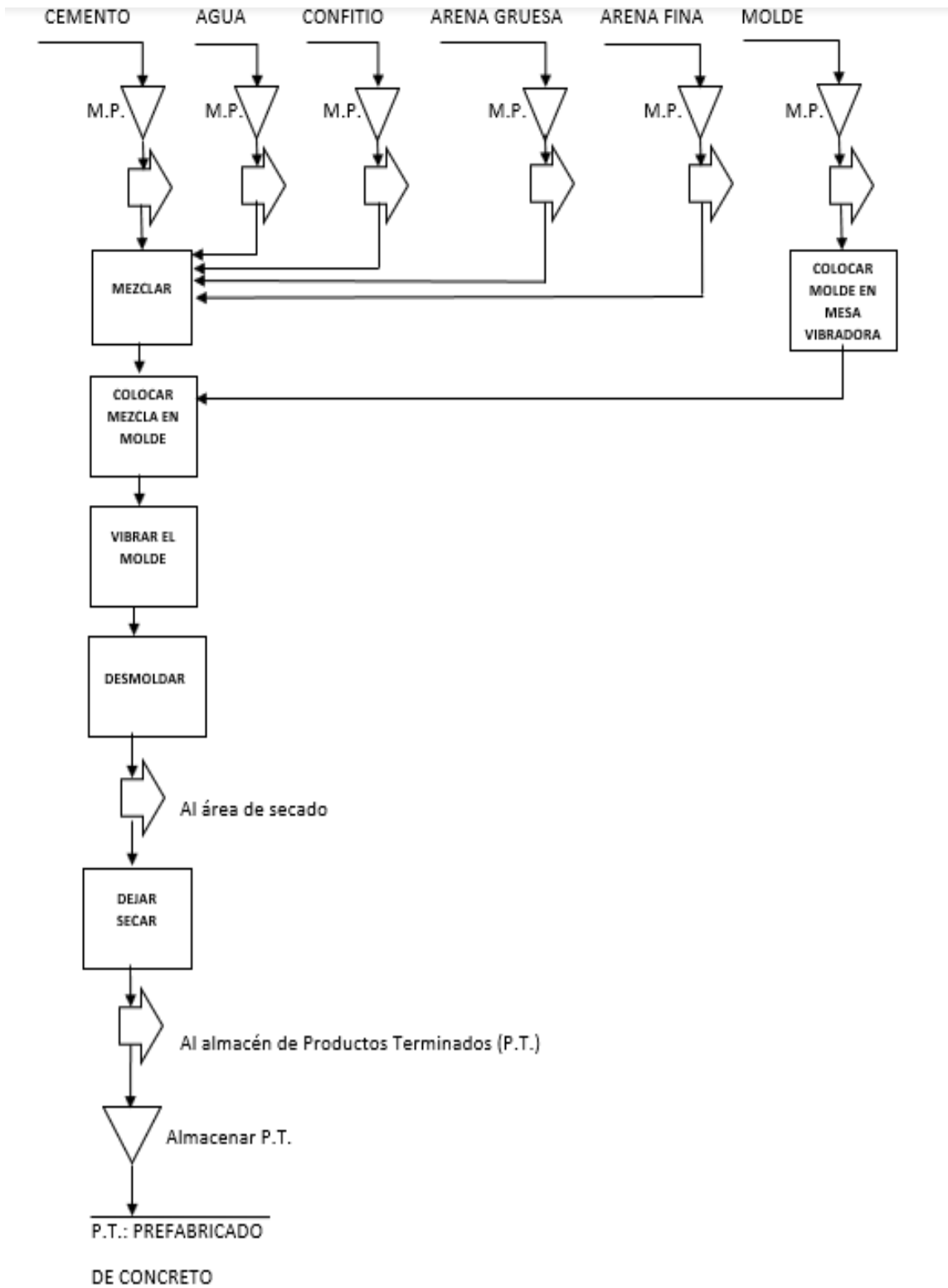
Anexo 2: Productos de Alta demanda de COVIPRE

División	Alta Demanda	Imagen
Construcción	Bloques de Grass tipo michi	
	Postes para cercos perimétricos	
Saneamiento	Tapa para Buzón	
	Caja registro para Desagüe	
Eléctrico	Ductos para cableado telefónico y eléctrico	

Anexo 3: Materia Prima utilizadas en COVIPRE

MATERIA PRIMA	IMAGEN
Cemento	
Arena gruesa	
Arena Fina	
Confitio	

Anexo 4: DAP del proceso de cajas registro.



Anexo 5: Problemas identificados en COVIPRE

ITEM	DESCRIPCION DEL PROBLEMA	COLABORADOR
P1	Incorrecta coordinación de tareas (INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS)	Gian Miñope
P2	Despilfarro de materia prima (MERMAS Y DESPERDICIOS DE MP)	
P3	Personal no capacitado	
P4	Desgaste de moldes	
P5	Herramientas desgastadas para laborar	
P6	Rompimiento de Stock en los productos estándar	
P7	Documentación no actualizada	Juana Sotil
P8	Problemas en el suministro de prefabricados a provincia	
P9	Incremento de horas extras	
P10	Eliminación del reporte por parte del operario	
P11	Falta de software para registro de órdenes de compra	
P12	Datos logísticos no actualizados	María Miñope
P13	Limitada comunicación entre comercial y operaciones	
P14	Incumplimiento de tiempo de entrega (	
P15	Errores característicos del producto	
P16	Lesiones y tensiones de los operarios	
P17	Dosificación inadecuada de materia prima e insumos	
P18	Rotación de personal	Jairo Acuña
P19	Congestionamiento de las líneas de producción	
P20	Inexistente Planificación	
P21	Cansancio de operarios por mala postura	
P22	Discusiones entre operarios	
P23	Desechos excesivos de concreto	
P24	Confusión de materia prima por cercanía de líneas producción	José Salas
P25	Cambios semanales de personal	
P26	Mermas por despilfarro de concreto (MERMAS Y DESPERDICIOS DE MP)	
P27	Rotura de producto por inconsistencia	
P28	Distracción del personal	
P29	Reducida área de trabajo	



#### Anexo 6: Incorrecta planificación de tareas

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P1
Enunciado del Problema	INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS
Descripción	COVIPRE carece de un cronograma de tareas para las operaciones diarias, los operarios no cumplen con lo indicado y realizan las actividades según su conveniencia lo que puede afectar la productividad
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 7: Mermas y desperdicios de materia prima

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P2
Enunciado del Problema	MERMAS Y DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA
Descripción	Existe una gran cantidad de materia prima desperdiciada debido a la mayor parte de sus procesos son artesanales, además si los productos se rigen a las especificaciones técnicas son considerados obsoletos y serán demolidos.
Tendencia	Tiende a incrementar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 8: Personal no capacitado

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P3
Enunciado del Problema	PERSONAL NO CAPACITADO
Descripción	Los programas de capacitación para procesos de producción son escasos y se dan de 2 o 3 veces por año, el personal no desarrolla las actitudes para hacer frente a las producciones y carece de experiencia e inducción para las operaciones

Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 9: Inventario

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P4
Enunciado del Problema	ROMPIMIENTO DE STOCK DE INVENTARIO ESTÁNDAR
Descripción	En caso no se llegue a completar la producción de alta demanda, se tiene una cantidad de productos en el almacén para hacer frente a los pedidos requeridos o en caso existan productos que se encuentran dañados se utilizará nuestro Stock de Seguridad ocasionando un rompiendo de inventario.
Tendencia	Tiende a aumentar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 10: Documentación

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P5
Enunciado del Problema	DEFICIENTE SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN
Descripción	La documentación de la organización no se encuentra actualizada, eliminación del reporte por parte del operario
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 11: Suministro

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P6

Enunciado del Problema	PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO DE PREFABRICADOS A PROVINCIA
Descripción	Para transportar los productos que son trasladados a provincia se contrata empresas externas encargadas de transportar los productos hasta la ubicación de entrega, sin embargo, estos se pueden dañar en el viaje o al momento de la descarga de productos.
Tendencia	Tiende a aumentar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 12: Sistema de Información

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P7
Enunciado del Problema	SISTEMA DE INFORMACIÓN INEFICIENTE
Descripción	Falta de software para registro de órdenes de compra, datos logísticos no actualizados.
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 13: Limitada comunicación entre comercial y operaciones

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P8
Enunciado del Problema	LIMITADA COMUNICACIÓN ENTRE COMERCIAL Y OPERACIONES
Descripción	El área comercial recibe diversas cotizaciones y acepta las ofertas económicamente altas, pero esto debe ir en coordinación del área de operaciones para determinar el tiempo de producción o la cantidad de inventario en almacén para hacer frente a los pedidos.
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 14: Entrega

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P9
Enunciado del Problema	INCUMPLIMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA
Descripción	El tiempo de entrega es fundamental para que cumplir con nuestros clientes, sin embargo, cuando la producción es mayor y existen carencias en el desarrollo de los procedimientos se pueden generar retrasos.
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 15: Lesiones y tensiones

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P10
Enunciado del Problema	LESIONES Y TENSIONES DE OPERARIOS
Descripción	Los operarios sufren lesiones en la columna u otras partes del cuerpo por la mala postura al efectuar las operaciones, lo que les provoca cansancio o problemas ergonómicos que termina por retirarlo de la organización.
Tendencia	Tiende a aumentar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 16: Dosificación

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P11
Enunciado del Problema	DOSIFICACIÓN INADECUADA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS
Descripción	Al momento de realizar la mezcla de materia prima no se documentan las operaciones y el tiempo para obtener una mezcla consistente y de calidad, por lo que los operarios pueden variar los procedimientos o incrementar las materia prima e insumos generando desperdicios y mermas.

Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 17: Rotación de personal

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P12
Enunciado del Problema	ROTACIÓN DE PERSONAL
Descripción	La rotación de personal se debe a que los empleados no cuentan beneficios en caso ocurra algún accidente, la falta de herramientas que faciliten las operaciones y la presión debido a la cantidad de producción diaria.
Tendencia	Tiende a aumentar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 18: Congestión de espacios

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P13
Enunciado del Problema	CONGESTIÓN Y DEFICIENTE UTILIZACIÓN DE ESPACIO
Descripción	La línea de producción se encuentra en cercanas y disminuye el tránsito de los operarios en cuento al traslado de productos o materia prima. Él se encuentra alejado de las líneas de producción y alberga los productos terminados y la materia prima.
Tendencia	Tiende a aumentar
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

#### Anexo 19: Rotura del producto

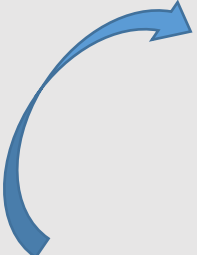
DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P14

Enunciado del Problema	ROTURA DEL PRODUCTO POR INCOSISTENCIA
Descripción	Los productos tienen cambios en el proceso de curado o secado debido a la falta de aditivos o materia prima.
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

Anexo 20:  
Distracción del  
personal

DETALLE	FICHA TÉCNICA
Código	P15
Enunciado del Problema	DISTRACCIÓN DEL PERSONAL
Descripción	El personal no es supervisado por un ingeniero u operario encargado de verificar el desempeño de los trabajadores, las líneas de producción cercanas han generado de que los operarios puedan cambiar de operaciones o apoyar a otras líneas de trabajo.
Tendencia	Tiende a mantenerse
Fuente de datos	Juicios de expertos (dueños de procesos involucrados)

Anexo 21: Matriz de Vester



		INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS	MERMAS Y DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA	PERSONAL NO CAPACITADO	ROMPIMIENTO DE STOCK DE INVENTARIO ESTÁNDAR	DEFICIENTE SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN	PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO DE PREFABRICADOS A PROVINCIA	SISTEMA DE INFORMACIÓN INEFICIENTE	LIMITADA COMUNICACIÓN ENTRE COMERCIAL Y OPERACIONES	INCUMPLIMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA	LESIONES Y TENSIONES DE OPERARIOS	PRIMA E INSUMOS DOSIFICACIÓN INADECUADA DE MATERIA	CONGESTIÓN Y DEFICIENTE UTILIZACIÓN DE ESPACIO	ROTURA DEL PRODUCTO POR INCONSISTENCIA	DISTRACCIÓN DEL PERSONAL	Influencia	
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	TOTAL, ACTIVOS (X)
INCORRECTA PLANIFICACIÓN DE TAREAS	P1		3	0	0	2	0	0	1	2	1	1	0	1	0	1	12
MERMAS Y DESPERDICIOS DE MATERIA PRIMA	P2	0		0	3	3	2	3	2	3	0	0	3	0	3	0	22
PERSONAL NO CAPACITADO	P3	0	3		0	0	0	0	0	3	2	3	1	2	3	1	18
ROMPIMIENTO DE STOCK DE INVENTARIO ESTÁNDAR	P4	0	0	0		0	2	0	2	3	0	0	0	0	0	0	7
DEFICIENTE SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN	P5	3	3	1	2		0	0	2	3	0	2	0	0	2	0	18
PROBLEMAS EN EL SUMINISTRO DE PREFABRICADOS A PROVINCIA	P6	0	0	0	2	0		0	0	3	0	0	0	0	2	0	7
SISTEMA DE INFORMACIÓN INEFICIENTE	P7	2	2	0	3	1	0		3	2	0	0	0	0	0	0	13

LIMITADA COMUNICACIÓN ENTRE COMERCIAL Y OPERACIONES	P8	1	1	3	2	1	2	0		2	0	0	1	0	0	0	13
INCUMPLIMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA	P9	0	0	0	1	0	3	2	1		0	0	2	0	0	0	9
LESIONES Y TENSIONES DE OPERARIOS	P10	0	3	0	0	0	0	1	0	2		1	3	0	0	2	12
DOSIFICACIÓN INADECUADA DE MATERIA PRIMA E INSUMOS	P11	0	3	0	0	1	0	3	0	1	0		1	0	3	0	12
ROTACIÓN DE PERSONAL	P12	2	3	3	1	3	0	2	1	1	0	2		0	0	0	18
CONGESTIÓN Y DEFICIENTE UTILIZACIÓN DE ESPACIO	P13	0	3	0	0	2	0	1	0	3	3	0	2		0	3	17
ROTURA DEL PRODUCTO POR INCOSISTENCIA	P14	0	2	0	3	1	3	1	1	1	0	0	1	0		0	13
DISTRACCIÓN DEL PERSONAL	p15	0	2	0	0	3	0	2	0	2	1	3	1	2	1		17
D e p e n d e n c i a	TOTAL, PASIVOS (Y)	8	28	7	17	17	12	15	13	31	7	12	15	5	14	7	

