

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**Diagnóstico Operativo de la Empresa**

**Ingeniería del Concreto y Albañilería EIRL**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN**

**ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

**OTORGADO POR LA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADO POR:**

**Jhony Walter Mendoza Carranza**

**Ronald Darwin Romero Vasquez**

**Francisco Malpartida Bruno**

**Frank Charaja Porras**

**Asesor: Sandro Alberto Sánchez Paredes**

**Santiago de Surco, setiembre de 2017**

## **Agradecimiento**

Agradecemos al personal de ICYA, por brindarnos la información de cada una de las áreas para realizar el diagnóstico operativo. Y gracias a nuestro asesor el profesor Sandro Sánchez, por habernos guiado en el desarrollo de la tesis y haber compartido sus conocimientos.

## **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por su apoyo incondicional y paciencia en la culminación de esta tesis.



## Resumen Ejecutivo

En la presente tesis se describe el diagnóstico operativo de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA), donde se pudo encontrar oportunidades de mejora y el planteamiento de propuesta de mejora a fin de incrementar la productividad, disminuir los costos de producción, reducir los riesgos y la variabilidad que influyen directamente en las utilidades de la empresa.

Para un mejor entendimiento se ha dividido en varios capítulos, en la primera parte se describe el marco teórico que nos servirá como el benchmarking para evaluar los procesos productivos y comparar con las mejores prácticas que hacen las empresas reconocidas en mercado nacional e internacional. En la segunda parte se hace el diagnóstico de la empresa, con su análisis respectivo, planteando propuestas de mejora en cada capítulo.

Según el análisis del diagnóstico operativo, ICYA es una empresa que ejecuta obras civiles segmentado por el monto de inversión que varían desde S/ 100,000 a 10'000,000, la obras tiene características únicas que no se repiten y tiene un periodo corto de ejecución. En el diagnóstico operativo se ha identificado que por la característica de actividad que desarrolla la empresa, requiere combinar las estrategias de gestión con los procesos operativos del producto, esto significa que una gestión inadecuada con un proceso operativo adecuado no garantiza el éxito del proyecto. Además, la empresa actualmente realiza un alto porcentaje de actividades que no generan valor, llegando hasta un 50% del total de actividades, el cual en termino de costos representa un sobre costo del 15% del costo total del proyecto. Implementando las recomendaciones planteadas es necesario invertir la suma de S/. 214, 000.00 para obtener un beneficio anual de S/ 916,447.00, que representa un el 10% del costo del total de obra. Logrando así un incremento de utilidades en un 10% de las ventas.

## Abstract

This thesis describes the operating diagnosis of the company Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA), where we find opportunities for improvement and the proposal for improvement in order to increase productivity, reduce production costs, reduce risks and variability that directly influence the company's profits.

For a better understanding, it has been divided into several chapters, the first part describes the theoretical framework that will serve as benchmarking to evaluate production processes and compare with the best practices that make companies recognized in national and international market. In the second part, the company is diagnosed with its respective analysis, proposing improvements in each chapter.

According to analysis of operational diagnosis, ICYA is a company that executes civil works segmented by investment's amount from S/ 100,000 to 10'000,000, this works have unique characteristics that are not repeated and has a short period of execution. In the operational diagnosis it has been identified that due to the characteristic of activity that the company develops, it requires to combine the management strategies with the operational processes products, this means that an inadequate management with an adequate operational process does not warranty the project's success. In addition, the company currently carries out a high percentage of activities that do not generate value, reaching up to 50% of total activities, which in costs represents an over cost of 15% of the total project's cost. Then implementing the recommendations made it necessary to invest the sum of S /. 214,000.00 to obtain an annual benefit of S / 916,447.00, which represents a 10% total cost of work. Achieving an increase of profits in 10% sales.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xii</b>
<b>Capítulo I: Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la Empresa.....	3
1.2 Productos Elaborados.....	5
1.3 Ciclo Operativo de la Empresa .....	6
1.4 Clasificación según sus Operaciones Productivas .....	8
1.5 Matriz del Proceso de Transformación .....	8
1.6 Relevancia de la Función Operaciones .....	10
1.7 Propuesta Funcional.....	10
1.8 Conclusiones .....	13
<b>Capítulo II: Marco Teórico.....</b>	<b>14</b>
2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta .....	14
2.1.1 Ubicación de planta.....	14
2.1.2 Dimensionamiento de planta.....	16
2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos .....	16
2.2.1 Introducción .....	16
2.2.2 Secuencia del planeamiento y diseño del producto .....	17
2.2.3 Aspectos del planeamiento y diseño del producto .....	18
2.2.4 Ciclo de vida técnico del producto.....	19
2.2.5 Aspectos que consideran los clientes .....	20
2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso .....	21
2.3.1 Introducción .....	21
2.3.2 Objetivos de los procesos.....	22

2.3.3 Diagramas de flujo de los procesos .....	24
2.3.4 Valor agregado .....	26
2.4 Planeamiento y Diseño de Planta .....	27
2.4.1 Introducción .....	27
2.4.2 Distribución en planta .....	28
2.4.3 Distribución orientada al proceso .....	29
2.5 Planeamiento y Diseño del Trabajo .....	30
2.5.1 Introducción .....	30
2.5.2 Diseño del trabajo .....	31
2.5.3 Satisfacción en el trabajo .....	31
2.5.4 Métodos del trabajo y economía de movimientos .....	32
2.5.5 Medición del trabajo .....	32
2.6 Planeamiento Agregado .....	33
2.6.1 Definición .....	33
2.6.2 Variables del planeamiento agregado .....	33
2.6.3 Estrategias empresariales para realizar el planeamiento agregado .....	36
2.7 Programación de Operaciones Productivas .....	37
2.7.1 Planeación .....	37
2.7.2 Programación .....	38
2.8 Gestión de Costos .....	41
2.8.1 Introducción .....	41
2.8.2 Tipos de sistema de costos .....	42
2.8.3 Estimación de costos .....	42
2.8.4 Creación de presupuesto de un proyecto .....	43
2.8.5 Control de costos .....	44

2.8.6 El costeo de inventarios .....	45
2.9 Gestión Logística .....	48
2.9.1 Logística.....	48
2.9.2 Inventarios.....	49
2.10 Gestión y control de la calidad.....	50
2.10.1 Introducción .....	50
2.10.2 Evolución del concepto de calidad .....	51
2.10.3 La filosofía de Deming .....	53
2.10.4 Los 14 puntos de la buena administración .....	53
2.10.5 Las siete enfermedades que aquejan la administración .....	54
2.10.6 Los obstáculos para una buena administración.....	55
2.10.7 Las siete herramientas de control del proceso .....	56
2.10.8 La filosofía de Juran.....	56
2.10.9 Calidad de la administración y de las operaciones .....	58
2.10.10 Aspectos de la calidad.....	58
2.11 Gestión del Mantenimiento.....	60
2.12 Cadena de Suministro .....	64
<b>Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de la Planta .....</b>	<b>67</b>
3.1 Dimensionamiento de la Planta.....	67
3.1.1 Estado actual .....	67
3.1.2 Análisis de dimensionamiento actual.....	69
3.2 Ubicación de Planta .....	70
3.2.1 Estado actual .....	70
3.2.2 Variables que se consideró para la ubicación de la planta.....	71
3.2.3 Análisis de ubicación actual.....	71

3.3 Propuesta de Mejora .....	72
3.4 Conclusiones .....	74
<b>Capítulo IV: Planeamiento y Diseño de los Productos .....</b>	<b>75</b>
4.1 Secuencia del Planeamiento y Aspectos a Considerar .....	75
4.1.1 Ciclo de vida técnico del producto .....	78
4.1.2 Aspectos que consideran los clientes .....	80
4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño .....	81
4.3 Propuesta de Mejora .....	83
4.4 Conclusiones .....	85
<b>Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso .....</b>	<b>86</b>
5.1 Mapeo de los Procesos .....	86
5.1.1 Procesos estratégicos .....	86
5.1.2 Procesos operativos .....	86
5.1.3 Procesos de soporte .....	87
5.2 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP) .....	87
5.2.1 Desarrollo de los procesos operativos de obra en ICYA .....	87
5.2.2 Análisis DAP .....	92
5.3 Herramientas para mejorar los procesos .....	93
5.4 Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos .....	115
5.4.1 Problemas en los procesos ICYA .....	115
5.4.2 Causas en los procesos ICYA .....	115
5.5 Propuesta de Mejora .....	118
5.6 Conclusiones .....	119
<b>Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta .....</b>	<b>122</b>
6.1 Distribución de Planta .....	122

6.1.1 Estado Actual.....	122
6.2 Análisis de la Distribución de Planta.....	123
6.3 Propuesta de mejora.....	124
6.4 Conclusiones.....	129
<b>Capítulo VII: Planeamiento y Diseño de Trabajo .....</b>	<b>130</b>
7.1 Planeamiento del Trabajo.....	130
7.2 Diseño del Trabajo.....	132
7.2.1 Estrategias en el trabajo.....	132
7.2.2 Personal ICYA.....	134
7.2.3 Método de trabajo.....	134
7.2.4 Medición del trabajo.....	136
7.3 Propuesta de Mejora.....	136
7.4 Conclusiones.....	138
<b>Capítulo VIII: Planeamiento Agregado.....</b>	<b>140</b>
8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado.....	140
8.2 Análisis del Planeamiento Agregado.....	141
8.3 Pronósticos y Modelación de la demanda.....	146
8.4 Planeamiento de recursos (Programa maestro).....	150
8.5 Propuesta de Mejora.....	151
8.6 Conclusiones.....	152
<b>Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas.....</b>	<b>153</b>
9.1 Optimización del Proceso Productivo.....	153
9.2 Programación.....	155
9.3 Gestión de la información.....	157
9.4 Propuesta de Mejora.....	157

9.5 Conclusiones .....	163
<b>Capítulo X: Gestión Logística .....</b>	<b>164</b>
10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento .....	164
10.2 La Función de Almacenes.....	165
10.3 Inventarios.....	167
10.4 La Función de Transporte .....	170
10.5 Definición de los Principales Costos Logísticos.....	171
10.6 Propuesta de Mejora .....	172
10.7 Conclusiones .....	175
<b>Capítulo XI: Gestión de Costos .....</b>	<b>176</b>
11.1 Costeo por Órdenes de Trabajo.....	176
11.1.1 Costos directos:.....	176
11.1.2 Costos indirectos.....	178
11.2 Costeo Basado en Actividades .....	178
11.3 El Costeo de inventarios .....	180
11.4 Control de Costos.....	181
11.5 Propuesta de Mejora .....	182
11.6 Conclusiones .....	184
<b>Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad .....</b>	<b>185</b>
12.1 Diagnóstico de Calidad ICYA .....	185
12.2 Sistema de Gestión de la Calidad ICYA.....	187
12.2.1 Procedimientos para el aseguramiento de la calidad .....	188
12.2.2 Capacitaciones .....	190
12.2.3 Responsabilidades.....	190
12.2.4 Control de la calidad .....	192

12.2.5 Matriz de ensayos y pruebas .....	193
12.3 Propuesta de mejora .....	194
12.4 Conclusiones .....	195
<b>Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento .....</b>	<b>196</b>
13.1 Mantenimiento Correctivo .....	197
13.2 Mantenimiento preventivo .....	197
13.3 Análisis de Mantenimientos en ICYA .....	198
13.3 Propuesta de mejora .....	200
13.4 Conclusiones .....	201
<b>Capítulo XIV: Cadena de Suministro .....</b>	<b>203</b>
14.1 Definición del Producto y la Situación Actual del Suministro ICYA .....	203
14.1.1 Definición del producto .....	203
14.1.2 Situación actual del suministro ICYA .....	204
14.2 Descripción de las Empresas de la Cadena de Suministro.....	205
14.2.1 Primera etapa: Fabricantes.....	205
14.2.2 Segunda etapa: Proveedores .....	205
14.2.3 Tercera etapa: Producto .....	206
14.2.4 Cuarta etapa: Cliente.....	207
14.3 Descripción del Nivel de Integración.....	207
14.3.1 Integración .....	207
14.3.2 Liderazgo .....	208
14.4 Descripción de estrategias del Canal de Distribución al Consumidor Final .....	208
14.5 Propuesta de Mejora al Desempeño de la Cadena .....	209
14.6 Conclusiones .....	209

<b>Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>210</b>
15.1 Conclusiones.....	210
15.2 Recomendaciones.....	212
<b>Referencias.....</b>	<b>214</b>



## Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Consideraciones en Bienes y Servicios</i> .....	14
Tabla 2 <i>VARIABLES que Afectan la Decisión de la Ubicación de la Planta</i> .....	15
Tabla 3 <i>VARIABLES Modificadoras de Demanda</i> .....	34
Tabla 4 <i>Factores Modificadores de Oferta</i> .....	34
Tabla 5 <i>Costos Directos e Indirectos de un Proyecto</i> .....	44
Tabla 6 <i>Productos: Bienes y Servicios</i> .....	51
Tabla 7 <i>Significados Principales de la Calidad</i> .....	52
Tabla 8 <i>Concepción Tradicional y Moderna</i> .....	53
Tabla 9 <i>Trilogía de Juran</i> .....	57
Tabla 10 <i>Razones para Hacer y para Comprar</i> .....	66
Tabla 11 <i>Tamaño de planta para ejecución de la obra en Operación Mina</i> .....	68
Tabla 12 <i>Factores de Ponderación para Selección de Ubicación de la Sede de ICYA</i> .....	73
Tabla 13 <i>Obras Civiles Ejecutados por ICYA</i> .....	76
Tabla 14 <i>Obras Conexas a Obras Civiles Ejecutados ICYA</i> .....	76
Tabla 15 <i>Aspectos en el Planeamiento y Diseño del Producto de la Empresa ICYA</i> .....	77
Tabla 16 <i>Evaluación Integral de Escenarios Actuales y Propuestos para el Bien Final</i> .....	84
Tabla 17 <i>Valor, Grado de Cercanía y sus Factores para Vinculación</i> .....	125
Tabla 18 <i>Razones de Cercanía para Vinculación</i> .....	125
Tabla 19 <i>Principales Áreas Necesarias para la Ejecución de un Proyecto</i> .....	126
Tabla 20 <i>Hoja de Trabajo para la Ejecución de un Proyecto de Construcción</i> .....	126
Tabla 21 <i>Relación de Cercanía Total (TCR)</i> .....	127
Tabla 22 <i>Evaluación de Costos y Beneficios por la Nueva Distribución de Planta</i> .....	129
Tabla 23 <i>Salario Fijo Mensual del Personal Estable en la Sede Central de ICYA</i> .....	131
Tabla 24 <i>Funciones del Personal Estable ICYA</i> .....	135

Tabla 25 <i>Funciones y Salarios Propuesto para Personal Estable en Sede Central de ICYA</i>	137
Tabla 26 <i>Escenario Actual y Propuesto para la Realización del Trabajo ICYA</i>	138
Tabla 27 <i>Plan de Dirección del Proyecto con Cumplimiento Actual y Meta en Porcentaje</i>	151
Tabla 28 <i>Descripción de Procesos Productivos en Obras de ICYA</i>	153
Tabla 29 <i>Actividades que No Generan Valor y su Impacto Económico</i>	154
Tabla 30 <i>Errores Encontrados en la Programación de Obras en ICYA</i>	156
Tabla 31 <i>Porcentajes de Sobrecostos en Actividades que NO Generan Valor de ICYA</i>	162
Tabla 32 <i>Recomendaciones para Superar Errores de Programación de Obras de ICYA</i>	163
Tabla 33 <i>Inventario Mínimo de Materiales de ICYA</i>	168
Tabla 34 <i>Inventario Mínimo de Equipos Menores y Herramientas de ICYA</i>	169
Tabla 35 <i>Inventario Mínimo de Equipos de ICYA</i>	169
Tabla 36 <i>Inventario Mínimo de Equipo de Protección de ICYA</i>	170
Tabla 37 <i>Inventario Mínimo de Repuestos de ICYA</i>	170
Tabla 38 <i>Actividades a Mejorar con Inversión y Beneficio en ICYA</i>	174
Tabla 39 <i>Costos Directos e Indirectos de ICYA</i>	176
Tabla 40 <i>Implementación de Base de Datos de Costos en ICYA</i>	183
Tabla 41 <i>Programa de Capacitaciones</i>	191
Tabla 42 <i>Matriz de Ensayos y Pruebas</i>	193
Tabla 43 <i>Matriz de Ensayos y Pruebas Área: Obras civiles</i>	194
Tabla 44 <i>Inventario de Equipos Menores y Herramientas para Mantenimiento de ICYA</i>	196
Tabla 45 <i>Inventario de Equipos para Mantenimiento de ICYA</i>	197
Tabla 46 <i>Concepto de la Criticidad de las Máquinas para ICYA</i>	198
Tabla 47 <i>Criticidad para Mantenimiento en ICYA</i>	199
Tabla 48 <i>Concepto de la Criticidad de las Máquinas para ICYA</i>	201
Tabla 49 <i>Resumen de costos y beneficios por las mejoras planteadas</i>	211

## Lista de Figuras

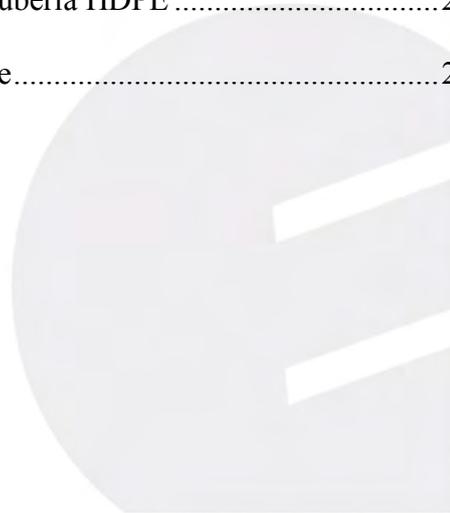
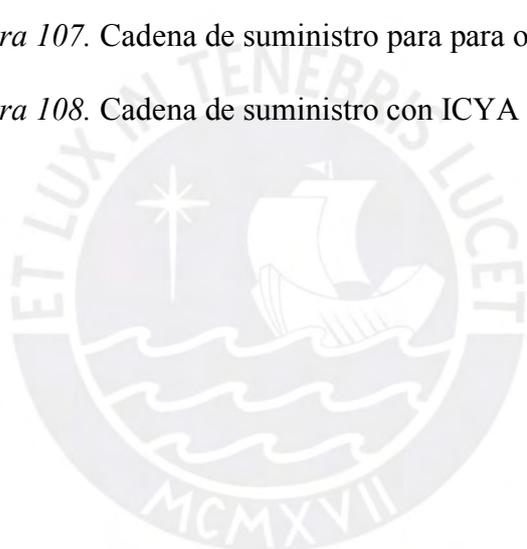
<i>Figura 1.</i> Construcción ágil aplicada.....	2
<i>Figura 2.</i> Organigrama central de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA) .	4
<i>Figura 3.</i> Organigrama de obra para obras menores de S/ 1'000,000.00 .....	4
<i>Figura 4.</i> Organigrama de obra para obras mayor o igual a S/ 1'000,000.00 .....	4
<i>Figura 5.</i> Ciclo operativo de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA) .....	7
<i>Figura 6.</i> Proceso productor de bienes físicos de ICYA .....	8
<i>Figura 7.</i> Clasificación de la empresa ICYA según sus operaciones .....	9
<i>Figura 8.</i> Ubicación de ICYA dentro de la matriz de proceso de transformación .....	9
<i>Figura 9.</i> Organigrama central propuesto para la empresa ICYA.....	11
<i>Figura 10.</i> Organigrama propuesto para obras menores de S/ 1'000,000.00 .....	12
<i>Figura 11.</i> Organigrama de obra para obras mayor o igual a S/ 1'000,000.00 .....	12
<i>Figura 12.</i> Secuencia del planeamiento y diseño del producto .....	18
<i>Figura 13.</i> Características del diseño del producto .....	19
<i>Figura 14.</i> Ciclo de vida técnico del producto .....	20
<i>Figura 15.</i> La frugalización de procesos. ....	22
<i>Figura 16.</i> El proceso. ....	22
<i>Figura 17.</i> Notación común en los diagramas de procedimientos operativos. ....	24
<i>Figura 18.</i> Ejemplo de un diagrama de flujo de un proceso.....	25
<i>Figura 19.</i> Valor agregado centrado en el proceso.....	26
<i>Figura 20.</i> Decisiones en la organización del trabajo.....	30
<i>Figura 21.</i> Jerarquía de las necesidades de Maslow.....	32
<i>Figura 22.</i> Flujograma del plan agregado.....	35
<i>Figura 23.</i> Ejemplo del método de la ruta crítica .....	40
<i>Figura 24.</i> Valor ganado, valor planificado y costos reales .....	41

<i>Figura 25.</i> Estructura de presupuesto de un proyecto .....	43
<i>Figura 26.</i> Niveles de inventario del ciclo.....	47
<i>Figura 27.</i> Costos anuales de mantener, ordenar y total anual.....	47
<i>Figura 28.</i> Logística de operaciones.....	48
<i>Figura 29.</i> Matriz de diseño de logística: Estructura que describe los procesos de logística..	49
<i>Figura 30.</i> Calidad Total.....	50
<i>Figura 31.</i> Las siete herramientas de control de proceso .....	56
<i>Figura 32.</i> La trilogía de Juran. ....	57
<i>Figura 33.</i> La secuencia universal del mejoramiento .....	57
<i>Figura 34.</i> Modelo esquemático de un sistema de control total de calidad.....	59
<i>Figura 35.</i> La reacción en cadena de la calidad según Deming. ....	59
<i>Figura 36.</i> Administración de la calidad total. ....	60
<i>Figura 37.</i> Curva de confiabilidad.....	62
<i>Figura 38.</i> Ciclo de vida técnico de una máquina .....	62
<i>Figura 39.</i> Costo del tiempo de reparación .....	63
<i>Figura 40.</i> Curva de mantenibilidad.....	63
<i>Figura 41.</i> Criticidad de las máquinas.....	64
<i>Figura 42.</i> Costo del tiempo de reparación .....	65
<i>Figura 43.</i> Integración vertical y sus ejemplos.....	66
<i>Figura 44.</i> Ubicación de plantas y sede central de la empresa ICYA .....	71
<i>Figura 45.</i> Diseño del producto final ICYA y secuencia del desarrollo .....	75
<i>Figura 46.</i> Mapeo de procesos de la empresa ICYA.....	88
<i>Figura 47.</i> Frugalización (división) de procesos productores de bienes ICYA .....	90
<i>Figura 48.</i> Diagrama de flujo del proceso: Construcción y/o ejecución en ICYA.....	91
<i>Figura 49.</i> Resumen del análisis con DAP de la empresa ICYA .....	92

<i>Figura 50.</i> Tiempos totales de operación con DAP de la empresa ICYA.....	93
<i>Figura 51.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de topografía .....	94
<i>Figura 52.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de excavación.....	94
<i>Figura 53.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de relleno.....	94
<i>Figura 54.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de eliminación.....	94
<i>Figura 55.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de habilitación de acero. ....	95
<i>Figura 56.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de colocación de acero. ....	95
<i>Figura 57.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de encofrado.....	95
<i>Figura 58.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de concreto.....	96
<i>Figura 59.</i> Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de acabados.....	96
<i>Figura 60.</i> D.A.P de Topografía General.....	97
<i>Figura 61.</i> D.A.P de Movimiento de Tierras – Excavación.....	98
<i>Figura 62.</i> D.A.P de Movimiento de Tierras – Relleno.....	99
<i>Figura 63.</i> D.A.P de Movimiento de Tierras – Eliminación de Material Excedente.....	100
<i>Figura 64.</i> D.A.P de Habilitado de Acero.....	101
<i>Figura 65.</i> D.A.P de Colocado de Acero.....	102
<i>Figura 66.</i> D.A.P de Encofrado.....	103
<i>Figura 67.</i> D.A.P de Preparado y Colocado de Concreto.....	104
<i>Figura 68.</i> D.A.P de Acabados.....	105
<i>Figura 69.</i> D.A.P Propuesto de Topografía General .....	106
<i>Figura 70.</i> D.A.P Propuesto de Movimiento de Tierras Excavación.....	107
<i>Figura 71.</i> D.A.P Propuesto de Movimiento de Tierras Relleno.....	108
<i>Figura 72.</i> D.A.P Propuesto de Mov. de Tierras Eliminación de Materiales Excedentes....	109
<i>Figura 73.</i> D.A.P Propuesto de Habilitado de Aceros.....	110
<i>Figura 74.</i> D.A.P Propuesto de Colocado de Aceros.....	111

Figura 75. D.A.P Propuesto de Encofrado.....	112
Figura 76. D.A.P Propuesto de Preparado y Colocado de Concreto.....	113
Figura 77. D.A.P Propuesto de Proceso de Acabados .....	114
Figura 78. Diagrama de Ishikawa de errores en el diseño inicial .....	116
Figura 79. Diagrama de Ishikawa de errores en el proceso productivo .....	117
Figura 80. Diagrama de Ishikawa de errores en el producto.....	118
Figura 81. Resumen de las propuestas D.A.P para ICYA.....	121
Figura 82. Dimensionamiento de planta actual de la sede central de la empresa ICYA .....	122
Figura 83. Disposición actual de planta en obra para ejecución de la obra cimentaciones del nuevo edificio de personal obrero.....	124
Figura 84. Diagrama de Muther de las áreas de producción ICYA .....	126
Figura 85. Patrones de la distribución en bloques ICYA.....	127
Figura 86. Disposición final de planta en obra para ejecución de la obra cimentaciones del nuevo edificio de personal obrero.....	128
Figura 87. Correspondencia entre grupo de procesos y áreas de conocimiento del PMBOK en ICYA.....	147
Figura 88. Relación de obras en el tiempo de ICYA .....	148
Figura 89. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en infraestructura de educación .....	148
Figura 90. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en saneamiento. ....	149
Figura 91. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en sistemas riego y canales.....	149
Figura 92. Tendencia polinómica de demanda futura de obras proyectada por ICYA.....	150
Figura 93. Secuencia de planificación mediante la herramienta del último planificador .....	158
Figura 94. Organigrama del área de logística ICYA.....	164
Figura 95. Diagrama de flujo del proceso de logística ICYA.....	166
Figura 96. Análisis ABC, según reporte de gerencia en ICYA.....	168

<i>Figura 97.</i> Diagrama de flujo del proceso mejora de logística ICYA.....	146
<i>Figura 98.</i> Modelo de análisis de costos unitarios en ICYA.....	179
<i>Figura 99.</i> Estructura de presupuesto en obras de ICYA .....	180
<i>Figura 100.</i> Muestra la curva S de valor programado, valor ganado y costo real.....	181
<i>Figura 101.</i> Curva S tridimensional del valor programado, valor ganado y costo real.....	182
<i>Figura 102.</i> Modelo conceptual del PGC .....	187
<i>Figura 103.</i> Estructura documental del sistema de gestión público PGC .....	188
<i>Figura 104.</i> Criticidad de máquinas ICYA.....	200
<i>Figura 105.</i> Cadena de suministro para obras civiles que incluyen concreto .....	203
<i>Figura 106.</i> Cadena de suministro para obras con revestimiento de geomembrana HDPE ..	203
<i>Figura 107.</i> Cadena de suministro para para obras con tubería HDPE .....	204
<i>Figura 108.</i> Cadena de suministro con ICYA y el cliente.....	207

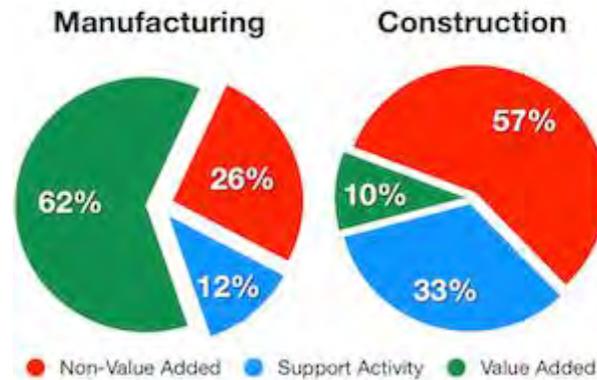


## Capítulo I: Introducción

En el presente trabajo se realizó el diagnóstico operativo empresarial (DOE) de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA), para lo cual se partió del análisis de las tres áreas fundamentales de la empresa: (a) Finanzas, (b) Operaciones y (c) Marketing. Estas están unidas por una cuarta columna central conocida como Recursos Humanos y están enlazadas por una quinta área conocida como Logística.

El área de Finanzas es la encargada de conseguir los recursos económicos en cantidad, calidad y costos necesarios en el momento oportuno; el área de Operaciones es la encargada de transformar los insumos para convertirlos en producto terminado; y el área de Marketing es la encargada de investigar los mercados, proyectar la demanda, detectar las necesidades reales del consumidor, publicar la oferta y evaluar el producto, precio, promoción y plaza conocidas como las cuatro “P” del Marketing. Estas tres áreas, con el apoyo del área de logística, desarrollan procesos y tareas que son ejecutadas por personas, siendo estas el recurso más valioso de una organización (D’Alessio, 2013).

La importancia de este estudio se sustenta en que en el sector construcción, a diferencia del resto de las empresas de manufactura, el 57% de esfuerzos están orientados a actividades que no aportan valor añadido en comparación con el 26% registrado en otras industrias (ver Figura 1). Esto sugiere que es necesario realizar un diagnóstico operativo de una empresa de construcción, razón por la cual se ha tomado para el estudio la empresa ICYA, que se dedica a la construcción de obras civiles. En relación con ello, existen principios compartidos y diferencias entre la industria manufacturera y la construcción en el cual se pueden distinguir sus objetivos en función a sus actividades. Los principios compartidos entre industria manufacturera y la construcción son:



*Figura 1. Construcción ágil aplicada*

Tomado de “Comparación construcción,” por Ennova.com., 2011

(<http://ennova.com.au/blog/2011/09/agile-lean-compared-applied-construction>).

- Optimización de todo el sistema mediante la colaboración y el aprendizaje sistemático.
- Mejora continua y búsqueda de la perfección que involucra a todos en el sistema.
- Concentración en entrega del valor deseado por el propietario/cliente/usuario final.
- Creación de flujos eliminando sistemáticamente los obstáculos a la creación de valor y eliminación de procesos que no generan valor.
- Creación de la producción pull (jalar)

Por otro lado, existen diferencias entre la industria manufacturera y la construcción.

Estas diferencias entre industria manufacturera y la construcción son presentadas a continuación:

- Los proyectos de construcción son prototipos únicos (únicos en su clase).
- Múltiples contratistas / proveedores actúan bajo diferentes acuerdos comerciales.
- Los entornos de construcción son típicamente al aire libre y/o difícil de controlar.
- Desafíos de comunicación causados por la separación geográfica de los equipos que agregan complejidad al intercambio de información.

Skinner (1979) advirtió que las empresas dan más importancia a sus operaciones productivas; es decir, no dan prioridad al momento de desarrollar el planeamiento estratégico,

a pesar de que el área de operaciones es una de los pilares de toda empresa, manifestando que la gerencia debe prestar atención a la actividad que concentra y es responsable de por lo menos el 75% de la inversión de la empresa, el 80% de su personal y 85% o más de los costos que se invierte. Razón por la cual el área de operaciones para la gerencia debe ser estratégico y no solo operacional. Esto no significa que las otras áreas no son importantes, sino está estrechamente relacionadas y operan en forma integral.

Por esta razón, se ha visto conveniente analizar una empresa de construcción. En este caso, se ha decidido hacer el Diagnóstico Operativo Empresarial (DOE) de ICYA, a fin de evaluar sus directrices operacionales y sus procesos. En él se analizará la situación actual del área de operaciones y luego se recomendará las oportunidades de mejora para que pueda ser implementado a corto plazo. Para ello, se seguirá los procedimientos indicados en el libro *Administración de las Operaciones Productivas*, guía del profesor D'Alessio (2013).

### **1.1 Descripción de la Empresa**

La empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería EIRL (ICYA), es una empresa dedicada a la ejecución de obras civiles dentro y fuera de operaciones mineras. La empresa inicio sus actividades en noviembre del año 2007 en la ciudad de Huaraz, cuyo ingreso principal es generado por la ejecución de obras para las empresas mineras ubicadas en el departamento de Ancash, como son la minera Antamina y minera Barrick; otros ingresos en menor porcentaje provienen de la ejecución de obras civiles para entidades públicas.

La estructura organización es del tipo matricial, pues existe una estructura funcional en la sede central y otra estructura en las obras, cuyo objetivo es principal es la ejecución de las obras dentro de los costos, tiempo y calidad establecido inicialmente. En este tipo de estructura organizacional las habilidades personales como liderazgo, la cooperación, la efectividad personal hacen que se logre un proyecto de éxito. Sin embargo, requiere mejorar, ya que el área de operaciones debe estar en el mismo nivel, dado que finanzas, operaciones y

marketing son las áreas fundamentales de toda organización. Con motivo de entender la estructura organizacional, se presenta el organigrama actual de la sede central (ver Figura 2). Asimismo, la empresa cuenta con dos tipos de organigramas; el primero es para obras cuyo valor ejecución es menos de S/ 1'000,000 (ver Figura 3) y el segundo es para obras cuyo monto de ejecución es mayor o igual a S/ 1'000,000 (ver Figura 4).

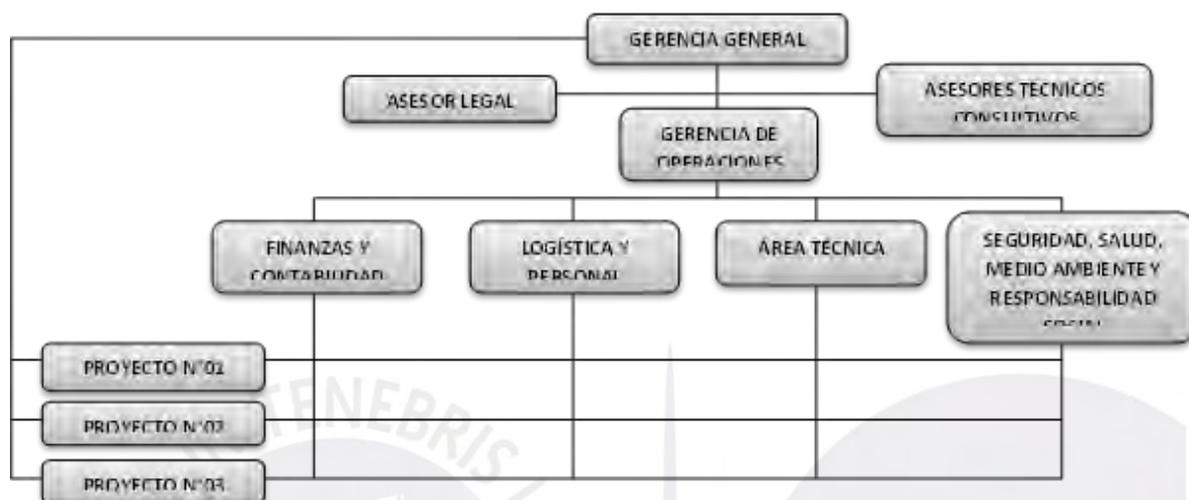


Figura 2. Organigrama central de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA)



Figura 3. Organigrama de obra para obras menores de S/ 1'000,000.00



Figura 4. Organigrama de obra para obras mayor o igual a S/ 1'000,000.00

En los organigramas de obra se evidencia que el supervisor de seguridad y el ingeniero de calidad son de asesoramiento y velan el cumplimiento del área de producción con los planes de calidad, de seguridad y salud ocupacional, identificando la omisión del control de costos por obra, razón por lo que el área de control de proyectos se vuelve imprescindible ya que la empresa no sabe si pierde o gana por obra, originando a futuro serios problemas. ICYA, como una empresa constructora, ha definido su visión, su misión y los valores que a continuación se describen.

**Visión.** ICYA apunta a llegar a ser una empresa reconocida el mercado nacional, con una cultura organizacional basada en el conocimiento y con un claro sentido de responsabilidad social (ICYA, 2015a).

**Misión.** ICYA es una empresa dedicada a la ejecución de obras civiles, cuyo objetivo central es satisfacer las necesidades de nuestros clientes, para lo cual contamos con experiencia y personal comprometido y homologado (ICYA, 2015a).

**Valores.** “ICYA en la ejecución de los trabajos hace uso de los estándares en el comportamiento individual y colectivo, siendo honestos y transparentes en nuestro actuar, manteniendo la palabra empeñada (ICYA, 2015a).

## **1.2 Productos Elaborados**

ICYA produce bienes denominados obras civiles, estas se clasifican en: (a) Obras de saneamiento, (b) puestos de salud, (c) canales de riego, (d) línea de conducción de agua con tuberías PVC y HDPE, (e) reservorio de almacenamiento de agua, y (f) pavimentaciones. Estas son ejecutadas fuera de operaciones mineras y las obras como cimentaciones, muros de contención, pads de lixiviación, canales de escorrentía, losas de concreto y reservorios de geomembrana de HDPE, líneas de conducción con tubería HDPE; que sí son ejecutadas dentro de operaciones mineras.

### 1.3 Ciclo Operativo de la Empresa

Una empresa funciona como un engranaje, ya que para hacerla funcionar hay una integración de sus áreas de finanzas, marketing y operaciones, que estrechamente relacionadas con el recurso humano, contribuyen al desarrollo sostenible de todos los procesos continuos que involucren sus actividades en el desarrollo de sus proyectos. Todas estas áreas son importantes porque hacen posible conseguir productos terminados con un valor agregado diferencial para la satisfacción de sus clientes, debido a que sin ellos la empresa no existe y sin dinero generado a través de su grupo de trabajo no se puede hacer el producto y específicamente, sin el área de operación no hay producto, D'Alessio (2013).