14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14

## Anexo 22: Calificación escala de Likert

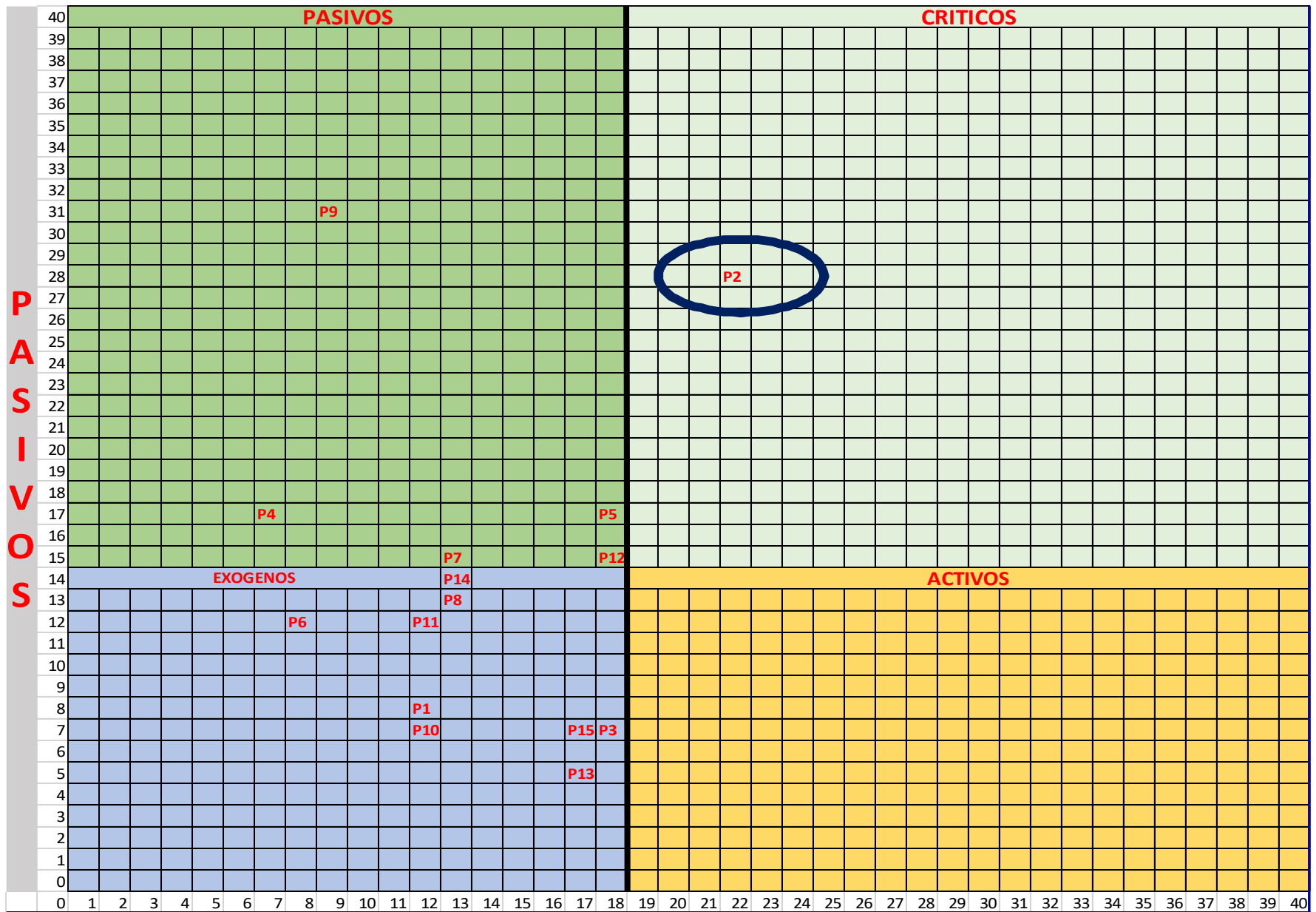
CALIFICACION ESCALA DE LIKERT	
NO TIENE INFLUENCIA	0
TIENE LEVE INFLUENCIA	1



<b>TIENE MEDIANA INFLUENCIA</b>	<b>2</b>
<b>TIENE FUERTE INFLUENCIA</b>	<b>3</b>

---

Anexo 23: Cuadrante de Vester



Anexo 24: Evidencias de desperdicio de concreto fresco.



Anexo 25: Costos de la elaboración de producto

TAPA		Materia Prima (Kg)		COSTO	
cemento		4.84		S/	2.18
FONDO		Materia Prima (Kg)		COSTO	
cemento	18.97	1.73		S/	8.54
arena gruesa	36.13	4.61		S/	5.78
arena fina	6.77	4.61		S/	1.40
agua				S/	0.58
confitio	18.06	25.00		S/	3.25
agua	18.06			S/	2.26
<b>MARCO</b>		<b>98</b>		<b>S/</b>	<b>21.32</b>
cemento		6.97		S/	3.14
BASE		Materia Prima (Kg)		COSTO	
cemento	11.23	2.49		S/	5.05
arena gruesa	21.38	6.64		S/	3.42
arena fina	4.01	6.64		S/	0.88
agua				S/	0.83
confitio	10.69	36		S/	1.92
agua	10.69			S/	1.34
		<b>58</b>		<b>S/</b>	<b>12.62</b>

Anexo 26: Datos de operación del área de mezclado COVIPRE.