De acuerdo con la formulación del concepto de ciclo operativo, ICYA cuenta con la misma estructura que se inicia en el área de finanzas y se relaciona con el área de operaciones y el área de marketing interactuando con logística, y sus recursos humanos, cuyas funciones se explican a continuación:

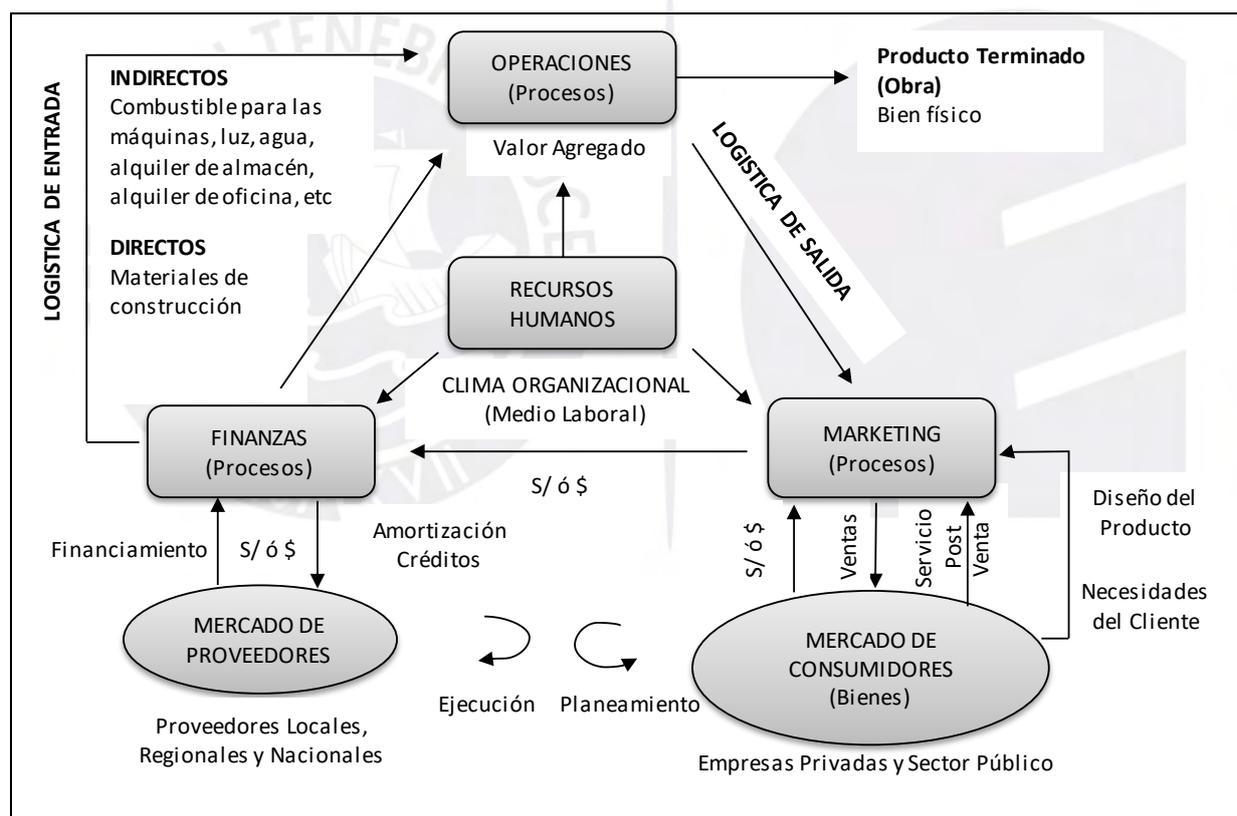
**Área de Finanzas.** Se encarga de conseguir los recursos económicos necesarios a través de fuentes de financiamiento en el momento oportuno, en la cantidad, calidad y costo requerido para ejecutar las compras y pagos de los recursos operativos como: materiales directos (materiales de construcción, jornales, salarios, herramientas) e indirectos (licencias, mantenimiento preventivo de los equipos, luz, agua, alquiler de almacén, alquiler de oficina, etc.) representando estos su logística de entrada. Además, se preocupa de gestionar la adquisición de activos como las maquinarias y todos sus suministros necesarios para su adecuado funcionamiento y su mantenimiento.

**Área de operaciones.** Se encarga de transformar los insumos o materiales directos, con el apoyo de los recursos indirectos, para convertirlos en productos terminados (Obra), apoyados con un enfoque de procesos de gestión de proyectos y de construcción, que

cumplan las expectativas del cliente. Los productos terminados, pasan directamente al cliente y no requieren almacenes y transporte y solo se requiere la gestión para la transferencia.

**Área de marketing (licitaciones).** Se encarga de investigar los mercados, proyectar la demanda, detectar las necesidades reales del cliente, publicar la oferta de la empresa, y promocionar mediante correos electrónicos, página web y otros medios necesarios para su difusión y atracción de nuevos clientes. Asimismo, participa en las licitaciones convocadas por las entidades del estado que ejecutan obras civiles.

**Área de logística.** Es la encargada de distribuir físicamente todo lo necesario, para enlazarse adecuadamente con cada área. De esta manera, se constituye el ciclo operativo de la empresa ICYA (ver Figura 5).



*Figura 5.* Ciclo operativo de la empresa Ingeniería del Concreto y Albañilería (ICYA) Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 26. México D. F., México: Pearson

## 1.4 Clasificación según sus Operaciones Productivas

Las empresas se clasifican según sus operaciones productivas en producción de bienes físicos y producción de servicios. En este caso, la empresa ICYA se clasifica como una empresa de producción de bienes físicos, debido a que existe cambio físico de los insumos para obtener el producto o bien, razón por la cual se le puede denominar como un proceso de manufactura, pues implica procesos de construcción. De esta manera, se muestra el proceso productor de bienes ICYA (ver Figura 6) y la clasificación de la empresa ICYA en base a esta (ver Figura 7).

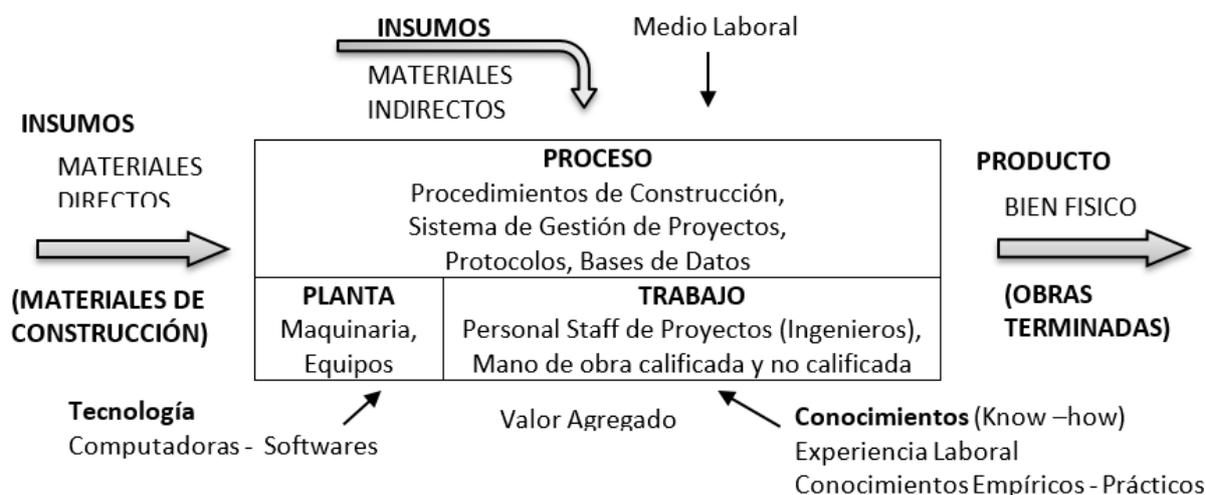
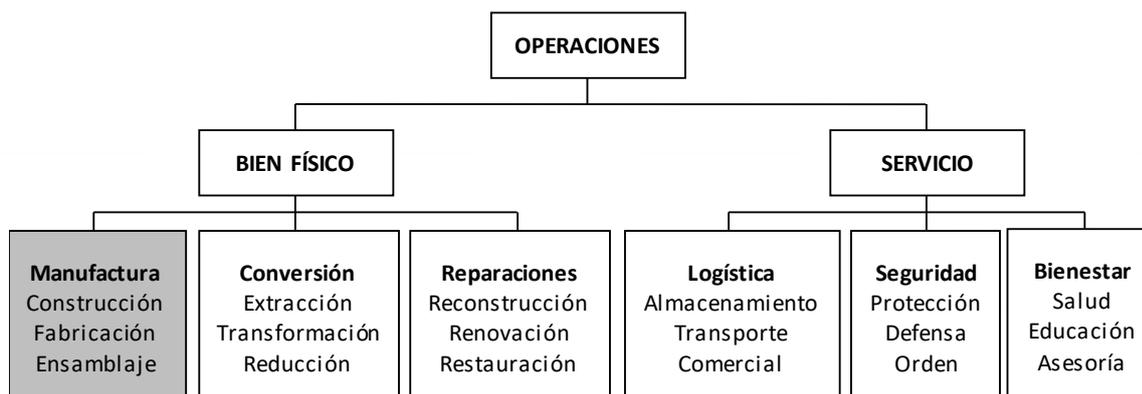


Figura 6. Proceso productor de bienes físicos de ICYA  
Adaptado en "Administración de las operaciones productivas," de Barndt y Carvey (1982), por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 26. México D. F., México: Pearson.

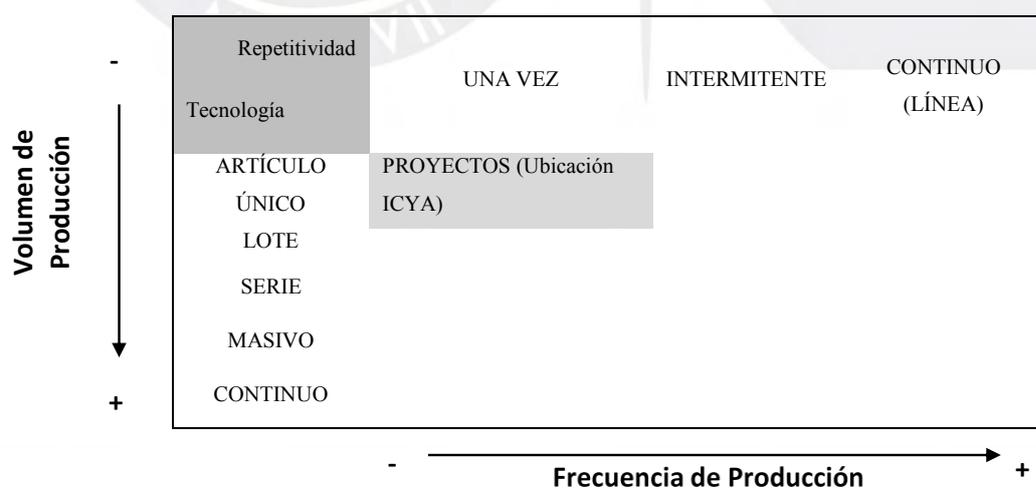
## 1.5 Matriz del Proceso de Transformación

La matriz del proceso de transformación permite clasificar a la empresa por sus operaciones, donde las filas representan la repetitividad y las columnas representan la tecnología productiva. ICYA, por ser una empresa de construcción, corresponde a un bien físico y de manufactura.



*Figura 7.* Clasificación de la empresa ICYA según sus operaciones  
Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 26. México D. F., México: Pearson

Según como ICYA ejecuta proyectos de construcción, se considera la repetitividad como una vez y la tecnología productiva corresponde a un artículo único. A pesar de tratarse de la misma infraestructura, se cambia las condiciones por la ubicación, los interesados, los factores climáticos entre otros factores, razón por la cual se denomina como proyecto único y por la que se requiere una alta flexibilidad de proceso, un inventario temporal alto necesario de insumos durante el proceso, así como niveles altos de calificación de trabajador, un control del proyecto especial de producción y calidad total del producto final (D’Alessio, 2013).



*Figura 8.* Ubicación de ICYA dentro de la matriz de proceso de transformación

## 1.6 Relevancia de la Función Operaciones

La función de operaciones define el proceso de transformación de insumos en producto mediante la construcción, sistemas de gestión o bases de datos, que es reflejado en un producto final como bien físico (obras civiles). Esta función se encarga de materializar el producto que ofrece la empresa ICYA y es la que maneja la mayor cantidad de recurso, dependiendo de esta área en gran porcentaje sus ingresos y sus utilidades de la empresa.

El área de operaciones es relevante porque administra todos los recursos de un sistema de producción requeridos para producir los bienes que vende. Estos recursos se conocen como las 5 P de operaciones y son las presentadas a continuación (NAFIN, 2004):

1. Planta de producción, lugar en donde se lleva a cabo la producción de los bienes.
2. Personas, comprende todo el personal que trabaja en tu planta, es decir, los obreros o ingenieros.
3. Partes, comprende la materia prima, equipos y herramientas que necesita para fabricar un producto.
4. Procesos de producción, que se refieren al conjunto de actividades o pasos para fabricar los bienes.
5. Sistemas de planeación y control de la producción, que son todas las formas, métodos, técnicas, etc., que utiliza para planear y controlar la producción de los bienes.

## 1.7 Propuesta Funcional

Según lo observado, el actual organigrama central de ICYA contempla solo la parte de finanzas y la parte operativa, que siendo fundamentales necesitan también de un área de marketing o licitaciones, para lo cual se propone el área de licitaciones que promocióne las actividades realizadas por ICYA, además de dar una mayor participación al área de logística que se encarga de suministrar tanto recursos materiales como humanos, que son necesidades indiscutibles de la empresa. Por otro lado, el área técnica pasaría netamente a ser el área de operaciones de la empresa, sin ninguna gerencia de operaciones, para ser controlado

directamente por la gerencia general, así como el resto de áreas en línea directa, para cada obra realizada.

Por ello, teniendo en cuenta las tres áreas fundamentales de la empresa: Finanzas, Operaciones y Marketing, se plantea un nuevo organigrama para la empresa (ver Figura 9). Asimismo, debido a que el área de calidad con sus responsables junto con el supervisor de SSOMA (Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente) son staff de asesoramiento y se encuentran siempre inmersos en cada proyecto realizado en ICYA en forma directa o indirecta, no pueden ser cargos en línea directa con el maestro de obra, almacenero, tal como es actualmente, sino de asesoramiento, con lo cual el ingeniero de control de proyecto tenga una participación neta y que no figura para obras menores a S/ 1'000,000.00 (ver Figura 10). Para ello, se está implementando en las obras, según su monto de ejecución, el área de control de proyectos, cuya área con un responsable del control de avance y control de costos.

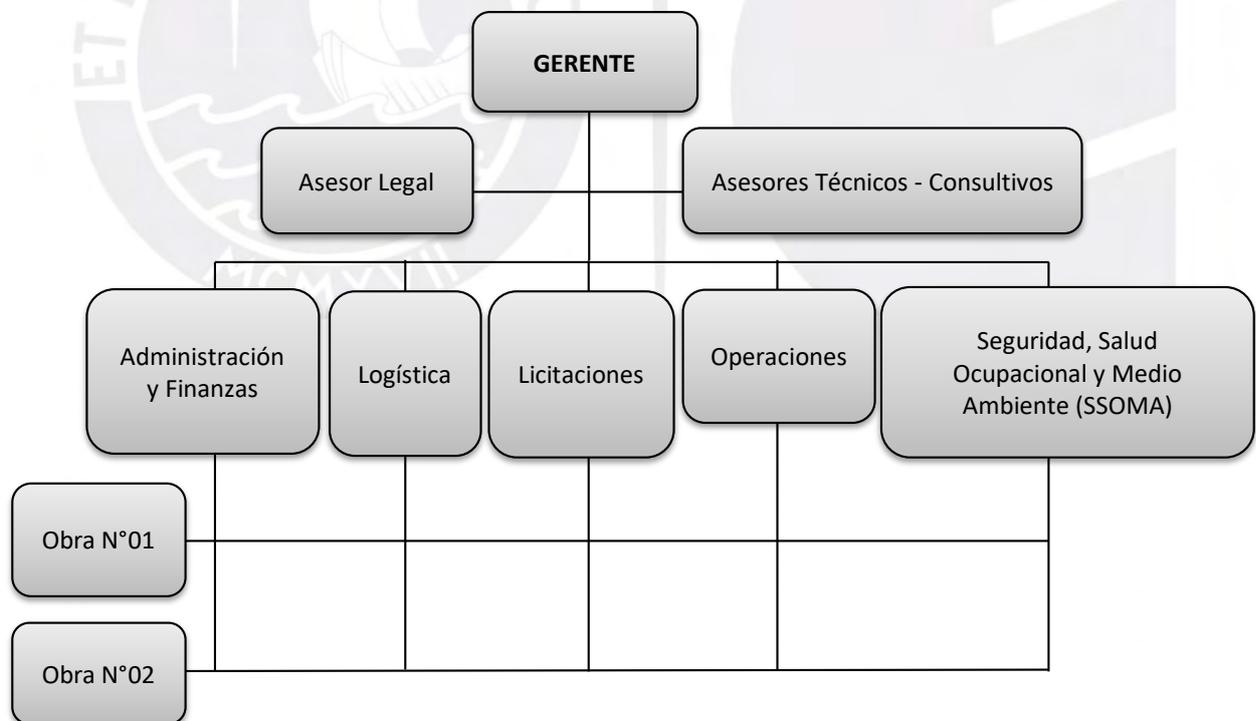


Figura 9. Organigrama central propuesto para la empresa ICYA

Por otro lado, para obras mayores a S/ 1'000,000.00, actualmente tampoco figuran el ingeniero de calidad y el supervisor de SSOMA como asesoramiento. Por esta razón, se propone dentro del organigrama su participación como staff de asesoramiento, además de cambiar el asistente administrativo actual por un administrador de obra, por la envergadura de las obras que realiza ICYA, que debe actuar en línea directa con el ingeniero de control de proyecto y un supervisor de campo que tenga a su cargo solo al maestro de obra y al almacenero del proyecto, sin ningún asistente técnico por no ser su competencia (ver Figura 11).

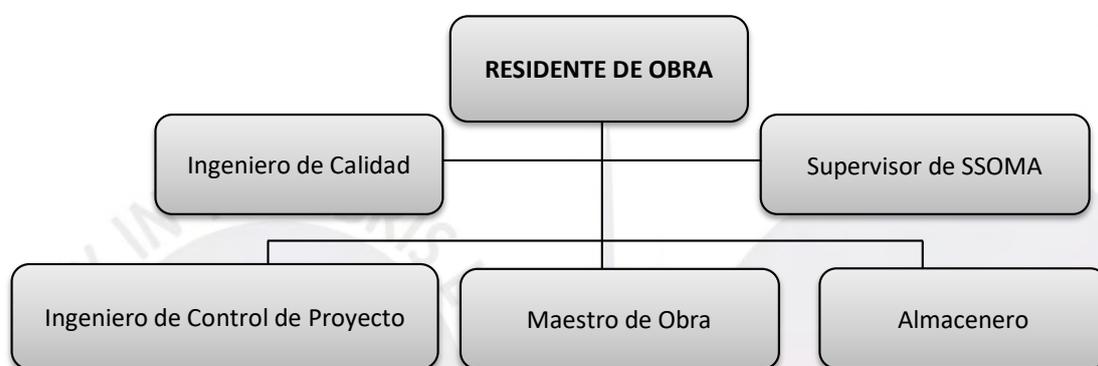


Figura 10. Organigrama propuesto para obras menores de S/ 1'000,000.00



Figura 11. Organigrama de obra para obras mayor o igual a S/ 1'000,000.00

## 1.8 Conclusiones

- ICYA posee bien definidas dos de las tres áreas fundamentales para lograr el éxito, el área de finanzas y de operaciones, además de su área vertebral de logística, pero carece del área de marketing para poder ofrecer sus productos. Por ello se plantea la implementación del área de marketing (en este caso el área de licitaciones), con la cual puede incrementar y aumentar sus ventas, lo que mejorará sus utilidades.
- ICYA, posee su sede central en la ciudad de Huaraz, cuyo ingreso principal proviene de las obras que ejecuta para las mineras como Barrick Misquichilca y Antamina, así como para las entidades del estado.
- La estructura organizacional de ICYA es del tipo matricial, el cual permite un mejor enfoque en los proyectos y el éxito del proyecto, que dependen del liderazgo y habilidades personales de equipo técnico que los dirige.
- ICYA debe implementar de manera urgente el área de control de proyectos para que controle el tiempo y el costo para cada obra.
- ICYA produce bienes físicos, cuyo monto de inversión está entre S/ 100,000 y 10'000,000, clasificándose según sus operaciones dentro de un bien físico en el sector de manufactura, en la actividad de construcción.
- ICYA transforma insumos en bienes como artículo único y de repetitividad solo una vez, en diferentes ubicaciones de acuerdo a las necesidades del cliente con un bajo volumen de producción, que según la matriz de proceso de transformación se clasifica como proyecto.
- El organigrama central y los organigramas por proyecto según su monto de ejecución de ICYA, deben de mejorar según la propuesta funcional realizada, debido a que actualmente no están establecidos los cargos según su naturaleza operativa dentro de cada obra, y no se jerarquizan los cargos en línea.