DATOS	
Operarios	3
días/mes	13
días/año	156
Hora/día	8
Hora/mes	104
Hora/anual	1248
Hora anual	1.3

Fuente: COVIPRE

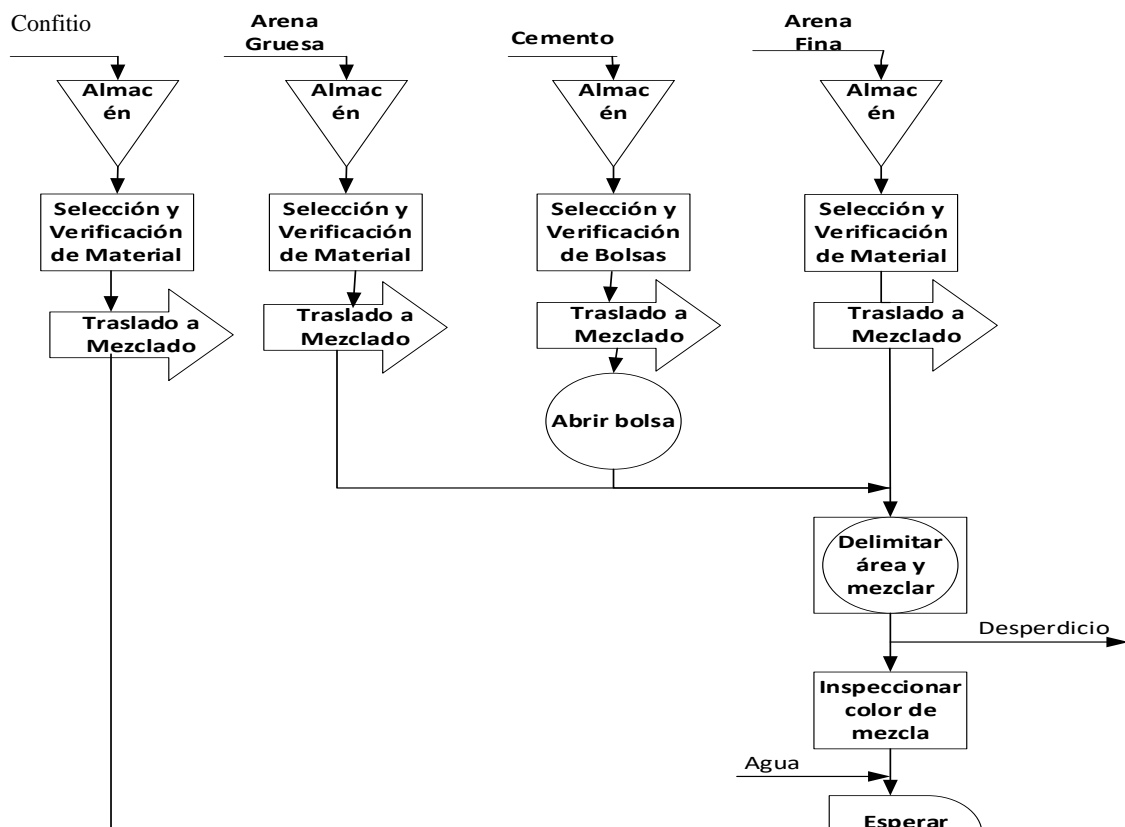
Elaboración: Propia

COSTO DE MANO DE OBRA		
Costo/Hora	S/	5.90
Costo/Día	S/	164.61
Costo/Mes	S/	2,139.93
Costo/Año	S/	25,679.16