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1 Ubicación y Dimensionamiento de la Planta

Las decisiones de ubicación y dimensionamiento de la planta se encuentran enmarcados dentro del planeamiento general de las operaciones, dadas por la alta dirección de la empresa o gerencia y realizándose al inicio de la producción, debido a que estas impondrán limitaciones físicas que en futuro puedan producirse en cuanto a capacidad y calidad del producto, donde esta distribución de la planta puede beneficiar a la empresa mejorando la eficiencia en la producción y su relación con el cliente porque pasa a través de ella (D'Alessio, 2013).

#### 2.1.1 Ubicación de planta

Existen estrategias de localización abarcando desde una macro localización hasta una micro localización en un lugar o región de tal manera que sea ventajosa para la industria. Sin embargo, sus decisiones de ubicación son críticas ya que comprometen a la empresa por largos periodos de tiempo, empleos y patrones de mercado. Además, existen factores determinantes para considerar alternativas de ubicación: (a) Tipo de procesos (bienes o servicios); (b) El mercado de proveedores, consumidores; (c) Volumen / tecnología a usarse; y (d) La disponibilidad de la mano de obra. (D'Alessio, 2013). Así existen variables que afectan la decisión de ubicación de la planta (ver Tabla 1 y 2).

Tabla 1

#### *Consideraciones en Bienes y Servicios*

BIENES	SERVICIOS
Costos	Ingresos
Transporte	Aspectos demográficos: Edades, niveles socioeconómicos
Disponibilidad de energía / Servicios públicos	Densidad de la población
Mano de obra, especialidades	Competencia / volúmenes del servicio
Edificaciones, alquiler de locales	Acceso para los clientes

*Nota.* Tomado del curso "Gerencia de operaciones productivas y de servicios," por PUCP (<http://centrum.pucp.edu.pe/programas/centrumx-online/?sede=virtual&cod=1737#cursos>)

Tabla 2

*Variables que Afectan la Decisión de la Ubicación de la Planta*

FACTORES RELACIONADOS AL COSTO	FACTORES NO RELACIONADOS AL COSTO
Costo del terreno, edificio y equipos necesarios.	Calidad y cantidad de la Mano de Obra. Comunidad amigable a los negocios. Voluntad Colectiva.
Costos de transporte de materias primas, materiales generales y productos terminados.	Clima Social.
Costo de Servicios. Impuestos y Seguros.	Reacción de la Competencia Reglamentos gubernamentales.
Costos Laborales.	Calidad de Vida (clima, escuelas, ambiente, recreación).
	Tipo de sindicalización (ideológica o no).

*Nota:* Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 106. México D. F., México: Pearson.

Por otro lado, Chase, Jacobs y Aquilano (2009) aseguran que también existen otros factores a evaluar en la ubicación de la planta. Estos factores planteados son enlistados a continuación:

1. Proximidad con clientes: Garantiza que las necesidades del cliente se tomen en cuenta en el desarrollo y armado del producto.
2. Clima de negocios: Un clima de negocios favorable puede incluir la presencia de empresas de tamaño similar, y en la misma industria.
3. Costos totales: El objetivo es seleccionar un sitio con el costo más bajo. Esto incluye costos regionales, costos de distribución interna y costos de distribución externa.
4. Infraestructura: El transporte por carretera, ferrocarril, aire o mar es vital, pero también es preciso cubrir los requerimientos de energía y telecomunicaciones.
5. Calidad de mano de obra: Los niveles educativos y de habilidades de la mano de obra deben estar de acuerdo con las necesidades de la compañía.
6. Proveedores: Una base de proveedores competitivos y de alta calidad hace que una ubicación determinada sea adecuada.

7. Otras instalaciones: La ubicación de otras plantas o centros de distribución de la misma compañía puede influir en el asentamiento de la nueva instalación dentro de la red.
8. Zonas de libre comercio: Es un lugar cerrado en la que es posible comprar bienes extranjeros sin que estén sujetos a los requerimientos aduaneros normales.
9. Riesgo político: Los escenarios geopolíticos que cambian con rapidez en muchos países presentan oportunidades emocionantes y desafiantes.
10. Barreras gubernamentales.
11. Regulaciones ambientales: Las regulaciones ambientales que tienen un impacto sobre determinada industria en la ubicación se deben incluir en las decisiones.
12. Ventaja competitiva.

### **2.1.2 Dimensionamiento de planta**

Es una decisión que implica tener consecuencias a largo plazo porque una industria podría iniciar con un bajo nivel de producción e ir incrementándolo gradualmente, limitando su cantidad producida, de modo que, cada vez que se trate de servicios, las dimensiones de la planta se vuelvan más sensibles, porque los clientes pasan constantemente por este lugar. El dimensionamiento debe de tener en cuenta aspectos económicos, y variables de capacidad (Nivel de demanda, gama de productos, tecnología del proceso, el grado de integración vertical, tipo de maquinaria a utilizar, el rendimiento del recurso humano, la capacidad financiera, el probable comportamiento de la competencia, el costo de la distribución y de la falta de capacidad) que midan la magnitud de la empresa y su producción (D'Alessio, 2013).

## **2.2 Planeamiento y Diseño de los Productos**

### **2.2.1 Introducción**

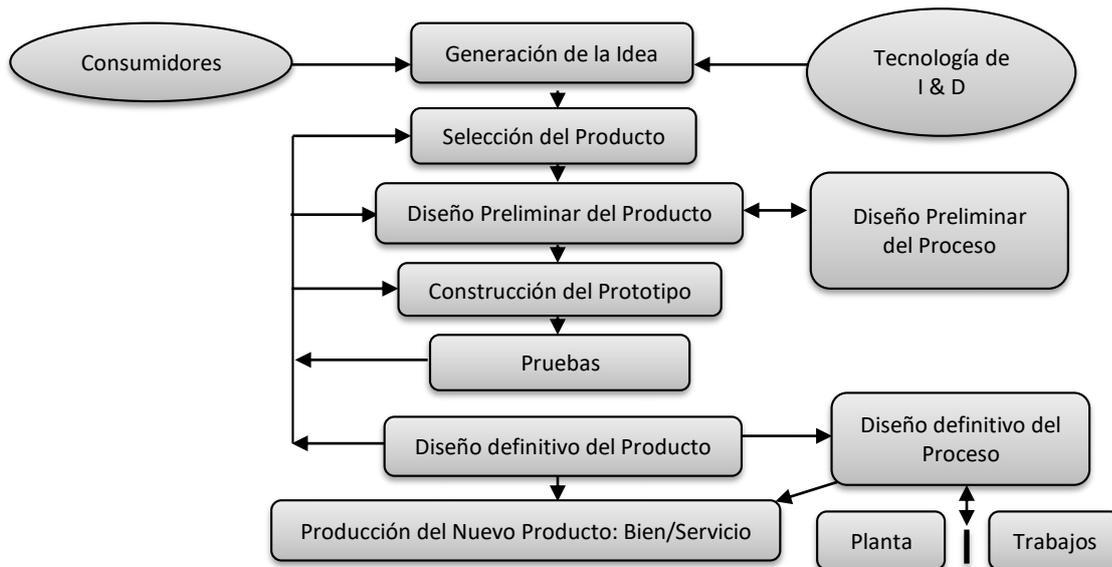
Uno de los aspectos más importantes en la gestión de una empresa es el planeamiento y diseño del producto, sea este un bien o un servicio, ya que no existe otra forma para el éxito empresarial que no sea con productos de calidad y buen costo para los mercados que los

necesitan, que satisfagan el creciente mercado de consumidores. Los productos innovadores, agresivos y competitivos; son el resultado de empresas igualmente innovadoras, agresivas y competitivas. El producto es el reflejo de la organización, de sus gerentes, de su personal, de sus procesos y de su infraestructura, en general. El diseño del producto afecta requerimientos del diseño del proceso, del diseño del equipamiento (planta), y de los requerimientos de habilidades del personal, así como de la consecución de los materiales y el transporte necesario (D'Alessio, 2013).

### **2.2.2 Secuencia del planeamiento y diseño del producto**

Kotler (2001) señaló que los cambios en las necesidades y gustos de los consumidores, las nuevas tecnologías, la reducción del ciclo de vida de los productos y el incremento de la competencia nacional y extranjera vuelven a los productos existentes muy vulnerables. Por esta razón, considerando la alta competitividad del mercado hoy en día, las compañías deben planificar, diseñar y desarrollar nuevos productos para enfrentar dicha situación de riesgo, con personal suficiente para el proceso productivo. Los pasos para el planeamiento y diseño de un producto son (ver Figura 12):

1. **Generación de Idea:** Las ideas se pueden generar a partir del mercado derivadas de las necesidades de los consumidores como también de la tecnología y capacidades existentes. Las necesidades y los deseos de los clientes deben ser el punto de partida lógico para buscar nuevas ideas, aspecto clave y ventaja competitiva crucial a tomar en cuenta.
2. **Selección del producto:** Las ideas deben pasar por un proceso de selección que consta de tres pruebas básicas: potencial del mercado, factibilidad financiera y diseño preliminar del producto y su posible proceso.
3. **Diseño preliminar:** Luego de elegir el mejor desarrollo y diseño del nuevo producto se toman en cuenta consideraciones como: costo, calidad, limitaciones técnicas y humanas.



*Figura 12.* Secuencia del planeamiento y diseño del producto  
Tomado del curso “Gerencia de operaciones productivas y de servicios,” por PUCP  
(<http://centrum.pucp.edu.pe/programas/centrumx-online/?sede=virtual&cod=1737#cursos>)

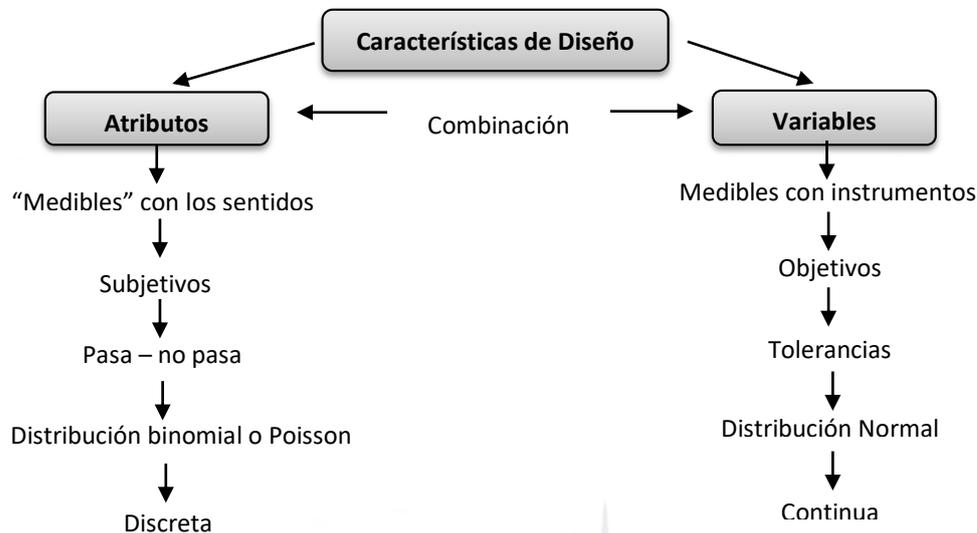
4. Construcción del prototipo: Una vez probado si el prototipo tiene éxito se pasa a desarrollar el diseño definitivo.
5. Pruebas: Se busca obtener datos del mercado que permitan conocer el grado de aceptación del producto diseñado.
6. Diseño definitivo del producto y su proceso: Se toman en consideración aspectos del diseño de planta y trabajo.

### 2.2.3 Aspectos del planeamiento y diseño del producto

Barndt y Carvey (1982) indicaron los aspectos que la empresa debe considerar en el planeamiento y diseño del producto, con los respectivos atributos y respectivas variables del diseño (ver Figura 13). Los aspectos señalados están enumerados a continuación:

1. Características: atributos y variables.
2. Tecnología conocida y probada para producirlo.
3. Conocimiento del personal (know-how) para producirlo.
4. Normativas existentes: Leyes, patentes, regulaciones etc.
5. Posibilidades de fabricación con los procesos conocidos.

6. Confiabilidad.
7. Mantenibilidad.
8. Costo.



*Figura 13.* Características del diseño del producto Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 122. México D. F., México: Pearson

### 2.2.4 Ciclo de vida técnico del producto

Los aspectos ya mencionados llevan a un análisis que está relacionado con la vida esperada del producto en el mercado según su uso, de acuerdo con sus cualidades de diseño y con su uso (ver Figura 14). El ciclo de vida tiene tres etapas: la mortalidad infantil, la vida económica y la vejez, etapas similares a las de la vida del ser humano (D’Alessio, 2013).

***Etapas de mortalidad infantil.*** Es la etapa de mayor probabilidad de falla para un bien o servicio, pues en la depuración del diseño ocurren y saltan todos los problemas, deficiencias e imprecisiones. Lo deseable es que esta etapa sea lo más corta posible, la garantía es una medida de cuán confiable es el producto en esta etapa. Normalmente, es una exponencial negativa, en la cual el régimen de falla disminuye conforme se usa el producto; esto es debido al rodaje y asentamiento de sus componentes (D’Alessio, 2013).

***Etapas de vida económica.*** Es la etapa más importante de la vida de un producto y es aquella en la que la probabilidad de falla es constante y la más baja, siempre y cuando se use

el producto en las condiciones estipuladas por el fabricante y se le proporcione el mantenimiento previsto. Debe ser una etapa muy larga, si la atención que amerita es dada por el consumidor, este debe ser capacitado pertinentemente para saber usarlo, por lo que la vida económica se verá afectada por un inadecuado uso o por un pobre mantenimiento del producto (D'Alessio, 2013).

**Etapa de vejez.** Es aquella en la que la probabilidad de falla aumenta exponencialmente debido a que los componentes decaen y con ellos la confiabilidad de los mismos (D'Alessio, 2013).

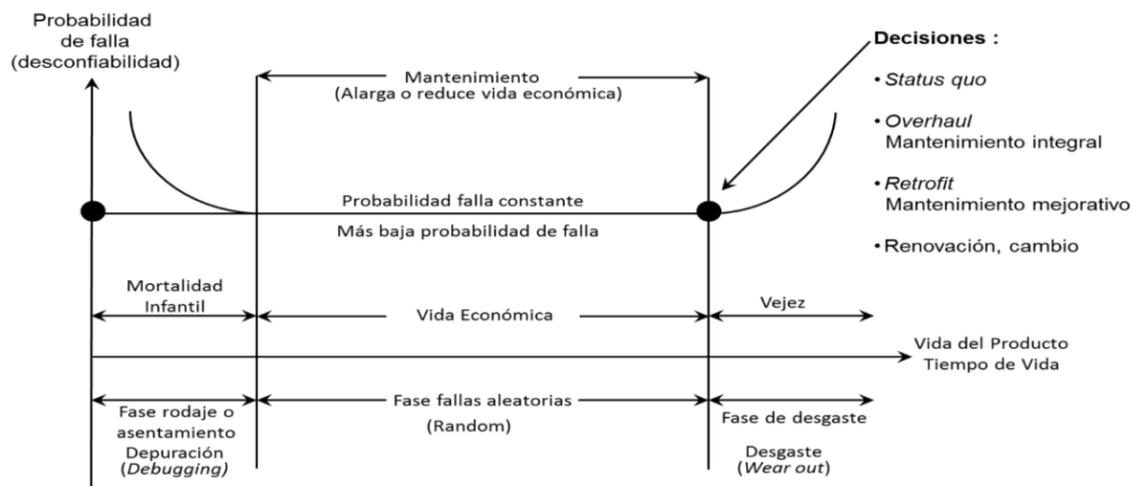


Figura 14. Ciclo de vida técnico del producto  
Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 124. México D. F., México: Pearson

### 2.2.5 Aspectos que consideran los clientes

La empresa debe tener en consideración lo que el cliente usualmente toma en cuenta al usar un bien o recibir un servicio. Es necesario ver las cosas desde la perspectiva del consumidor, con el fin de alcanzar mejoras en la calidad (D'Alessio, 2013).

En esta línea, Garvin (1988) indicó ocho dimensiones o características que deben evaluarse cuidadosamente: (a) prestaciones, (b) peculiaridades, (c) confiabilidad, (d) conformidad con las especificaciones, (e) durabilidad, (f) disposición de servicio, (g) estética

y (h) calidad percibida. Estas ocho dimensiones constituyen el reto para las empresas en la toma de sus decisiones.

## **2.3 Planeamiento y Diseño del Proceso**

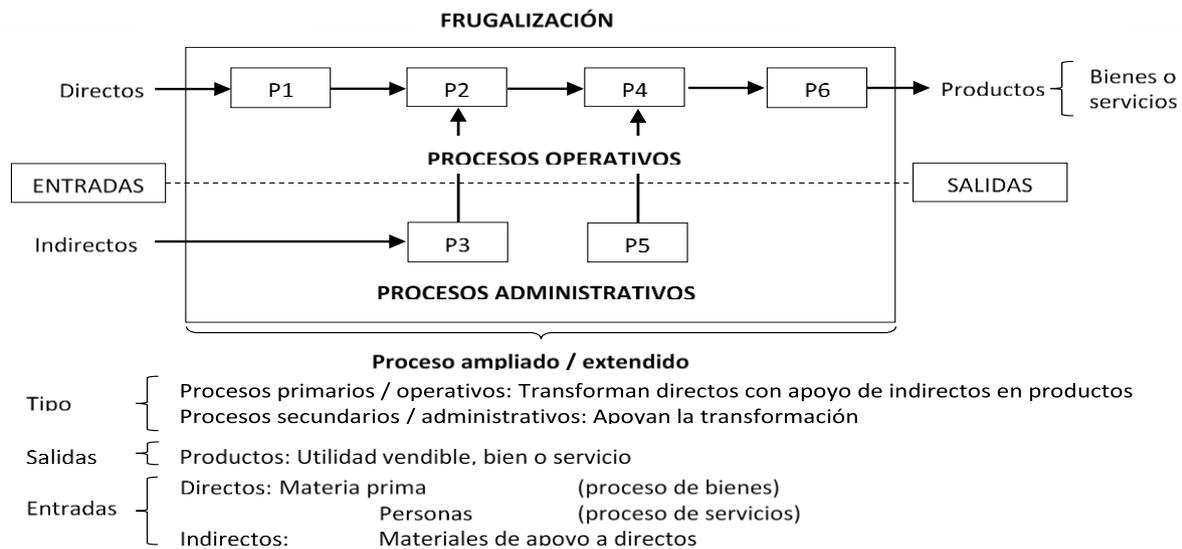
### **2.3.1 Introducción**

Los procesos y su análisis ayudan a tener una visión clara del funcionamiento de una empresa. A través de ellos se puede agrupar a todas aquellas actividades relacionadas entre sí para obtener un producto, ya sea mediante la transformación de insumos en productos terminados o de recursos en resultados. Además, se menciona que típicamente las áreas o departamentos de una empresa tienen su propio conjunto de objetivos, un conjunto de recursos con capacidades para lograr dichos objetivos, y gerentes y empleados responsables por su desempeño. Algunos procesos, como el de facturación, pueden estar contenidos por completo dentro de un departamento, como contabilidad. Sin embargo, el concepto de proceso puede ser mucho más amplio.

Toda operación productiva posee una organización en sus procesos, de carácter funcional y en forma de organigrama, que favorece la rápida adquisición de destrezas, facilitando el control del personal, designando responsabilidades de manera inmediata y proporcionando una línea de carrera a los empleados. Así también, esta organización está enfocada en el producto y clientes, caracterizada por semejarse a mini empresas independientes, donde el gerente o dueño del proceso es responsable de obtener insumos, del proceso de producción o servicio y del marketing y las ventas del producto, asumiendo resultados, utilidades y pérdidas (D'Alessio, 2013).

Sobre ello, Deming (1989), propone una nueva forma de gerenciar, basándose en ver a toda la empresa como un gran proceso y con la necesidad de aplicar la calidad total en la misma. De esta manera, mediante la frugalización o división de los procesos se fracciona en procesos más pequeños, no menos importantes pero si más fáciles de administrar, se logra

tener una mejor visión de la empresa y se puede determinar con más claridad donde se está fallando (ver Figura 15).