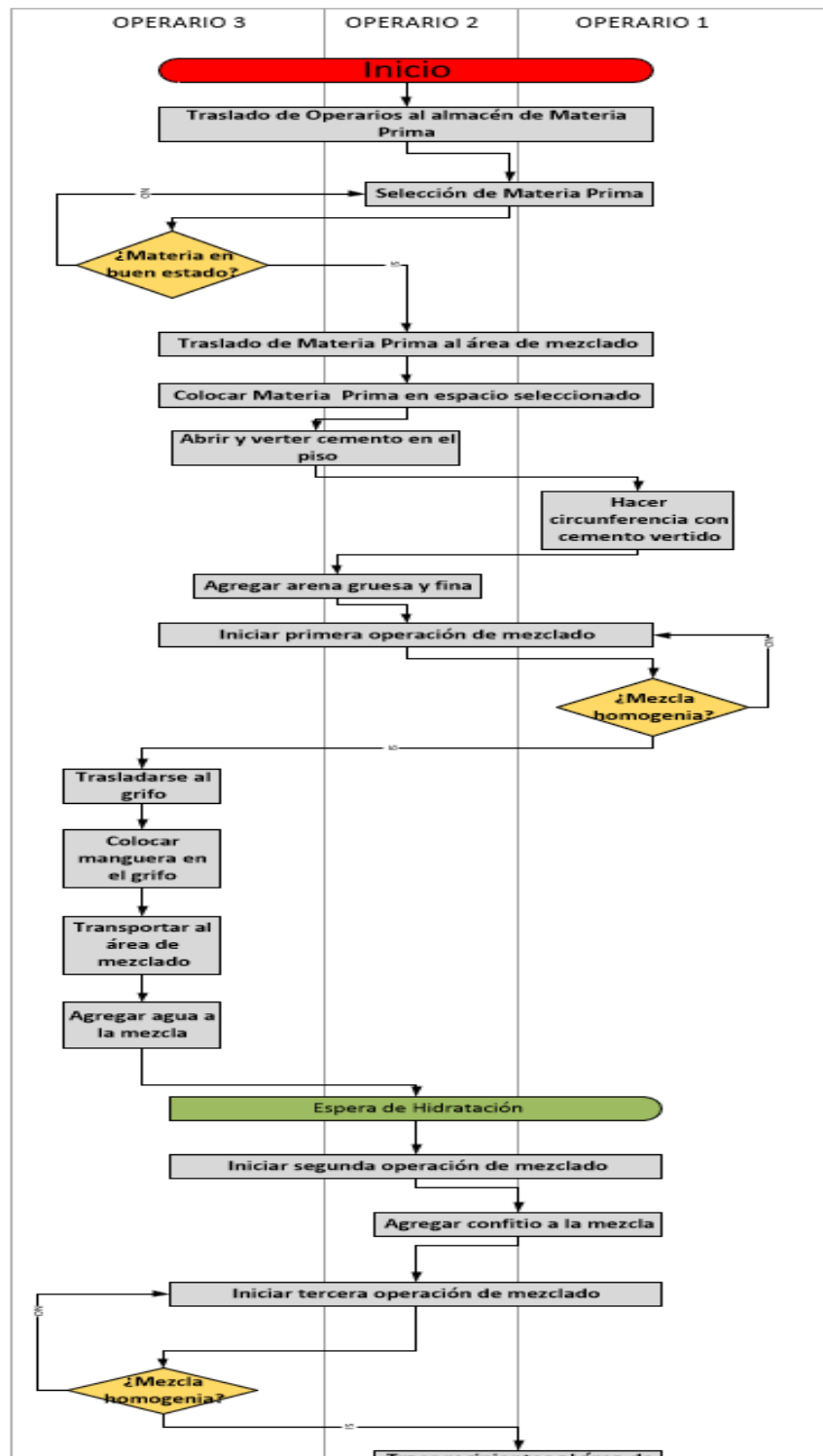
Fuente: COVIPRE

Elaboración: Propia

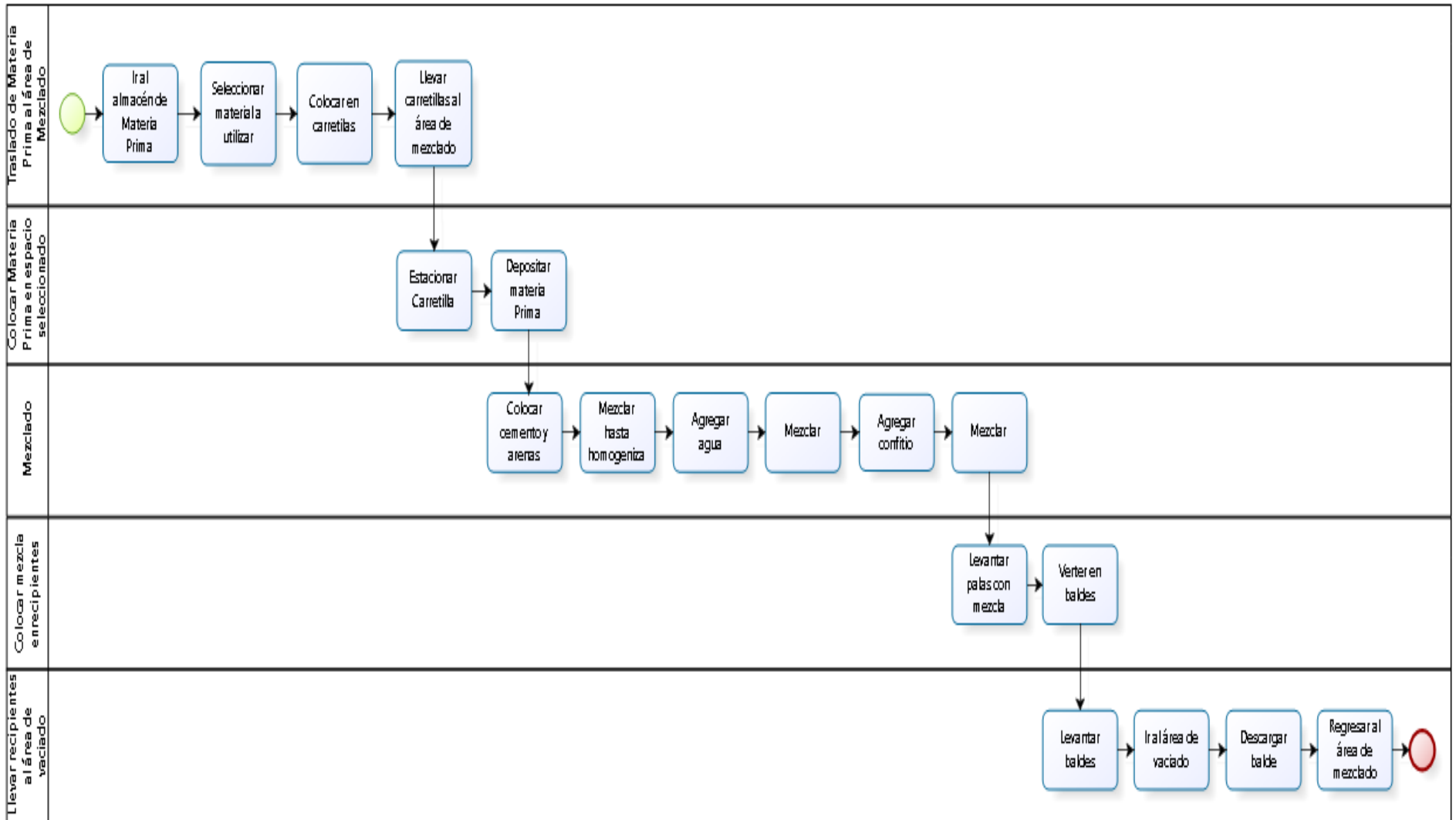
Anexo 27: Diagrama de análisis de proceso del área de mezclado



Anexo 28: Diagrama de carriles de proceso de mezclado.

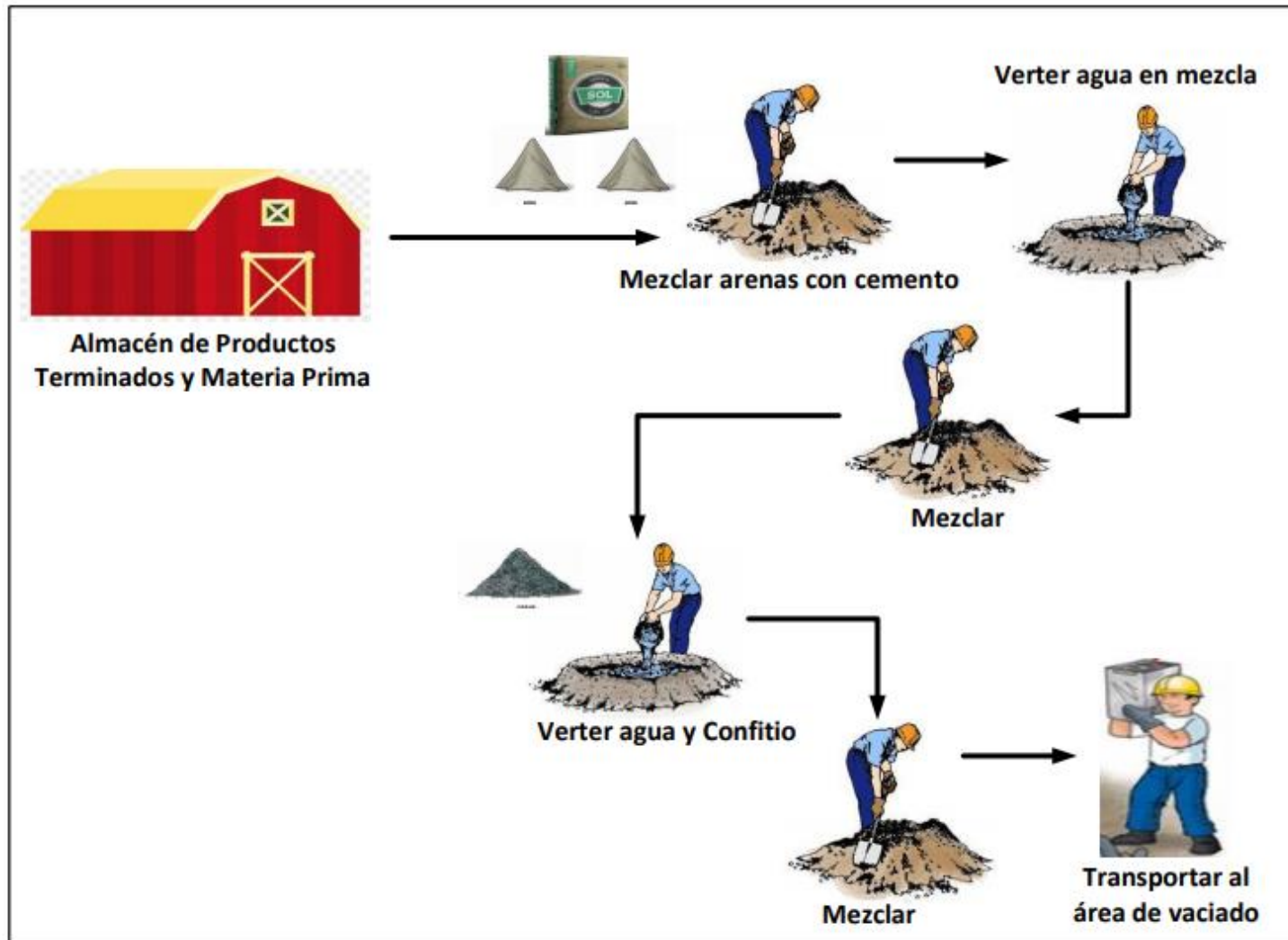


Anexo 29: Diagrama de Equipos del proceso de mezclado.





Anexo 30: Diagrama de operaciones del proceso de mezclado.



Anexo 31: Actividades operativas

**Actividad 1:** Traslado de Materia Prima




**Actividad 2:** Mezcla de Insumos y Materia Prima:



**Actividad 3:** Llevar recipientes al área de vaciado.



Anexo 32: Ficha técnica de adquisición de cemento

<b>FICHA TÉCNICA CEMENTO</b>	<b>COVIPRE</b> CONCRETO VIBRADO Y PRENSADO S.A.C.	
<b>DESCRIPCIÓN:</b>		
	<p>El Cemento Portland Yura Tipo I, es elaborado con Clinker de Alta Calidad y Yeso, molidos industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. Cumple con la norma NTP 334.009 y la ASTM C150.</p> <p>Su fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001.</p>	
<b>USOS Y APLICACIONES</b>		
<p>El cemento portland Yura tipo I, puede ser utilizado en todo tipo de construcción, que no requiera de propiedades especiales.</p>		
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:</b>		
REQUERIMIENTOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TECNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.55	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO <sub>3</sub> , %	2.10	3.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F %	0.60	3.00 Máximo
Residuo Insoluble, R.I. %	0.55	0.75 Máximo
REQUERIMIENTOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND YURA TIPO I	NORMA TECNICA NTP 334.009 - ASTM C150
Finura( Superficie Específica - Blaine), cm <sup>2</sup> /g	3150	2600 Mínimo
Expansión en Autoclave, %	0.07	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo Vitcat, minutos		
Tiempo de Fraguado (inicial)	140	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	160	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	5.55	12.00 Máximo
Resistencia a la compresión, Kg/cm <sup>2</sup>		Mínimo:
01 día	135	-
03 días	240	122.36
07 días	330	193.75
28 días	430	-

<b>FICHA TÉCNICA AGREGADOS</b>		<b>COVIPRE</b> CONCRETO VIBRADO Y PRENSADO S.A.C.	
Materia prima (agregado fino, grueso) que se utiliza en la elaboración de hormigón para prefabricados de concreto			
TIPO DE AGREGADO	NOMBRE TÉCNICO	GRADACIÓN	USOS
Agregado Fino	Arenilla Natural	¼" > d > #100	Confección de Hormigones y Morteros
	Arenilla de Trituración	#4 > d > #100	Confección de Hormigones y Morteros
Agregado Grueso (triturado)	T.M. = 1 ½" C.	1 ½" > d > ¾"	Para dosificación de Hormigones
Combinaciones de Agregados Gruesos (seleccionado)	T.M. = 1"	1" > d > #4	Confección de Hormigones
	T.M. = ¾"	¾" > d > #4	Confección de Hormigones
Combinaciones de Agregados Gruesos (triturado)	T.M. = ½"	½" > d > #16	Confección de Hormigones
	T.M. = 1 ½"	1 ½" > d > #8	Confección de Hormigones
	T.M. = 2"	2" > d > #4	Confección de Hormigones
	T.M. = 1"	1" > d > #8	Confección de Hormigones
	T.M. = ¾"	1" > d > #8	Confección de Hormigones
	T.M. = 3/8"	½" > d > #100	Confección de Hormigones
	T.M. = 1/4 "	1/4 " > d > #4	Confección de Hormigones
	Piedra Manzana	Piedra Manzana	7" > d > 3"
Capa Base	Capa Base	2" > d > #200	Plataforma de vías, parqueos, etc.
<b>NOTA:</b> Esta tabla está basada en la Norma NB 598-91 y A.S.T.M. C 33. En caso de requerir una gradación diferente a las aquí presentada se deberá recurrir a dicha norma de referencia. TM = Tamaño máximo del agregado.			
<b>USOS Y APLICACIONES</b>		Elaboración de prefabricados de concreto para construcciones, saneamiento, electrificaciones.	
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>			
A la materia prima:			
		<b>ENSAYO</b>	<b>NORMA</b>
		Análisis Granulométrico - Granulometría	NB 597 – 91 NB 598 – 91
Al producto final:			

### Agregado Fino

ENSAYO	NORMA
Determinación de partículas finas.	NB 612 – 91
Determinación Terrones de Arcilla	NB 601 – 94
Análisis Granulométrico - Granulometría	NB 597 – 91 NB 598 – 91
Determinación aproximada de la Materia Orgánica	NB 609 – 91
Peso Específico Aparente y % de Absorción	ASTM C 128
Determinación del Peso Unitario	NB 608 – 91
Determinación de la Reactividad con los Alcalis del cemento	NB 600 – 96
Determinación de la Estabilidad frente a disoluciones de Sulfato Sódico y Sulfato Magnésico	NB 599 – 94
Determinación de los Compuestos de Azufre	NB 603 – 94

Agregado Grueso o Intermedio:

### Agregado Grueso e Intermedio

ENSAYO	NORMA
Análisis Granulométrico - Granulometría	NB 597 – 91 NB 598 – 91
Determinación de Partículas Finas.	NB 612 – 91
Determinación Terrones de Arcilla	NB 601 – 94
Ensayo "Los Ángeles" para medir el Desgaste o Abrasión	NB 302 – 79 ASTM C 131 – 89
Determinación de la Estabilidad frente a disoluciones de Sulfato Sódico y Sulfato Magnésico	NB 599 – 94
Peso Específico Aparente y % de Absorción	A.S.T.M. C 127
Determinación del Peso Unitario	NB 608 – 91
Determinación del Coeficiente de forma	NB 610 – 91
Determinación de la Reactividad con los Alcalis del cemento	NB 600 – 96
Determinación de los Compuestos de Azufre	NB 603 – 94