*Figura 15.* La frugalización de procesos.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 50. México D. F., México: Pearson

### 2.3.2 Objetivos de los procesos

Un proceso tiene su propio conjunto de objetivos: (a) determinación de las tareas y su secuencia; (b) determinación del tipo de proceso; y (c) determinación de las estaciones y máquinas de trabajo, que puede abarcar un flujo de trabajo que traspase las fronteras de área y requerir recursos de varias áreas. Por ejemplo, el desarrollo de productos puede implicar la coordinación entre ingeniería, marketing y operaciones. Por ello, la clave del éxito en muchas organizaciones es la comprensión cabal de cómo funcionan sus procesos (D’Alessio, 2013) (ver Figura 16). Según D’Alessio (2013) se puede resumir algunos de los conceptos de procesos así:



*Figura 16.* El proceso.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 140. México D. F., México: Pearson

1. Es un conjunto de actividades, operaciones, transportes, inspecciones, retrasos y almacenamientos.
2. Las actividades agregan valor a los insumos
3. Todo proceso tiene fronteras: entrada – proceso – salida.
4. La productividad de los procesos es la relación de los productos obtenidos con relación a los insumos usados.
5. Existe un tiempo del ciclo de transformación entre entrada y salida.
6. El proceso sigue una secuencia lógica (diagrama de flujo) de las actividades.
7. Todo proceso produce un producto: bien o servicio.
8. Todo proceso tiene proveedores y clientes, que pueden ser internos y/o externos.
9. Todo proceso está compuesto por planta (activos y tecnología) y trabajo (personas y conocimientos).
10. Todo proceso tiene una visión, objetivos, agrega valor y se repite.
11. Todo proceso debe ser medido y comparado.
12. Todo proceso se planea y luego se diseña, se busca mejorarlo continuamente y cada cierto tiempo se rediseña de acuerdo con el ciclo de vida del proceso o según los resultados y productividad obtenidos.

En la determinación de las tareas y su secuencia, con base en la naturaleza y diseño del producto, se hace una descripción secuencial de todas las actividades y tareas requeridas en proceso que permita entregar los resultados esperados; para esto se utilizan técnicas de diagramación, que apoyan esta actividad, tales como los diagramas de actividades del proceso (DAP) y los diagramas de operaciones del proceso (DOP), las cuales poseen un lenguaje de símbolos universal con notaciones de uso común (D'Alessio, 2013) (ver Figura 17).

Al planificar y diseñar los procesos de la empresa, lo que se busca es obtener un sistema de trabajo, ya sea para bienes físicos o de servicios, con el menor tiempo y costo

posible por cada unidad de producción. En el caso de la empresa ICYA, que es materia de estudio en la presente tesis, el diseño de los procesos dependerá del tipo de producto y su capacidad operativa.

 <b>OPERACIÓN</b>	 <b>TRANSPORTE</b>	 <b>INSPECCIÓN</b>	 <b>RETRASO O ESPERA</b>	 <b>ALMACENAMIENTO</b>
Algo que se lleva a cabo realmente. Puede ser la elaboración de un artículo, una actividad de apoyo, o cualquier actividad que agregue valor al producto.	El elemento objeto de estudio (material o persona) se mueve de un punto a otro.	El elemento se observa para determinar su calidad y perfección. Se deben emitir recomendaciones si las hubiera	El elemento objeto de estudio debe esperar antes de iniciar la siguiente etapa del proceso.	El elemento es almacenado, ya sea como producto terminado formando parte de las existencias, o como documento finalizado en un archivo. Con frecuencia, se establece una distinción entre almacenamiento temporal y almacenamiento permanente incluyendo una T o P en el triángulo.

*Figura 17.* Notación común en los diagramas de procedimientos operativos.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 142. México D. F., México: Pearson

Asimismo, una vez establecida las tareas y su secuencia, es necesario identificar el tipo de proceso, que depende de la complejidad de la secuencia de producción, el volumen a producirse, la estabilidad de la demanda en el tiempo, la duración esperada del producto, la etapa del ciclo de vida del producto y los costos de almacenamiento de los insumos del producto terminado, tomando en cuenta la matriz del proceso de transformación. Luego de decidir el tipo de proceso todo el planeamiento debe dirigirse a los tipos de máquinas de propósito general o especializado, a la cantidad de máquinas, a la cantidad de dispositivos para la manipulación de los materiales y al número de estaciones de trabajo requeridas, que generen utilidades en la producción del bien y/o servicio (D’Alessio, 2013).

### **2.3.3 Diagramas de flujo de los procesos**

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009) dentro del planeamiento, los diagramas de flujo de los procesos son los que muestran como las actividades asociadas a un proceso con frecuencia se afectan unas a otras, por lo cual es importante considerar el desempeño simultáneo de una serie de actividades que operan todas al mismo tiempo. Una forma

aconsejable de empezar a analizar un proceso es haciendo un diagrama que muestre los elementos básicos de un proceso, por lo general, las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento. Las tareas se presentan en forma de rectángulos, los flujos como flechas y el almacenamiento de bienes o de otros artículos como triángulos invertidos. A veces, los flujos que pasan por un proceso se dirigen en distintos sentidos, dependiendo de ciertas condiciones. Los puntos de decisión son representados como un diamante con diferentes flujos que salen de las puntas del diamante. En ocasiones resulta muy útil dividir un diagrama en varias bandas horizontales o verticales. Esto permite separar las tareas que forman parte del proceso. Por ejemplo, en el caso de la máquina tragamonedas, las tareas realizadas por el cliente se pueden separar de las realizadas por la máquina (ver Figura 18).

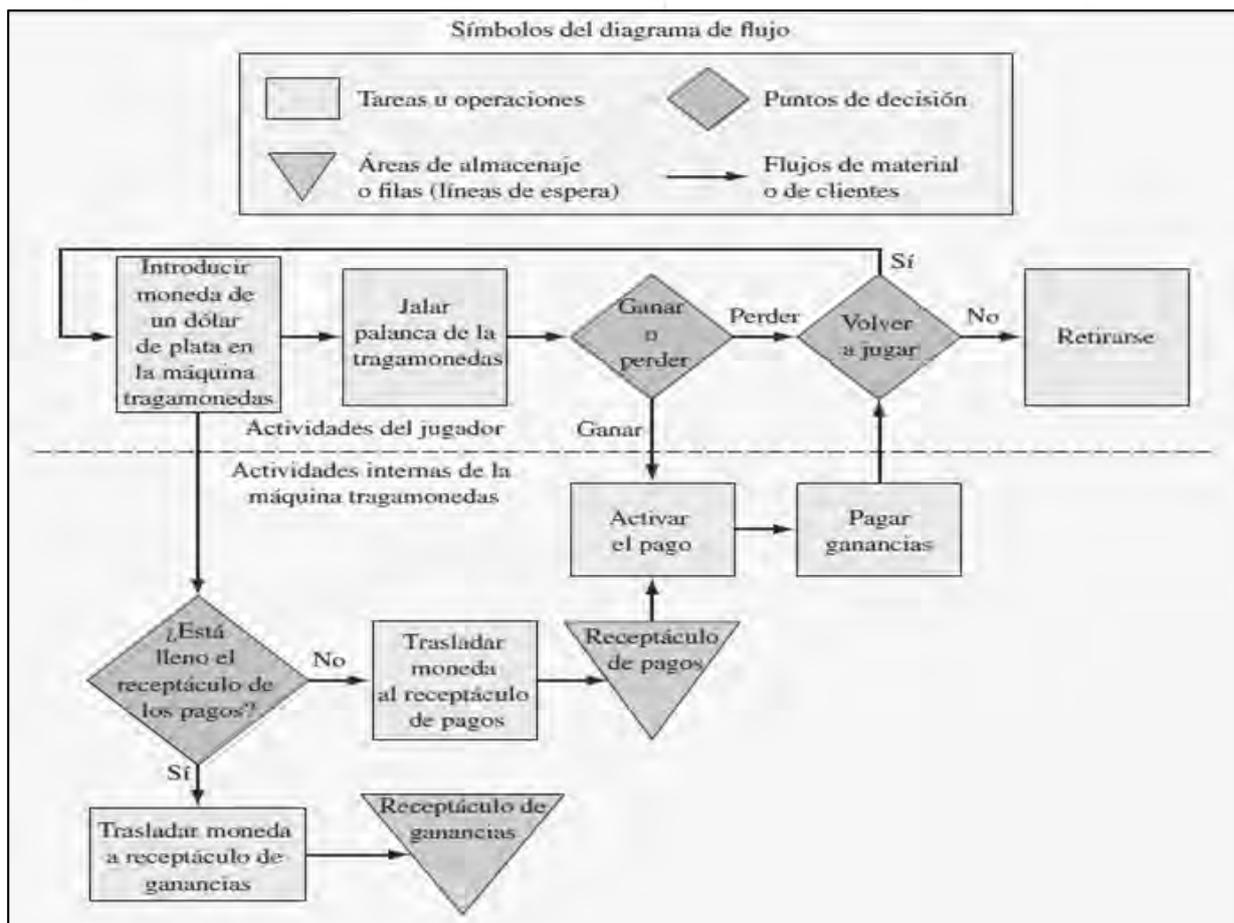


Figura 18. Ejemplo de un diagrama de flujo de un proceso.

Tomado de “Administración de operaciones productivas - producción y cadena de suministros,” por Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, 12va ed., p. 163. México D. F., México: McGraw-Hill

### 2.3.4 Valor agregado

La manera más simple de enunciar el concepto de valor agregado se obtiene al señalar que se trata de aquella cualidad que se añade a un producto, bien o servicio, en el proceso, cada vez que se produce, siendo valorada por el cliente (ver Figura 19). Se trata de un concepto del campo de la economía, que se ha utilizado para describir diferentes etapas que pasa un producto, desde los insumos hasta su consumo (D'Alessio, 2013).

Si se enfoca en una empresa de construcción, el valor agregado se encuentra en el diseño o ingeniería del proyecto, en la calidad de insumos y materiales que usa, en el cumplimiento del tiempo establecido para la implementación, en lograr el alcance de proyecto y sobre todo con los costos establecidos.



*Figura 19.* Valor agregado centrado en el proceso.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 147. México D. F., México: Pearson.

Así también, se puede mejorar la cadena de valor agregado como lo hacen muchas compañías que pretenden reducir los costos para aumentar las ganancias y solo consideran las oportunidades que se presentan dentro del ámbito delimitado por la propiedad, cuando en realidad lo que hay que hacer es valorizar la empresa a través de la creación de nuevos servicios para los demás componentes de la cadena. Debe existir como requisito una fuerte integración y coordinación entre los socios (D’Alessio, 2013).

El valor agregado no solo es una definición de como una empresa añade más valor a sus productos o como sus productos son más apreciados por el cliente, sino que es una preocupación constante para la empresa, ya que, al incrementar valor para sus productos, a

través de sus diseños, insumos, procesos y servicio post venta, debe incrementar también la satisfacción de sus principales stakeholders:

- Sus trabajadores, quienes han hecho posible que un producto logre el valor esperado.
- Sus accionistas, a través de mayores dividendos, redundando en el fortalecimiento de la empresa.
- Su entorno social, en el cual se desenvuelve a través de la generación de más empleos, o programas de responsabilidad social.

## **2.4 Planeamiento y Diseño de Planta**

### **2.4.1 Introducción**

Según Heizer y Render (2009), para muchas empresas el diseño de planta no solo es una simple distribución, sino que esta distribución puede convertirse en una ventaja competitiva, en relación con la capacidad, los procesos, la flexibilidad, y el costo igual que con la calidad de vida en el trabajo, el contacto con el cliente y la imagen, como es el caso de McDonald's, que revolucionó la comida rápida, donde la distribución de sus 30,000 establecimientos localizados alrededor del mundo y su innovación tecnológica constante de sus instalaciones a través del tiempo (con un rediseño total con el fin de satisfacer y atender mejor y eficazmente al cliente) se ha convertido en una fuente de ventaja competitiva.

Esto significa que el objetivo de una distribución adecuada de planta es minimizar los costos y mejorar la efectividad y eficiente distribución, para cumplir con la necesidad competitiva de la empresa, razón por la cual al momento de diseñar la planta el objetivo debe ser lograr:

1. Mayor utilización de espacio, equipo y personas.
2. Mejor flujo de información, materiales y personas.
3. Mejor ánimo de los empleados y condiciones de trabajo más seguras.

4. Mejor interacción con el cliente.
5. Flexibilidad (cualquiera que sea la distribución actual, deberá cambiar).

#### **2.4.2 Distribución en planta**

Cada empresa es diferente y algunas buscan todos de estos objetivos citados. En el caso de una empresa constructora el objetivo es la mayor utilización de espacios, equipos y personas, así como mejor flujo de información, materiales y personas.

Por otro lado, Heizer y Render (2009) indica que existe tipos de distribución, donde las decisiones de distribución incluyen la mejor colocación de máquinas (en situaciones de producción), oficinas y escritorios (en casos de oficina), o centros de servicio (en entornos de hospitales o tiendas departamentales), donde se definen siete tipos de distribución:

1. Distribución de oficina: Posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información.
2. Distribución de tienda: Asigna espacio de anaquel y responde al comportamiento del cliente.
3. Distribución de almacén: Aborda los intercambios que se dan entre espacio y manejo de materiales.
4. Distribución de posición fija: Estudia los requerimientos de distribución de proyectos grandes y voluminosos, como barcos y edificios.
5. Distribución orientada al proceso: Trata la producción de bajo volumen y alta variedad (también llamada “taller de trabajo” o producción intermitente).
6. Distribución de célula de trabajo: Acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados.
7. Distribución orientada al producto: Busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continua.

De estos siete tipos, para el caso de una empresa constructora, por tener dos lugares de trabajo como son oficina central y lugar de trabajo (lugar de ejecución del proyecto), la distribución de oficina es adecuada para la oficina central, donde la planta está distribuida en oficinas, y en caso del lugar de trabajo, la distribución que se adecúa es la distribución de posición fija, complementando con la distribución orientada a procesos.

### **2.4.3 Distribución orientada al proceso**

Una distribución orientada al proceso resulta más eficiente cuando se elaboran productos con distintos requerimientos o necesidades, como es el caso de construcción. El objetivo de esta distribución es cumplir con los requerimientos del cliente y las especificaciones del producto en cuanto a costos y tiempo. Las principales características de una distribución orientada a procesos son:

1. Se produce una pequeña cantidad y una gran variedad de productos.
2. Se usa equipo de propósito general.
3. Los operarios tienen habilidades muy amplias.
4. Existen muchas instrucciones de trabajo porque cada tarea cambia.
5. Los inventarios de materia prima son altos en relación con el valor del producto.
6. El trabajo en proceso es alto comparado con la producción.
7. Las unidades se mueven lentamente a través de la planta.
8. Los bienes terminados usualmente se hacen por pedido y no se almacenan.
9. La programación de pedidos es compleja y está relacionada con intercambios entre la disponibilidad de inventario, la capacidad y el servicio al cliente.
10. Los costos fijos tienden a ser bajos y los costos variables altos
11. El costeo, realizado comúnmente para el trabajo se estima antes de realizar el trabajo, pero sólo se conoce después de terminarlo.

Otra ventaja del diseño de distribución de un proceso, es arreglar los departamentos o centros de trabajo de tal forma que se minimice el costo por manejo de materiales. Esto significa que los departamentos con grandes flujos de partes o personas deben colocarse entre ellos, cercanos uno de otro. Bajo este enfoque, el costo por manejo de materiales depende de: (a) el número de cargas (o personas) que deben desplazarse entre dos departamentos durante cierto periodo; y (b) los costos relacionados con la distancia que se trasladan las cargas (o personas) entre departamentos. Es decir, las instalaciones orientadas al proceso (y también las distribuciones de posición fija) tratan de minimizar los costos de cargas o viajes y el tiempo relacionado con la distancia.

## 2.5 Planeamiento y Diseño del Trabajo

### 2.5.1 Introducción

Chase, Jacobs y Aquilano (2009) señalaron que el objetivo del planeamiento y diseño del trabajo consiste en garantizar, que lo que se realice cumpla con los requerimientos de la organización y de la tecnología disponible y que satisfagan las expectativas de quien realiza el trabajo para lograr lo que el cliente espera (ver Figura 20).

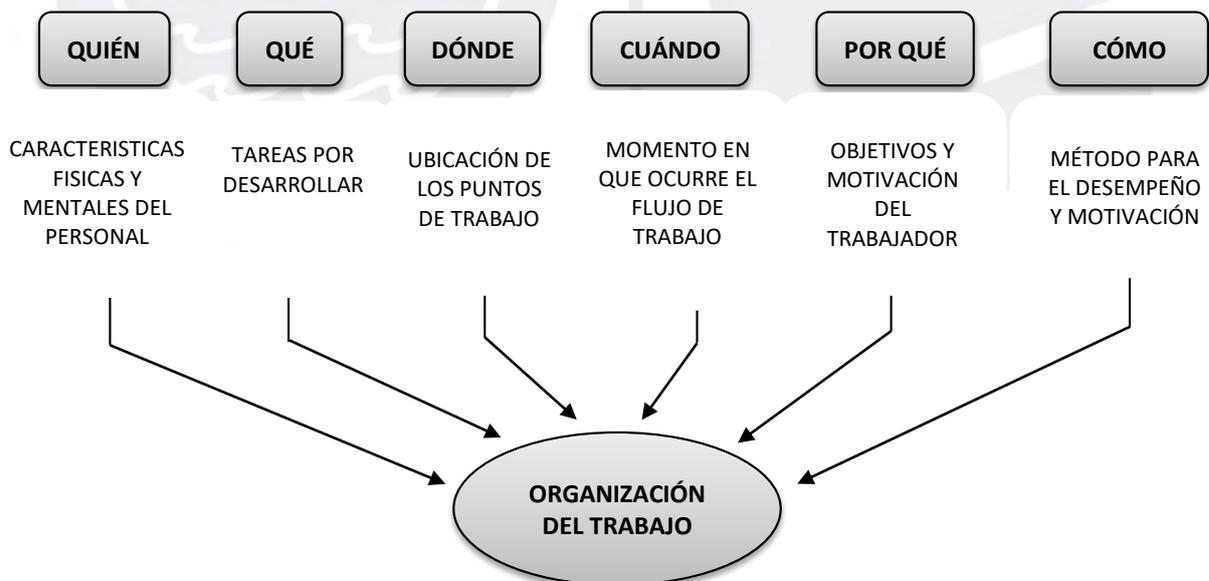


Figura 20. Decisiones en la organización del trabajo.

Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 198. México D. F., México: Pearson.

El planeamiento y diseño del trabajo comprende cuatro fases que deben ejecutarse por parte de la gerencia que son: (a) diseño del trabajo, (b) satisfacción en el trabajo, (c) métodos del trabajo y economía de movimientos, y (d) medición del trabajo. (D'Alessio, 2013)

### **2.5.2 Diseño del trabajo**

D'Alessio (2013) indica que es la síntesis de tareas o actividades que se asignan a un trabajador o a un grupo de trabajadores, en el que se especifican las tareas que deben realizarse, cómo deben realizarse, quién debe realizarlas, cuándo y dónde deben realizarlos, planeando resultados. Es en esta etapa donde la asignación de tareas debe ser clara y específica, fácil de comprender y aceptada por el empleado y empleador.

En industrias como la minería y en construcción, existen los PETS (Procedimientos escritos de trabajo seguro) donde se indican claramente las tareas de cada actividad. Sin embargo, según D'Alessio (2013) existen componentes del diseño del trabajo:

1. La especialización laboral, cuya división del trabajo es en tareas únicas.
2. Ampliación del trabajo, donde se agrupa las diversas tareas que requieren un nivel de destreza similar, es decir se rota del trabajo.
3. Los componentes psicológicos, donde estos componentes se enfocan en diseñar trabajos que cumplan ciertos requerimientos psicológicos.
4. Ergonomía del trabajo o ingeniería humana, estudia el diseño de los procesos con la relación hombre – máquina, buscando mejorar el desempeño del ser humano.