Anexo 34: FICHA DE REGISTRO DE PROVEEDORES

Nro .	NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	MATERIAL	Nro. RUC	DIRECCIÓN	CONTACTO	TELÉFONO	CORREO
1	CALQUIPA S.A.C.	Confitio	20549500553	av. los castillos nro. 592	GERENTE DE VENTAS	6255688	calquipa@gmail.com
2	EDIFICACIONES & CONCRETOS S.A.C.	Cemento	20551597939	av. primavera 152 block c dpto. 202	GERENTE DE VENTAS	4588811	edificaciones.concretos@gmail.com
3	UNACEM S.A.C	Cemento	20553856451	av. tomas Marsano 1499 int. 90a	GERENTE DE VENTAS	1885526	unacem@gmail.com
4	REPRESENTACIONES EL VADO S.A.C.	Agregados	20509816655	av. Elmer faucett 261 - urb. maranga	ENCARGADO	4552261	representa.elvado@hotmail.com
5	CEMEX PERU S.A.	Cemento	20516020301	Avenida República de Colombia, 791 - Of. 503 San Isidro - Lima	GERENTE DE ADMINISTRACION	6127576	cemexperu@gmail.com
6	CALIZA CEMENTO INCA S.A.	Cemento	20471744493	Sub Lote 2C Cajamarquilla Lurigancho - Chosica	GERENTE DE ADMINISTRACION	5000600	calizainca@gmail.com
7	GP Consorcio S.A.C	Agregados	20525426778	Calle 4 - Mz. F, Lt. 14 Urb. Virgen del Rosario San Martin de Porres - Lima	GERENTE DE ADMINISTRACION	5212082	gpconsorcio@hotmail.com
8	ILC. SERVICIOS GENERALES SAC	Agregados	2601851971	av. Elmer faucett 261 - urb. maranga	ENCARGADO	4644696	serv.generalesilc.hotmail.com
9	BRYAN URS TEVEZ CHUQUIRUNA	Agregados	10455517155	PJ 4 D2 Dpto. 407 Urb. Fonavi - SJM	ENCARGADO	977530444	bryantevez.42@gmail.com
10	JMR EQUIPOS S.A.C.	Agregados	20566329728	Asociación de Viv. Las Flores de San Diego Mz B Lote 04 - SMP	GERENTE	5628972	jmrequipos@gmail.com
11	LIMA NORTE CEMENTO S.A.C	Agregados	20364368594	av. paseo de la republica 5181 of. 903 a	ENCARGADO	1522665	limanorte@hotmail.com
12	MANUEL RODRIGUEZ SARMIENTO	Confitio	20601587417	av. Elmer faucett 261 - urb. maranga	GERENTE DE ADMINISTRACION	5255558	manu.rodrig.20@hotmail.com
13	BIRRAK CONSTRUCTORES S.A.C.	Confitio	20514217522	av. eucaliptos lt. 3 int. d2b urb. santa Genoveva	GERENTE DE ADMINISTRACION	4857899	birrak_peru@gmail.com
14	EXFA PERU SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Confitio	20553476462	av. Santiago Antunez de Mayolo nro. 830 urb. mercurio	GERENTE GENERAL	976525289	exfaperu_2014@gmai.com
15	ERGOIDEAS E.I.R.L.	Cemento	20553741123	calle santa lucila 152, 154 - urb. villa marina	APODERADO	970154487	ergo.cement@gmail.com
16	RODRIGUEZ NOÉ BRUNO ALBERTO	Agregados	20558629585	av. Independencia este 1676	GERENTE	5444285	bruno.rzne@gmai.com
17	DECOR INOX S.A.C.	Agregados	20552271794	calle los jaminez 363 urb. Los olivos 2da etapa	GERENTE DE VENTAS	948525240	carolina.zapata@gmail.com

18	CABAL CONSTRUCCION PERU S.A.C.	Agregados	20518639928	AV. Los olivos 210 -A	GERENTE DE ADMINISTRACION	976548882	administracion@gmail.com
19	INDUSTRIAS ECO ANDINA S.A.C.	Agregados	20563223457	av. rinconada de lago 1048 of. 3 urb. rinconada de lago	GERENTE GENERAL	5342100	vecaroti.sac@gmail.com
20	CABAL CONSTRUCCION PERU S.A.C.	Agregados	20555629541	calle pacamarca 286	GERENTE GENERAL	5412887	gerencia@hotmail.com
21	MEGACEMENT PERU SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Cemento	20551936903	jr. los pinos 190 of. 903	GERENTE GENERAL	956260998	contamegafilms@yahoo.com
22	FERROCON PERU E.I.R.L.	Agregados	20601155185	av. Mariátegui 330 urb. fundo oyague	GERENTE	4525551	ezuranich@hotmail.com
23	NOVOPAN PERU S.A.C.	Agregados	20548971111	av. del pinar 152 of.1005 - urb chacarilla del estanque	ASISTENTE DE GERENCIA GENERAL	948552711	ebendezu@hotmail.com
24	HOMECENTERS PRO S.A.C.	Agregados	20526037651	calle tomas valle. Urb. Mirella Grande #320	GERENTE GENERAL	5625222	ventas@yahoo.com
25	NOVOPAN PERU S.A.C.	Cemento	20525994741	av. del pinar 152 of.1005 - urb chacarilla del estanque	GERENTE GENERAL	5156522	fortiz@yahoo.com



Anexo 35: Cantidad de perdidos de Agregados (2019)

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	MATERIAL	CANTIDAD DE PEDIDOS	COSTO
REPRESENTACIONES EL VADO S.A.C.	Agregados	12	S/ 17,701.63
GP Consorcio S.A.C	Agregados	36	S/ 53,104.90
ILC. SERVICIOS GENERALES SAC	Agregados	3	S/ 4,425.41
BRYAN URS TEVEZ CHUQUIRUNA	Agregados	5	S/ 7,375.68
JMR EQUIPOS S.A.C.	Agregados	16	S/ 23,602.18
LIMA NORTE CEMENTO S.A.C	Agregados	5	S/ 7,375.68
RODRIGUEZ NOÉ BRUNO ALBERTO	Agregados	8	S/ 11,801.09
DECOR INOX S.A.C.	Agregados	1	S/ 1,475.14
CABAL CONSTRUCCION PERU S.A.C.	Agregados	31	S/ 45,729.22
INDUSTRIAS ECO ANDINA S.A.C.	Agregados	4	S/ 5,900.54
CABAL CONSTRUCCION PERU S.A.C.	Agregados	8	S/ 11,801.09
FERROCON PERU E.I.R.L.	Agregados	28	S/ 41,303.81
NOVOPAN PERU S.A.C.	Agregados	26	S/ 38,353.54
HOMECENTERS PRO S.A.C.	Agregados	12	S/ 17,701.63

Anexo 36: Cantidad de perdidos de Confitio (2019)

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	MATERIAL	CANTIDAD DE PEDIDOS	COSTO
CALQUIPA S.A.C.	Confitio	46	S/ 36,527.43
MANUEL RODRIGUEZ SARMIENTO	Confitio	36	S/ 28,586.68
BIRRAK CONTRUCTORES S.A.C.	Confitio	56	S/ 44,468.18
EXFA PERU SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Confitio	24	S/ 19,057.79


Anexo 37: Cantidad de perdidos de Cemento (2019)

NOMBRE/RAZÓN SOCIAL	MATERIAL	CANTIDAD DE PEDIDOS	COSTO
EDIFICACIONES & CONCRETOS S.A.C.	Cemento	35	49418.30145
UNACEM S.A.C	Cemento	55	77657.33084
CEMEX PERU S.A.	Cemento	61	86129.03966
CALIZA CEMENTO INCA S.A.	Cemento	36	50830.25292
ERGOIDEAS E.I.R.L.	Cemento	15	21179.27205
MEGACEMENT PERU SERVICIOS GENERALES S.A.C.	Cemento	18	25415.12646
NOVOPAN PERU S.A.C.	Cemento	22	31062.93234