### **2.5.3 Satisfacción en el trabajo**

Se puede apreciar la satisfacción en el trabajo de un empleado por la actitud general que muestra hacia su trabajo. Comprendido está que un empleado con un nivel alto de satisfacción tendrá mejor desempeño y mejores resultados (D'Alessio, 2013). Según Maslow (1963), que desarrolló la teoría sobre la motivación humana, establece una jerarquía de necesidades humanas (ver Figura 21), donde se fundamenta que a medida que las personas

satisfacen sus necesidades básicas (parte inferior de la pirámide) van desarrollando necesidades y deseos más elevados (parte superior), llegando a la autorrealización, cuya motivación debe partir de la identificación de las necesidades de los trabajadores.

#### 2.5.4 Métodos del trabajo y economía de movimientos

El análisis de los métodos se enfoca en "cómo" se lleva a cabo una tarea; su objetivo es el planteamiento de una forma eficiente y económica de ejecutar la tarea, considerando las necesidades sociales y psicológicas de los trabajadores (D'Alessio, 2013).



*Figura 21.* Jerarquía de las necesidades de Maslow.

Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 202. México D. F., México: Pearson.

#### 2.5.5 Medición del trabajo

La medición del trabajo consiste en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en realizar una tarea definida. De esto se concluye en tiempos lo que se debe usar para mantener una producción sostenida con métodos establecidos y en condiciones estándar de trabajo. Los propósitos que se persiguen con la medición del trabajo son: (a) evaluación del comportamiento del trabajador; (b) planeación de las necesidades de la fuerza de trabajo; (c) planeación de la capacidad; (d) fijación de precios; (e) control de costos; (f) programación de operaciones; y (g) establecimiento de incentivos salariales (D'Alessio, 2013).

## **2.6 Planeamiento Agregado**

### **2.6.1 Definición**

Planeamiento agregado es el proceso de planear la cantidad y tiempo (momento) de las operaciones productivas en el corto plazo, hasta 12 meses, y ajustar el régimen de producción, el empleo de los inventarios y de las otras variables controlables. El planeamiento agregado es el medio por el cual se establecen los límites de tiempo operacional, los regímenes de producción correspondientes a estos, y los niveles agregados de consumo, como son las horas de trabajo, las horas máquina y las cantidades necesarias de los principales materiales. El objetivo del planeamiento agregado es seleccionar el régimen de producción y las estrategias que satisfagan la demanda de la manera más económica, dadas las restricciones de capacidad y otros recursos.

Asimismo, el planeamiento agregado es una actividad de responsabilidad primordial de la función de operaciones, que requiere cooperación y coordinación de las otras áreas de la empresa, como finanzas, marketing, recursos humanos y logística, generando impacto global en toda la empresa. En resumen, en el planeamiento de corto plazo llamado planeamiento agregado, es necesario determinar cómo las metas organizacionales de producción (y no de productos individuales) serán alcanzadas dentro del marco restrictivo impuesto por las facilidades disponibles, el equipamiento existente y los recursos materiales necesarios, basados en un concepto económico. El objetivo es responder ante demandas irregulares del mercado con el uso efectivo de los medios productivos y recursos de la organización (D'Alessio, 2013).

### **2.6.2 Variables del planeamiento agregado**

El problema del planeamiento agregado es bastante generalizado e influye en todas las áreas de la empresa requiriendo su cooperación y coordinación total. Por ello las decisiones al respecto deben ser estratégicas, con objetivos que consideren el servicio al cliente,

inventarios, estabilidad de la fuerza de trabajo y costos, en donde estos objetivos presentan restricciones como la capacidad física y los otros recursos establecidos en el planeamiento de operaciones, por lo que requiere manejar ya sea las variables modificadoras de demanda o de oferta, siendo estas variables modificadoras desarrolladas principalmente para la industria de servicios, por ser imperdurables, es decir los servicios no pueden almacenarse, creando problemas en operaciones y programaciones de estas (D'Alessio, 2013).

Tabla 3

*Variables Modificadoras de Demanda*

FACTORES	DESCRIPCIÓN
Precio Diferencial	Se utilizan diferencias de precio para reducir la demanda pico o para acumular una demanda en las temporadas bajas
Publicidad y Promociones	Se acude a promociones y acciones publicitarias para aumentar la demanda en periodos bajos o trasladarla de los periodos pico.
Trabajo pendiente (backlog) o reservaciones	En este se pide a los clientes que mantenga pendientes sus pedidos (backlog), o reserven la capacidad por anticipado.
Desarrollo de productos complementarios	Consiste en desarrollar productos complementarios principalmente si se tiene un producto de estacionalidad marcada.

*Nota:* Tomada de Schroeder (2005) en "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 202. México D. F., México: Pearson.

Tabla 4

*Factores Modificadores de Oferta*

ESTRATEGIA	MÉTODO DE SATISFACER DEMANDA	DEBILIDADES
Uso del inventario para nivelación	Producir para inventario durante los periodos de producción baja, reducir inventarios.	Costo de mantener inventario
Postergación del exceso de demanda	Diferir las órdenes, los pedidos y servicios hasta después, cuando la producción se nivele con la demanda.	Satisfacción del cliente disminuida; necesidad de un mercado controlado.
Variación de tamaño de la fuerza laboral	Aumentar trabajadores, (y posibles turnos) cuando la demanda excede la producción normal; reducir trabajadores cuando la demanda está por debajo de la normal.	Disponibilidad, entrenamiento y productividad de trabajadores adicionales eventuales.
Variación de la producción con sobretiempos y tiempos de parada	Trabajar horas adicionales para llevar la producción por encima de la norma, permite tiempo de inactividad cuando la demanda está por debajo de la normal	Costo de planilla de trabajadores en inactividad, mayor costo y menor productividad de las horas de sobretiempo
Subcontrato para satisfacer el exceso de demanda	Contratar a otras firmas cuando la demanda exceda la producción	Mayor costo de bienes contratados; menor control de calidad
Uso de la capacidad instalada total	Trabajar al máximo las máquinas	Problemas de mantenimiento y desgaste de las máquinas

*Nota:* Tomada de Barndt y Carvey (1982) en "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 223. México D. F., México: Pearson.

Según D'Alessio (2013) la siguiente guía operacional puede ser de utilidad para el planeamiento agregado:

1. Determinar la política de la empresa con relación a las variables controlables.
2. Usar un buen pronóstico como base para el planeamiento.
3. Planear las unidades apropiadas según la capacidad.
4. Mantener la fuerza laboral tan estable como sea práctico.
5. Mantener el control requerido sobre los inventarios.
6. Mantener la flexibilidad necesaria para los cambios.
7. Responder a la demanda de una manera controlada.
8. Evaluar el plan de manera regular.



Figura 22. Flujograma del plan agregado.

Tomado de Heizer y Render (2009) en "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 226. México D. F., México: Pearson.

Según D'Alessio (2013) el programa maestro cumple las siguientes funciones:

1. Traslada el plan agregado en productos específicos.
2. Evalúa los programas opcionales.
3. Genera los requerimientos de materiales.
4. Genera los requerimientos de capacidad.

5. Facilita el procesamiento de la información.
6. Mantiene las prioridades válidas.
7. Usa la capacidad de manera efectiva.

Según D'Alessio (2013) La siguiente guía operacional puede ser de utilidad para el programa maestro:

1. Trabajar a partir del planeamiento agregado.
2. Programar los módulos comunes cuando sea posible.
3. Cargar las facilidades de manera realista.
4. Despachar los pedidos de forma periódica.
5. Monitorear de cerca los niveles de inventario.
6. Reprogramar cuando se requiera.

### **2.6.3 Estrategias empresariales para realizar el planeamiento agregado**

El planeamiento agregado implica la selección de los niveles de producción y las estrategias de satisfacción de la demanda en el corto plazo. Las estrategias nacen de la adopción del uso de recursos y de la forma de enfrentar una demanda cambiante en el horizonte del tiempo, los recursos pueden ser: (a) el tamaño de la fuerza de trabajo; (b) los niveles de inventarios; y (c) los niveles de producción (D'Alessio, 2013).

**Estrategia Conservadora.** La empresa adopta la actitud de producción, sólo basada en los pedidos; es una estrategia bastante común en productos sujetos a la moda, como el calzado y las confecciones. Su estrategia de marketing es "Pulling" que consiste en jalar desde el mercado para dimensionar su demanda y función a esto adoptar la producción (D'Alessio, 2013). Sus ventajas consisten en: (a) No existe riesgo de stock, (b) no existen costos de inventarios, y (c) los costos de producción son bajos. Sus desventajas consisten en: (a) Pérdidas de oportunidad de venta, (b) imposibilidad de formar equipos que garanticen una

calidad deseada, (c) hay que cargar con los costos de despido y deterioro moral de los trabajadores, y (d) *genera costos de reclutamiento, entrenamiento y capacitación.*

**Estrategia Moderada.** Consiste en el mantenimiento de la fuerza de trabajo adecuando las horas de trabajo, según los requerimientos de la demanda (D'Alessio, 2013). Las ventajas que posee son: (a) Sólida relación con la fuerza de trabajo, (b) se garantizan los estándares de calidad, (c) adopción inmediata en los niveles de producción, (d) la continuidad del vínculo laboral influye en la moral del trabajador, y (e) no se incurre en costos de reclutamiento, contratación, capacitación y despidos. Sus desventajas son: (a) agotamiento en el trabajador cuando las jornadas son muy prolongadas, (b) mayores costos por el alargamiento de la jornada laboral (horas extras), (c) deben asumirse los costos de mantenimiento del personal, y (d) puede deteriorarse la calidad por el excesivo trabajo.

**Estrategia Agresiva.** Es la adopción de mantener un nivel determinado de producción, en previsión de los cambiantes niveles de demanda, es decir, la empresa opta por producir para atender la demanda y mantener un nivel de inventario enfrentando cambios de la demanda. Estrategia de marketing: "Pushing" que consiste en llevar el producto al mercado (D'Alessio, 2013). Las ventajas que posee son: (a) se obtienen todas las ventajas de la estrategia anterior, (b) se garantiza continuidad en los niveles de producción, y (c) puede darse atención a pedidos imprevistos. Su mayor desventaja es que se incrementan los costos de inventario (capital, almacenamiento, seguros, deterioro y obsolescencia).

## **2.7 Programación de Operaciones Productivas**

### **2.7.1 Planeación**

Una organización requiere asegurar que los planes de demanda y oferta estén equilibrados, esto significa que la empresa debe desarrollar planes para abastecer los recursos necesarios que permita satisfacer la demanda pronosticada. Estos recursos incluyen la mano de obra, materiales, equipos, herramientas, dinero, etc. En la etapa de planeación se busca

equilibrar la oferta con la demanda, desde el nivel agregado hacia abajo hasta el nivel de programación a corto plazo. Para lo cual es importante realizar una planeación de recursos (manufactura), como los programas maestros y la planeación de requerimiento de insumos.

### **2.7.2 Programación**

Esta fase pone en marcha el proceso de la planificación a la ejecución, ya que convierte las decisiones sobre las instalaciones, capacidad, recursos humanos, equipos y proveedores. Asimismo, convierte el plan agregado y programa maestro en secuencias de tareas y asignaciones específicas de personal, materiales y maquinaria, para lo cual se requiere uso de software como Ms Project o Primavera, donde se puede realizar la programación en diagrama Gantt o PERT – CPM, dependiendo de la complejidad de los trabajos o actividades, y también de manera similar la programación de la mano de obra, materiales y equipos. Para analizar la programación de operaciones de la empresa construcción es recomendable usar las recomendaciones según la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge, 2013), donde:

La programación de las operaciones en construcción se basa en las siguientes etapas:

- (a) definición de las actividades;
- (b) el secuenciamiento de actividades;
- (c) estimación de recursos de las actividades;
- (d) determinación de la duración de las actividades; y
- (e) desarrollo del cronograma de ejecución (Project Management Institute [PMI], 2013)

Estas etapas se describen como sigue: (a) Definir las actividades, es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas para ejecutar un proyecto; (b) el secuenciamiento de actividades, es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto, para lo cual se usa como herramienta el método de diagramación de precedencia, mientras que las actividades se pueden caracterizar con las dependencias a través de los atributos de obligatoriedad, discrecionalidad, y características externas e internas; (c) estimar los recursos de las actividades consiste en estimar tipo y

cantidad de materiales, mano de obra equipos, etc., para poder ejecutarlas; (d) estimar las duraciones, consiste en estimar la duración de las actividades, para lo cual es necesario definir sus rendimientos y cuadrillas, las herramientas de estimaciones para el rendimiento son las estimaciones paramétricas y la estimación por tres valores (valor probable, optimista y pesimista); y (e) desarrollar el cronograma consiste en analizar el secuenciamiento de las actividades, las duraciones, dependencias, requisitos de recursos y las restricciones, como herramienta se puede usar el diagrama Gantt para actividades simples, pero en forma general se usa el método el PERT y el CPM, quien en la práctica puede usarse la combinación de ambos, conocido como el método de PERT-CPM, donde el PERT es probabilístico y considera que la variable del tiempo es una variable desconocida de la cual solo se tienen datos estimativos. En cambio, el CPM, es determinístico, considera que los tiempos de las actividades se conocen y se pueden variar cambiando la cantidad de recursos utilizados a medida que el proyecto avanza.

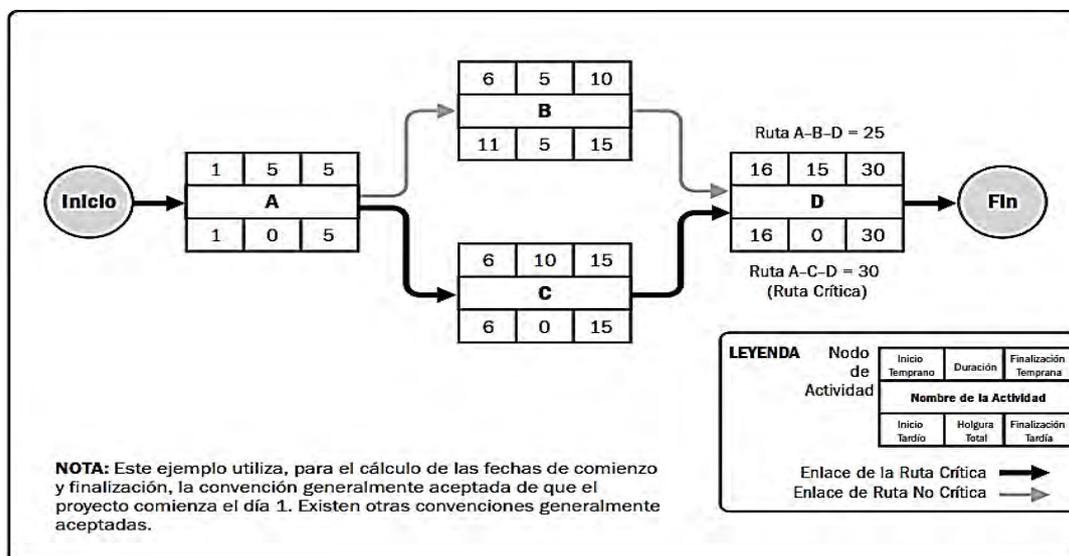
El tiempo esperado de finalización de un proyecto es la suma de todos los tiempos esperados de las actividades sobre la ruta crítica, suponiendo que las distribuciones de los tiempos de las actividades son independientes, la varianza del proyecto es la suma de las varianzas de las actividades en la ruta crítica y considera tres estimaciones para definir el rango aproximado de duración de una actividad (tiempo más probable, tiempo optimista, tiempo pesimista) (PMI, 2013) (ver Figura 23).

### **2.7.3 Monitoreo y control de proyectos**

Una vez terminada la planificación y la programación es importante mantener el proyecto a tiempo dentro de los límites del presupuesto asignado, los recursos asignados a cada actividad, para lo cual es necesario el monitoreo y control de la programación. Para controlar mejor se puede agrupar por fases, por cuentas de control o por paquetes; asimismo, es importante definir los hitos de control y los entregables en cada paquete de trabajo. De

acuerdo al PMI (2013) en su guía PMBOK, el seguimiento y control se puede hacer siguiendo la metodología del valor ganado, para saber si el proyecto esta adelantado o atrasado.

Para aplicar la metodología es necesario obtener respuesta a las siguientes preguntas: ¿Que tanto trabajo se planifico (valor planificado) ?, ¿Que tanto trabajo actualmente se ha completado (valor ganado) y ¿Qué tanto ha costado completar el trabajo actual (costo actual o real)? Por ello, según el PMI (2013) en su guía PMBOK, se conocen los conceptos básicos del monitoreo y control de costos:



*Figura 23.* Ejemplo del método de la ruta crítica Tomado de “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos”, (Guía del PMBOK), por Project Management Institute, 5ta ed., p. 177 U.S., U.S: PMI.

- Valor planificado (PV): Representa el presupuesto autorizado que se ha asignado a trabajo programado.
- Valor ganado (EV): Es la medida de trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo.
- Costo real (AC): Es el real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico.

Las variaciones de la programación se monitorean mediante el índice de desempeño del cronograma, y se calcula el índice del desempeño del cronograma:  $SPI = EV/PV$ , un valor del SPI inferior a uno indica que la cantidad de trabajo llevado a cabo es menor a la previstas. Un valor de SPI superior a uno indica que la cantidad de trabajo efectuado es mayor a la prevista. El valor del SPI se obtiene de la curva S en un determinado tiempo (ver Figura 24). Si bien el SPI mide todo el trabajo, es importante analizar el desempeño de en la ruta crítica, para así determinar si el proyecto terminara antes o después de la fecha de finalización programada (PMI, 2013).

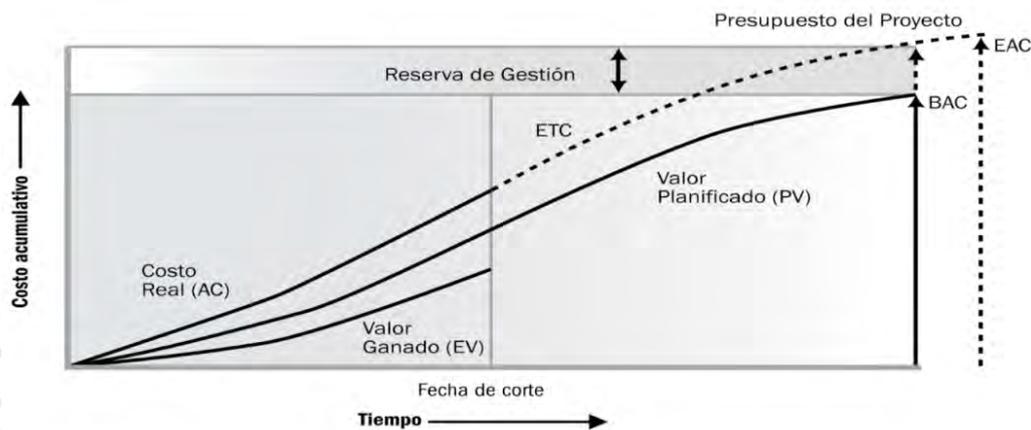


Figura 24. Valor ganado, valor planificado y costos reales  
Tomado de “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos”, (Guía del PMBOK), por Project Management Institute, 5ta ed., p. 218 U.S., U.S: PMI.

## 2.8 Gestión de Costos

### 2.8.1 Introducción

Según el PMI (2013) la gestión de costos del proyecto incluye el proceso de planificación, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Existen muchos tipos de costos, pero este capítulo se enfocará en los costos operativos que incluye el costo de los insumos, de los indirectos (C1) y el costo del proceso (C2). Dado que el responsable de la producción puede ejercer el control y donde muchas veces se forma los excesos, las mermas, desperdicios y los desbalances por el mal uso de los recursos en los

procesos. En la parte operativa también se incluyen los costos de mantenimiento y costos de administración del inventario.

### **2.8.2 Tipos de sistema de costos**

Dearden (1962) definió tres tipos de sistema de costos, estos son: (a) Costeo por órdenes de trabajo, que se usa en procesos únicos, artículo único donde el costeo hay que realizar un costeo específico para cada orden de trabajo, de donde nace el costeo basado en actividades, consiste en asignar los recursos consumidos por las actividades que integran el sistema productivo de acuerdo a la variedad y complejidad del producto; (b) costos por procesos, cuyo tipo de sistema se utiliza cuando la producción es continua y masiva; y (c) costeo estándar, donde este sistema de costos en vez de utilizar los datos históricos de costos, se determina la cantidad de que el producto debería costar, estos estimados se hacen con base a las especificaciones de los materiales y procesos productivos.

### **2.8.3 Estimación de costos**

Es el proceso que consiste en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto y que garantice completar el proyecto. La estimación de costos son una predicción basada en la información disponible en un momento determinado. La estimación de costos se expresa en unidad de moneda, por ejemplo, soles o dólares.

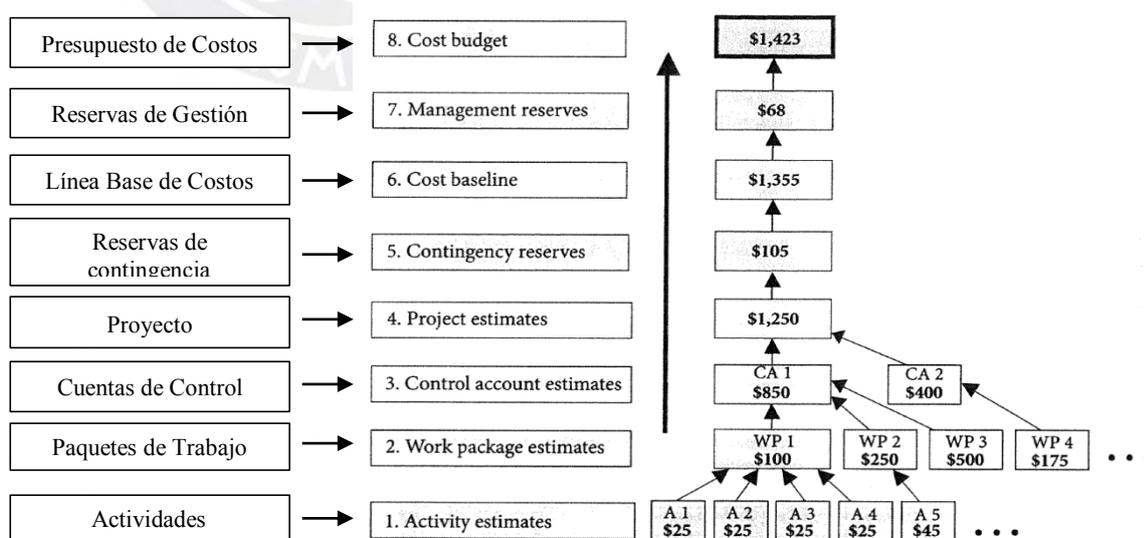
*Técnicas de estimación de costos.* Según el PMI (2013) las técnicas de estimación de costos son: (a) Juicio de expertos; (b) estimación análoga; (c) estimación paramétrica; (d) estimación ascendente; y (e) estimación por tres valores. Para un proyecto de construcción la que más se usa es la estimación paramétrica, ya que utiliza una relación estadística entre los datos históricos relevantes y otras variables (p. ej., metros cuadrados de construcción) para calcular una estimación del costo del trabajo del proyecto. Con esta técnica se puede lograr

niveles superiores de exactitud, en función de la sofisticación de los datos que utilice el modelo.

**Costeo basado en actividades (ABC).** Según Pinto (2015) la mayoría de los proyectos utiliza alguna forma de costeo basado en actividades. Es un método de elaboración de presupuesto que primero se asigna costos a las actividades y luego a los proyectos, basados en el uso de recursos de cada proyecto. El costeo basado en actividades, se basa en la idea que los proyectos consumen actividades y las actividades consumen recursos.

### 2.8.4 Creación de presupuesto de un proyecto

El proceso de elaboración del presupuesto para un proyecto es una combinación de análisis, intuición y el trabajo repetitivo. El objetivo de un presupuesto es sumar los costos de los insumos, de los indirectos (C1) y el costo del proceso (C2), expresado en valor monetario que permita completar el trabajo del proyecto, a esto se conoce como línea base de costo, con respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto. Según Mulcahy (2013), el presupuesto para proyectos está estructurado de la siguiente manera (ver Figura 25). Por otro lado, los costos se pueden clasificar en costos directos e indirectos (ver Tabla 5)



*Figura 25.* Estructura de presupuesto de un proyecto  
Adaptado de “PMP Exam Prep”, por R. Mulcahy, 2013, 8va ed., p. 263. U.S.A, U.S.A: RMC Publications, Inc.

Tabla 5

*Costos Directos e Indirectos de un Proyecto*

Costos Directos	Costos Indirectos
○ Costo de Mano de obra	○ Costos de Licencias
○ Costo de Materiales	○ Costos de Servicios
○ Costos de Flete	○ Costos Financieros
○ Costo de Equipos	○ Costos Administrativos
○ Costo de Herramientas	○ Costos de Estadía y Alojamiento
○ Costos de Calidad	○ Costo de Alquiler de Oficina
○ Costo de Seguridad	
○ Costos de Gestión	

**2.8.5 Control de costos**

Según PMI (2013), controlar costos es el proceso de monitorear el estado de un proyecto para actualizar sus costos y gestionar cambios en la línea base de costos. El beneficio clave de este proceso es que proporciona los medios para detectar desviaciones con respecto al plan con objeto de tomar acciones correctivas y minimizar el riesgo.

**Herramientas y técnicas para controlar los costos.** Según el PMI (2013) una de las herramientas para controlar el costo es la metodología del valor ganado. Esta metodología consiste en monitorear tres dimensiones para cada paquete de trabajo (definido como un entregable y está formado por varias actividades). Es decir, compara el valor planificado, conocido por sigla en inglés (PV), el trabajo realizado o conocido como valor ganado (EV) y el costo incurrido o costo real (AC).

Los costos se monitorean en base a las variaciones o desviaciones con respecto a la línea base aprobada, estas se pueden expresar como la variación de costos y el índice de desempeño de costos, los cuales se expresan a continuación:

1. La variación de costos (CV). Se mide como el monto del déficit o superávit presupuestario en el momento dado, expresado como la diferencia entre el valor ganado y el costo real.

$$CV = EV - AC$$

Si CV es positivo el costo incurrido es menor que el valor ganado, esto significa que el proyecto se está gastando menos de lo proyectado y si es negativo en el proyecto se está gastando más de lo proyectado

2. Índice de desempeño del Costo (CPI). Es una medida de la eficiencia del costo de los recursos presupuestados, expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real.

$$CPI = EV/AC$$

Si el CPI es inferior a 1.0 indica un costo superior a lo planificado con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto al desempeño hasta la fecha.

### **2.8.6 El costeo de inventarios**

El propósito de los inventarios en algunas empresas puede ser una ventaja o también puede ser una desventaja. Entre las razones más importantes para llevar inventarios son: Capacidad de predicción, fluctuación en la demanda, inestabilidad del suministro (falta de confiabilidad de proveedores o cuando escasea un artículo), en caso de protección de precios (compra acertada de inventario en momentos adecuados ayuda a evitar el impacto de la inflación de costos), descuento por cantidad de compra, menores de costos de pedido, costo de transporte (permite el traslado de materiales con capacidad completa del vehículo) y menor tiempo en pago de proveedores por la cantidad de pedidos o compras realizadas. Estas ventajas pueden volverse desventajas cuando los costos de inventario son mayores a los indicado en los beneficios.

Estos costos son: el costo del capital en material almacenado sin usar, el costo del espacio de almacenamiento, el costo de manipuleo o manejo en el almacén para ingresar y dar salida, el costo por deterioro, el costo por obsolescencia y el costo por hurto. Por lo que es

necesario buscar un punto de equilibrio entre las ventajas y mayores costos de inventarios. A continuación, se describen algunas recomendaciones que puede ayudar a reducir inventarios.

**Análisis ABC.** Según Krajewski, Ritzman y Malhotra (2013) una organización típica, con frecuencia mantiene miles de artículos, denominados Stock Keeping Units (SKU), pero solo un porcentaje de ellos merece la atención y el control estricto de la administración. El análisis ABC es el proceso de dividir los SKU en tres clases, de acuerdo a su valor de uso, de manera que los administradores se puedan enfocar en los artículos que tiene valor monetario más alto. Este método es equivalente crear una gráfica de Pareto, excepto que se aplica al inventario en lugar de a los errores del proceso, en este caso los inventarios serían de clase A, Clase B y Clase C. Entonces, se puede decir que los inventarios de Clase A representan el 20% de todos los inventarios de los SKU, pero son responsables del 80% del valor de uso. Los artículos de clase B representan el 30% de los SKU pero representan el 15% del valor del uso. Por último, 50% de los SKU caen en la clase C que representa el solo el 5% del valor del uso.

**Lote Económico.** Las empresas se enfrentan día a día en saber cuál sería los inventarios suficientemente bajos para evitar el costo excesivo de mantener el inventario, pero suficientemente alto para reducir los costos de preparación y de ordenar. Según Krajewski et al., (2013) el costo de mantener el inventario es la suma de capital y los costos variables de tener el artículo disponible, como almacenaje y manejo, impuestos, seguros, mermas. El costo de ordenar es el costo de preparar una orden de compra para un proveedor, mientras que el costo de preparar es el costo de hacer cambios en una máquina para producir un artículo diferente.

Para poder reducir los costos un punto de partida es ordenar la compra de un artículo, denominado cantidad económica o lote económico (EOQ), que es el tamaño de lote que minimiza los costos totales anuales de mantener el inventario de ciclo (inventario total que

varía directamente con el tamaño del lote,  $Q$ ) y de ordenar. El inventario de ciclo promedio es igual a la mitad de tamaño de Lote,  $Q$  (ver Figura 26); y el costo anual aumenta linealmente cuando  $Q$  aumenta y el costo de mantener ordenar o preparar varía disminuye cuando  $Q$  aumenta (ver Figura 27). Por lo tanto, tal como lo indica Krajewski et al., (2013) el costo anual total del inventario del ciclo es la suma de las componentes de costos, como se presenta a continuación:

$$\text{Costo Total} = \text{Costo anual de mantener} + \text{Costo anual de ordena o preparar.}$$

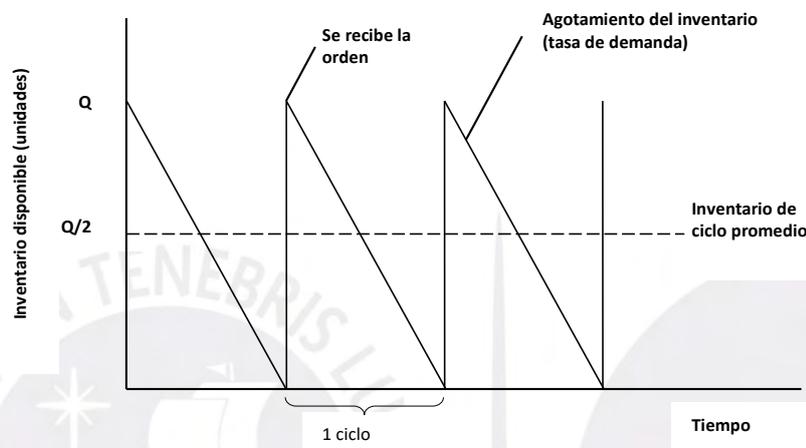


Figura 26. Niveles de inventario del ciclo.

Tomado de “Administración de operaciones – procesos y cadena de suministros,” por Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2013, 10ma ed., p. 316. México D. F., México: Pearson.

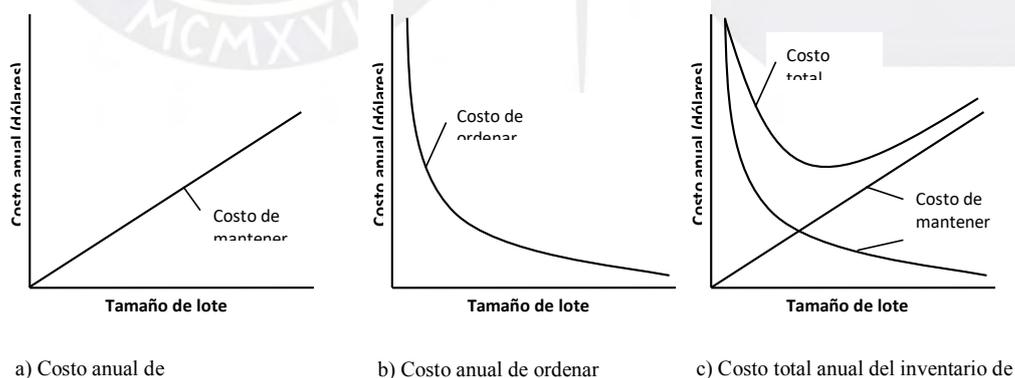


Figura 27. Costos anuales de mantener, ordenar y total anual.

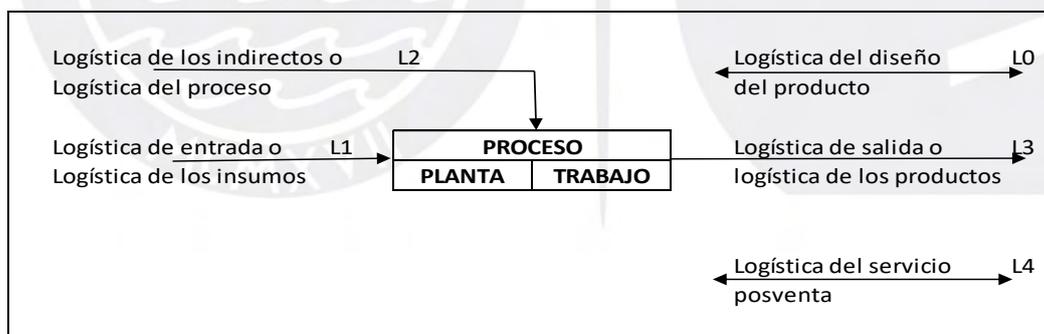
Tomado de “Administración de operaciones – procesos y cadena de suministros,” por Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2013, 10ma ed., p. 316. México D. F., México: Pearson.

## 2.9 Gestión Logística

### 2.9.1 Logística

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009) la Association for Operations Management define la logística como el arte y la ciencia de obtener, producir y distribuir el material y el producto en el lugar y las cantidades apropiadas. Por otro lado, según D'Alessio (2013), la logística es un nombre heredado del ambiente militar, que significa soporte, apoyo, abastecimiento de los recursos que se necesitan para operar sin interrupciones. Una buena gestión logística busca evitar tener demasiado inventario en la entrada y salida, esto genera capital inmovilizado generando pérdidas (ver Figura 28). La cadena de suministro se divide en:

1. La cadena de suministro estratégica, que consiste en decidir acerca de la producción, del tamaño de la planta, la selección del producto, la colocación del producto en la planta y la selección del proveedor para las materias primas.
2. La cadena de suministros táctica, que consiste en decidir los proveedores, los centros de depósitos, y ventas a través del horizonte de la planificación.

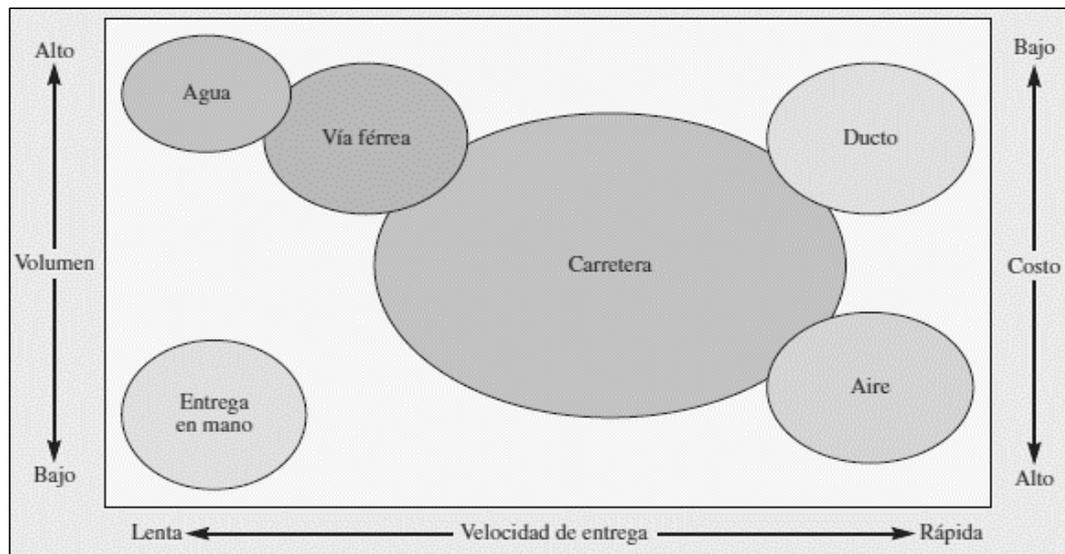


*Figura 28.* Logística de operaciones.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 287. México D. F., México: Pearson.

El problema de decidir cómo transportar mejor los bienes de las plantas a los clientes es complejo y afecta el costo de un producto. Comprende la velocidad de la entrega y la

flexibilidad de reaccionar ante los cambios (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009) (ver Figura 29).



*Figura 29.* Matriz de diseño de logística: Estructura que describe los procesos de logística. Tomado de “Administración de operaciones productivas - producción y cadena de suministros,” por Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, 12va ed., p. 163. México D. F., México: McGraw-Hill

## 2.9.2 Inventarios

D’Alessio (2013) define que son la cantidad de existencias de un bien o recurso utilizados en una organización. Los objetivos de todo inventario son establecer cuánto pedir o cantidad a ordenarse y cuándo efectuar la orden, en busca de:

- Mantener la independencia de las operaciones productivas.
- Atender cualquier variación en la demanda de insumos o productos.
- Permitir flexibilidad y adaptabilidad a los programas de las operaciones productivas.
- Proveer seguridad con respecto a los plazos de entrega de los proveedores, la escasez de insumos e indirectos, las huelgas en proveedores, otros.
- Aprovechar la ventaja del tamaño económico de la orden de compra.

Según Schroeder, Meyer y Rungtusanathan (2011) el principal propósito de los inventarios es ayudar a satisfacer la demanda de los clientes y permitir la programación de la

producción de manera económica; asimismo, permite desconectar las diversas fases de las operaciones y de la cadena de suministro. El inventario de materia prima desconecta a un producto de sus proveedores, lo cual significa que el proveedor puede producir las partes en un tiempo conveniente dentro de su propio programa y que puede usar esos materiales posteriormente en el momento que lo desee para su proceso de transformación. Existen cuatro razones fundamentales para que las empresas lleven un inventario: (a) protección contra las incertidumbres; (b) permitir una producción y compras económicas; (c) cubrir los cambios anticipadamente en la demanda o en la oferta; y (d) proveer los medios de transporte de los bienes que necesita al momento de comprarlos.

## 2.10 Gestión y control de la calidad

### 2.10.1 Introducción

Las empresas deben buscar formas innovadoras de incrementar la productividad empresarial, pues manejan recursos cada vez más escasos. Por tal motivo en un mercado muy cambiante como el de hoy resulta imperioso buscar la reducción de costos. El producto bien o servicio es el reflejo e imagen de la empresa, necesario para sus operaciones en el mercado, y debe medirse y controlarse como una variable fundamental de la gestión; mientras el producto que el mercado recibe debe reflejar la calidad de toda la organización: el concepto de la calidad total (D'Alessio, 2013) (ver Figura 30).