Anexo 38: Ficha de información del proveedor

<b>FICHA DE INFORMACION DEL PROVEEDOR</b>						
<b>Productos/Servicios que provee</b>						
					Otros:	
<b>Datos Generales</b>						
<b>Razón Social</b>						
<b>Dirección</b>						
<b>Distrito</b>						
<b>Teléfonos</b>				<b>Fax</b>		-
<b>RUC</b>						
<b>Tipo de Empresa</b>						
Marque según corresponda						
Fabricante				Distribuidor		
Representante Exclusivo				Otro		
Importador Directo				Especifique	_____	
<b>Contactos</b>						
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo</b>			
<b>Información Técnica</b>						
1. Previo a la realización de la venta, la empresa evalúa si está en condiciones de satisfacer los requerimientos (cantidad y plazo de entrega), proporcionándole alguno de los siguientes documentos:						
	SI	NO				
Cotización / Proforma	X					
Propuesta Técnica	X					
Otros (detallar)						
5. Cuenta con almacén:						
Internos	Externos		Distribuidores			
6. Instalaciones para producir:						
	SI		NO			
*¿Cuál es la capacidad de producción?						
	-----					
7. Capacidad de respuesta para pedidos						
	-----					
8. Tamaño de Stock:           Mínimo:           ----- Máximo:           -----						
9. Cuenta con planes de emergencia:						
	SI		NO			
<b>Evaluación de la Información</b>						
<b>Comentarios:</b>						
Nombre:						
Cargo:						
Área:						
Fecha Evaluación:						

Anexo 39: Ficha de Reevaluación de Proveedor

Ficha de Reevaluación Periódica del Proveedor						
LOGISTICA						
					1º Fecha: _____	
					2º Fecha: _____	
Datos del Proveedor						
Nombre o Razón Social:						
Nro. RUC:						
Tipo de Empresa:						
Principal contacto:						
Rango de compra mensual		Estratégico (A)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
		Potencial (B)				
		Menor (C)				
Especificación Contractual	Factor	Evaluación				Criterio de Evaluación (Priorizados)
		1er Semestre		2do Semestre		
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	
<b>Puntaje Total</b>						
Observaciones por Logística durante la evaluación:						
Nombre del responsable de la Evaluación						
Responsable de Evaluar Desempeño:						
Calificación	Puntaje					
Criterios						

Anexo 40: Cuestionario de evaluación del proveedor

5. CUESTIONARIO DE EVALUACION DE PROVEEDOR		
6. CERTIFICACION DEL SISTEMA DE CALIDAD		
<p>Tiene Certificado de Calidad: <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI</p> <p>En caso afirmativo, indicar N.º del Certificado:</p> <p>Entidad de Certificación: _____</p> <p>Norma de referencia: <input type="checkbox"/> 9001 <input type="checkbox"/> 9002 <input type="checkbox"/> 9003 <input type="checkbox"/> Otros (.....) _____</p> <p>Si su Sistema de Calidad está certificado, rogamos nos envíe copia del certificado, y no siga rellenado el cuestionario.</p> <p>En caso contrario, por favor, cumplimente las casillas que figuran a continuación.</p>		
7. SISTEMA DE CALIDAD		
	<b>SI</b>	7.4. NO
1.- ¿Tiene Manual de Calidad?		8.
2.- ¿Existe un Responsable de Calidad con dependencia directa del Director General/Gerente?		9.
3.- ¿Existen procedimientos/instrucciones escritas para el control de sus procesos?		10.
4.- ¿Disponen de medios de control para verificar la calidad de sus productos/procesos?		11.
5.- ¿Realizan inspección sobre los insumos que compran?		12.
6.- ¿Realizan inspección sobre el producto final?		13.
7.- ¿Existe alguna metodología para actuar ante no-conformidades?		14.
8.- ¿Someten a mantenimiento a sus equipos y medios de producción/servicio?		15.
9.- ¿Las condiciones de manipulación y almacenamiento de los productos son las adecuadas para garantizar su correcta conservación?		16.
10.- ¿Dispone de garantías que avalen la adecuada formación del personal que realiza las tareas de producción/servicio?		17.


18. OBSERVACIONES:

19. Empresa:

Fdo.: **Responsable de Calidad**

**Fecha:**

Anexo 41: Programa de gestión de proveedores

	<b>PROGRAMA DE CONTROL DE PROVEEDORES</b>	COD: CP -006 Página 1 de 2 Versión: 1
<p><b>1.OBJETIVO:</b> Garantizar que las materias primas suministrados por los proveedores cumplan con parámetros de calidad exigidos por la empresa COVIPRE S.A.C, para disminuir los riesgos de no conformidades y deficiencias de calidad en el producto terminado.</p> <p><b>2.ALCANCE:</b> Aplicar la selección de proveedores de la empresa y todo el monitoreo de entregas y control de materias primas.</p> <p><b>3.DEFICINICIONES:</b> -<i>Materia prima:</i> Elemento que incluyen en la elaboración del producto final y forma parte del proceso productivo. - <i>No conformidad:</i> Falta del cumplimiento de los requisitos especificados. - <i>Proveedor:</i> Empresa que abastece la materia prima a la empresa que lo requiere.</p> <p><b>4. RESPONSABLE:</b> <i>Departamento de compras:</i> Participar en el proceso de planeación de las actividades del programa. <i>Coordinador de operaciones:</i> Coordinar en el proceso de planeación de las actividades del programa. <i>Proveedor:</i> Suministrar las materia prima e insumos, garantizando su inocuidad. <i>Almacenista:</i> Asegurar la conformidad de Materias Primas basado en criterios de aceptación y rechazo establecidos.</p> <p><b>5. DISPOSICIONES GENERALES DE LA OPERACIÓN:</b> En la planificación y elaboración del programa se deben tener los siguientes aspectos: a) Lista de los proveedores actualizada. b) Especificaciones de compra de producto o grupo de productos. c) Establecer acciones en caso de incumplimiento de especificaciones. d) Descripción de las actividades de comprobación</p> <p><b>6. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA</b> <b>PLANEAR</b> - Especificar mediante instructivos parámetros de aceptación y rechazo de materias primas. - Establecer un formato de evaluación para determinar el comportamiento e ingreso del proveedor. - Implementar un cronograma de visitas a proveedores</p> <p><b>HACER</b></p>		

- Estandarizar cada uno del proceso mediante un POE en donde se describa la acción que se debe estandarizar y las operaciones que la conforman.

**VERIFICAR**

- Controlar visualmente las características de la materia prima
- Controlar que la materia prima llegue con sus documentos de certificación.



**PROGRAMA DE CONTROL DE PROVEEDORES**

COD: CP -006  
Página 2 de 2  
Versión: 1

- Revisar la lista de proveedores para verificar que se encuentre actualizada.
- Verificar si la empresa cuenta con una certificación ISO 9001.
- Debe llevarse un registro de comprobaciones realizadas y de los resultados de cumplimiento y eficacia.

**CLASIFICACIÓN DE PROVEEDORES:**

- Proveedores potenciales de cemento
- Proveedores potenciales de agregados
- Proveedores potenciales de confitio

**6. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA**

- Decreto de calidad
- Decreto de medio ambiente
- Resolución
- Normas técnicas peruanas de materia prima

**7. ANEXOS**

- Evaluación de desempeño de proveedores de materias prima e insumos.
- Ficha de ingreso y manejo de materia primas