<p style="text-align: center;">             Empresa = Producto              TQC + JIT + TPM = Productividad Empresarial              Total Quality Control + Just in Time + Total Productive Maintenance              Una Nueva Filosofía Empresarial           </p>
--

*Figura 30.* Calidad Total

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 351. México D. F., México: Pearson.

Según D'Alessio (2013) todos ellos están orientados a la reducción de costos y a la calidad del producto que adquiere el consumidor. La administración de la calidad total (TQM) mezcla varios conceptos que se complementan adecuadamente:

- La calidad (TQC, control total de la calidad).
- La logística (JIT, justo a tiempo).
- El mantenimiento (TPM, mantenimiento productivo total).

Para D'Alessio (2013), la nueva filosofía de la calidad debe iniciarse con una correcta integración de las áreas operativas productivas de la empresa, mediante la sincronización de engranajes que muevan armónicamente los mecanismos complejos que tiene toda compañía.

Se debe tener en consideración los siguientes aspectos:

- Calidad de la planta a través de un adecuado y pertinente mantenimiento de los valiosos activos productivos.
- Calidad del trabajo con personas adecuadamente entrenadas y capacitadas.
- Producto terminado de calidad a un costo de producción que permita llevarlo al mercado a precios competitivos (ver Tabla 6).
- Marketing de calidad con un sistema de comercialización y ventas eficiente.
- La Calidad Total Involucra los siguientes aspectos: la calidad de la organización, de su personal, del diseño, de los materiales, del proceso, del producto terminado, de la calidad de las ventas y del servicio posventa.

Tabla 6

*Productos: Bienes y Servicios*

	Entrada Insumos	Salida Productos	Indirectos apoyo	Proceso de Transformación
Producto	Materiales Personas	Bien físico	Materiales	Lo reciben los materiales
Servicio	Personas	Personas	Materiales	Lo reciben las personas

*Nota:* Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 353. México D. F., México: Pearson.

### 2.10.2 Evolución del concepto de calidad

Para D'Alessio (2013) es el conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y, en consecuencia, hacen satisfactorio el producto. Por otro lado, según Juran (1996), la calidad es la ausencia de deficiencias, cuantas menos deficiencias

tenga, mejor será la calidad. Las lecciones principales que debe aprender un directivo con respecto a la calidad son: (a) Las características de un producto afectan a las ventas, en este sentido, la calidad más alta suele costar más; y (b) Las deficiencias de un producto afectan a los costos. Así pues, la calidad más alta suele costar menos (ver Tabla 7).

Tabla 7

*Significados Principales de la Calidad*

Características de los productos que satisfacen las necesidades de los Clientes	Ausencia de Deficiencias
<p>Una mayor calidad capacita a las empresas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la satisfacción de los clientes.</li> <li>• Fabricar productos vendibles</li> <li>• Ser competitivas</li> <li>• Incrementar su cuota de mercado</li> <li>• Proporcionar ingresos por ventas</li> <li>• Buenos precios</li> <li>• El efecto principal se acusa en las ventas</li> <li>• Generalmente, la mayor calidad cuesta más.</li> </ul>	<p>Una mayor calidad capacita a las empresas para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir las tasas de errores</li> <li>• Reducir reprocesos y desechos</li> <li>• Reducir fallos posventa y gastos de garantía</li> <li>• Reducir la insatisfacción de los clientes.</li> <li>• Reducir inspecciones y ensayos</li> <li>• Acortar el tiempo para introducir nuevos productos en el mercado</li> <li>• Aumentar rendimiento y capacidad</li> <li>• Mejorar plazos de entrega</li> <li>• Generalmente la mayor calidad cuesta menos.</li> </ul>

*Nota:* Tomada de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 354. México D. F., México: Pearson.

Juran definió la calidad como la “aptitud para el uso” (1990, p. 356); esto quiere decir que los usuarios de un producto, bien o servicio, deben poder contar con él para lo que necesitan o desean hacer. La aptitud para el uso comprende cinco dimensiones:

- Calidad de diseño: La diferencia de un Rolls-Royce o Ferrari con otros vehículos.
- Calidad de conformidad: Semejanza entre el producto real obtenido y el propósito del diseño.
- Disponibilidad: producto libre de problemas para ser usado, refleja su confiabilidad y su mantenibilidad.
- Seguridad: Calcular el riesgo de lesión o accidente debido a los peligros de uso del producto.
- Uso práctico: conformidad y estado de un producto una vez llegue al cliente; estabilidad de sus características.

Tabla 8

*Concepción Tradicional y Moderna*

Concepción Tradicional	Concepción Moderna
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orienta exclusivamente la calidad al producto</li> <li>• Considera al cliente externo</li> <li>• La responsabilidad de la calidad es de la unidad que controla.</li> <li>• La calidad la establece el fabricante</li> <li>• La calidad pretende la detección de fallas</li> <li>• Exige niveles de calidad aceptables</li> <li>• La calidad cuesta</li> <li>• La calidad significa inspección</li> <li>• Predominio de la cantidad sobre la calidad</li> <li>• La calidad se controla</li> <li>• La calidad es un factor operacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La calidad afecta toda la actividad de la empresa</li> <li>• Considera al cliente externo interno</li> <li>• La responsabilidad de la calidad es de todos</li> <li>• La calidad la establece el cliente</li> <li>• La calidad pretende la prevención de fallas</li> <li>• Cero errores, hacerlo bien desde la primera vez</li> <li>• La calidad es rentable</li> <li>• La calidad significa satisfacción</li> <li>• Predominio de la calidad sobre la cantidad</li> <li>• La cantidad se fabrica, se produce</li> <li>• La cantidad es un factor estratégico</li> </ul>

*Nota:* Tomada de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 354. México D. F., México: Pearson.

### 2.10.3 La filosofía de Deming

Según D’Alessio (2013) la filosofía de Deming es un sistema de mejoramiento de las operaciones productivas que ayuda a alcanzar las metas propuestas, a reducir los costos y por consiguiente a incrementar la productividad empresarial. Se resume en los siguientes elementos:

1. Los 14 puntos de la buena administración.
2. Las siete enfermedades que aquejan a la administración.
3. Los obstáculos para una buena administración.
4. Las siete herramientas de control del proceso.

### 2.10.4 Los 14 puntos de la buena administración

Deming (1989), planteó 14 puntos que deben tenerse en cuenta; ellos son:

1. Generar propósitos constantes para mejorar los productos y ser más competitivos.
2. Adoptar la nueva filosofía del mejoramiento incesante.
3. No depender más de inspecciones masivas, usar muestras estadísticas.

4. Acabar con los contratos de compra basados exclusivamente en el precio y reducir el número de proveedores.
5. Mejorar continuamente el sistema de producción y de servicio.
6. Instituir la capacitación y el entrenamiento en el trabajo.
7. Instituir el liderazgo y mejorar la supervisión del mejoramiento.
8. Desterrar los temores.
9. Mejorar la comunicación y derribar las barreras que existen entre las áreas de la organización.
10. Eliminar los lemas, las exhortaciones y las metas numéricas para la fuerza laboral y mejorar la productividad.
11. Eliminar las cuotas numéricas.
12. Derribar las barreras que impidan sentirse orgulloso de hacer bien su trabajo.
13. Instituir un programa de educación y de reentrenamiento.
14. Tomar medidas para lograr la transformación.

#### **2.10.5 Las siete enfermedades que aquejan la administración**

Deming (1989) alertó a la gerencia sobre las siete enfermedades mortales que aquejan a la buena administración, y señaló que se requiere nada menos que una reorganización total del estilo gerencial occidental, para superar estas enfermedades.

1. Falta de constancia.
2. Énfasis en las utilidades a corto plazo.
3. Evaluación del desempeño, calificación por méritos.
4. Movilidad de la alta gerencia.
5. Dirigir una compañía basándose sólo en cifras visibles.
6. Costos excesivos de atención médica y de ausentismo.

7. Costos excesivos en garantías fomentadas por abogados que trabajan sobre la base de honorarios de contingencia.

### **2.10.6 Los obstáculos para una buena administración**

Deming (1989), planteó los obstáculos más importantes que impiden la buena administración de una empresa y que deben de tomarse en consideración, son los siguientes:

1. Descuidar el planeamiento a largo plazo y la transformación progresiva.
2. Partir del supuesto de que si se resuelven los problemas tecnológicos se automatiza el proceso con nuevas tecnologías, se transformará la industria.
3. “Nuestros problemas son diferentes”, como pretexto utilizado para soslayar los problemas de calidad.
4. Confiar todos los problemas de calidad al departamento de control de calidad; olvidando que la calidad es responsabilidad de todos en la empresa.
5. Responsabilizar a la fuerza laboral de los problemas de calidad.
6. La calidad basada en la inspección nunca mejorará la calidad.
7. Computadores subutilizados, con información nunca empleada y con personal poco entrenado.
8. La suposición de que cumplir las especificaciones es suficiente. No solo es factible que los productos que cumplen las especificaciones varíen ampliamente su calidad, sino que considerar que todo lo que está dentro de especificaciones está bien, no corresponde a la vida real.
9. Obsolescencia de las escuelas de administración, basadas en enseñanza teórica y con sesgos en ciertas áreas de la organización.

### 2.10.7 Las siete herramientas de control del proceso

Deming (1989) señaló la importancia de tomar decisiones basadas en hechos, para lo cual es conveniente mostrar la información gráficamente por medio de herramientas gráficas de control (ver Figura 31).

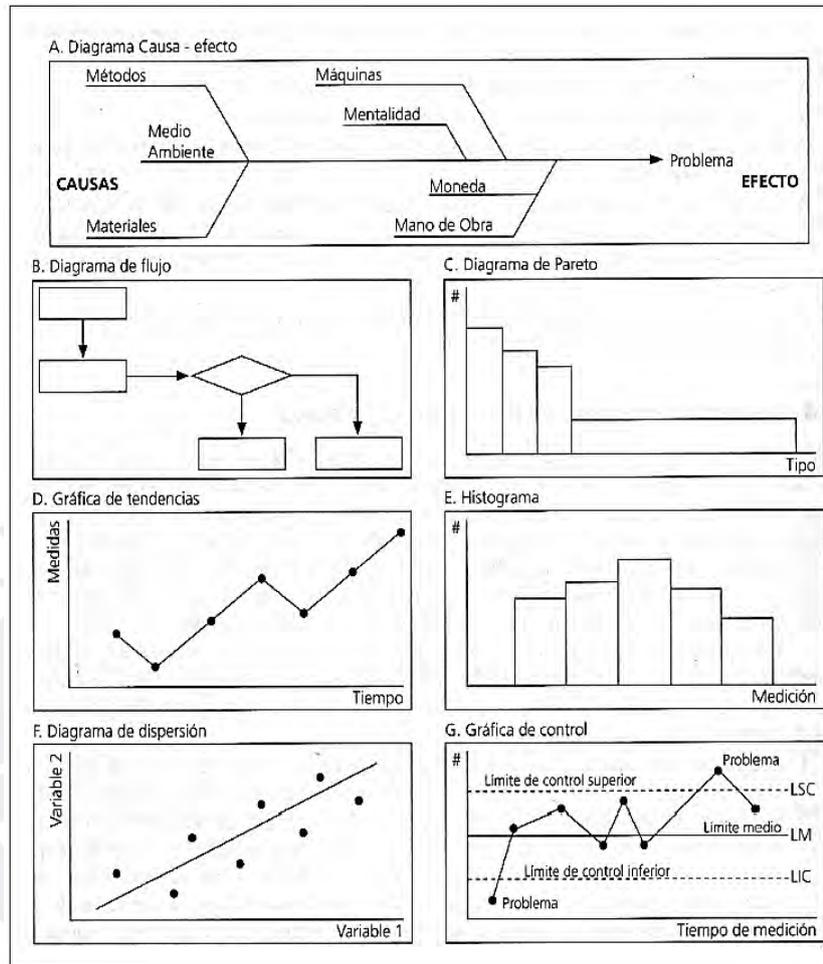


Figura 31. Las siete herramientas de control de proceso

Adaptado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 364. México D. F., México: Pearson.

### 2.10.8 La filosofía de Juran

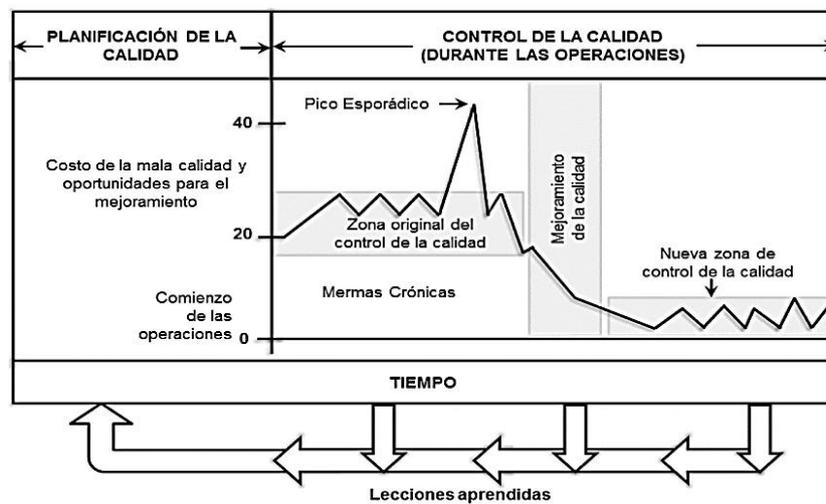
D’Alessio (2013), menciona que Joseph Juran es el segundo de los gurús de la calidad, y sustenta su filosofía en la trilogía de Juran y la secuencia universal del mejoramiento. Asimismo, la trilogía de Juran señala que la gestión de la calidad se realiza por medio de estos tres procesos: planificación, control y mejora (ver Tabla 9, Figura 32 y Figura 33).

Tabla 9

*Trilogía de Juran*

LA TRILOGÍA DE JURAN		
1. Planeamiento de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los clientes y sus necesidades.</li> <li>• Trasladar estas necesidades al producto requerido</li> <li>• Transferir el proceso a operaciones una vez establecidas las condiciones.</li> </ul>	
2. Control de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detectar</li> <li>• Corregir</li> </ul>	
3. Mejoramiento de la Calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Comunicación y Coordinación</li> </ul>	

*Nota:* Adaptada de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 366. México D. F., México: Pearson.



*Figura 32.* La trilogía de Juran.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 366. México D. F., México: Pearson.



*Figura 33.* La secuencia universal del mejoramiento

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 366. México D. F., México: Pearson.

### **2.10.9 Calidad de la administración y de las operaciones**

D'Alessio (2013) indica que es importante que la calidad como filosofía de empresa y política de gerencia se organice al más alto nivel e involucre a toda la organización y a toda de su personal, pues la calidad no solo está relacionada con el producto como se creía tradicionalmente. En las operaciones productivas es donde se ejecuta el proceso y el seguimiento inicial puede tomar tiempo hasta que la adopción de la filosofía sea total en la empresa. Esta secuencia de la calidad en la empresa puede indicarse de la siguiente manera:

1. Calidad de la organización.
2. Calidad del diseño del producto.
3. Calidad de las compras de materiales directos e indirectos.
4. Calidad del almacenaje y distribución física interna de entrada.
5. Calidad del proceso de transformación.
6. Calidad de la planta.
7. Calidad del trabajo.
8. Calidad del producto: bienes y servicios fabricados.
9. Calidad del almacenaje y distribución física interna de salida.
10. Calidad de las ventas y comercialización.
11. Calidad de respuesta del mercado al producto.

### **2.10.10 Aspectos de la calidad**

Asimismo, D'Alessio (2013) menciona aspectos que en la actualidad no generan discusión respecto a la calidad. Estos aspectos son ocho y se enlistan a continuación: (ver Figura 34, 35,36)

1. La calidad se produce, no se inspecciona, ni se controla.
2. La calidad nace con el tiempo y se demuestra con la duración.
3. La calidad en la fuente, en el origen.

4. La calidad de la organización.
5. Competir con calidad.
6. Productividad basada en calidad.
7. Calidad y costos
8. Calidad y producto.

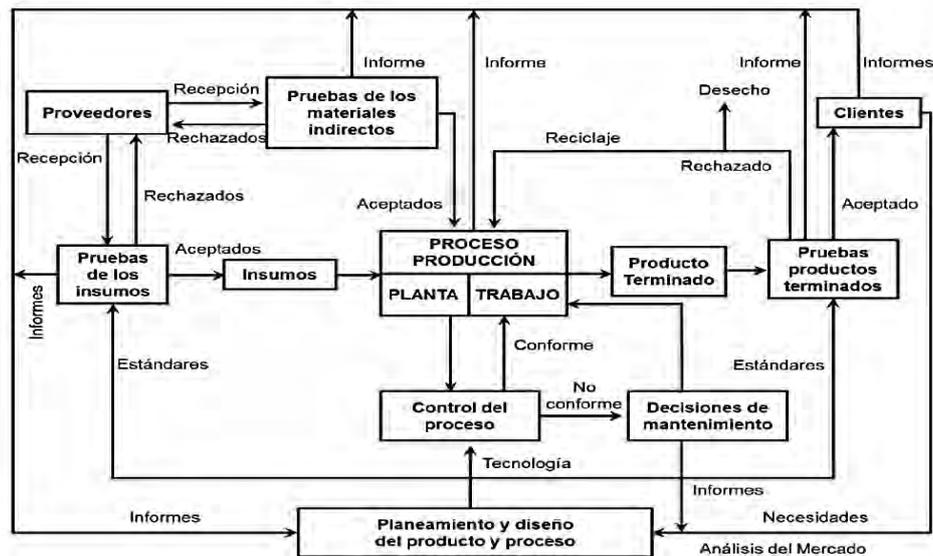


Figura 34. Modelo esquemático de un sistema de control total de calidad

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 370. México D. F., México: Pearson.

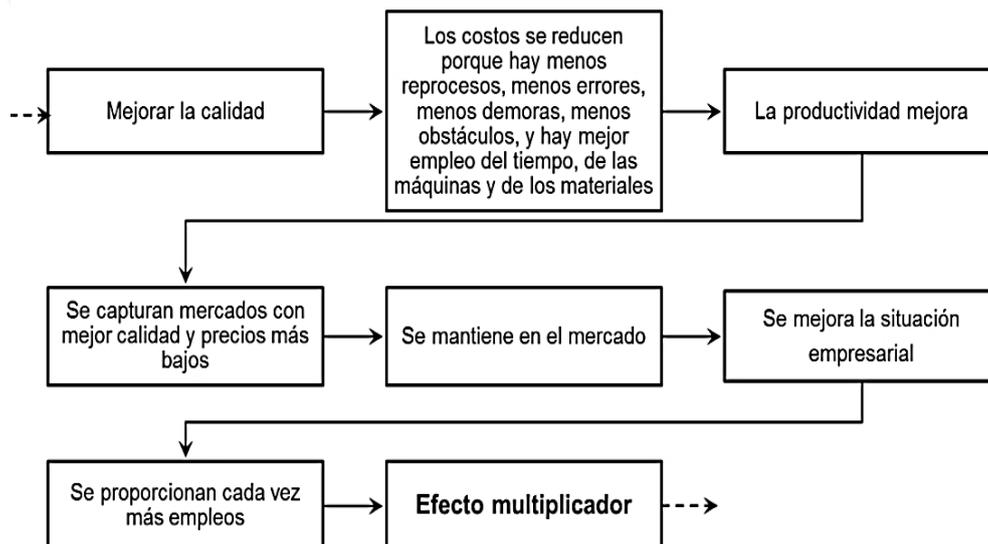


Figura 35. La reacción en cadena de la calidad según Deming.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 370. México D. F., México: Pearson.

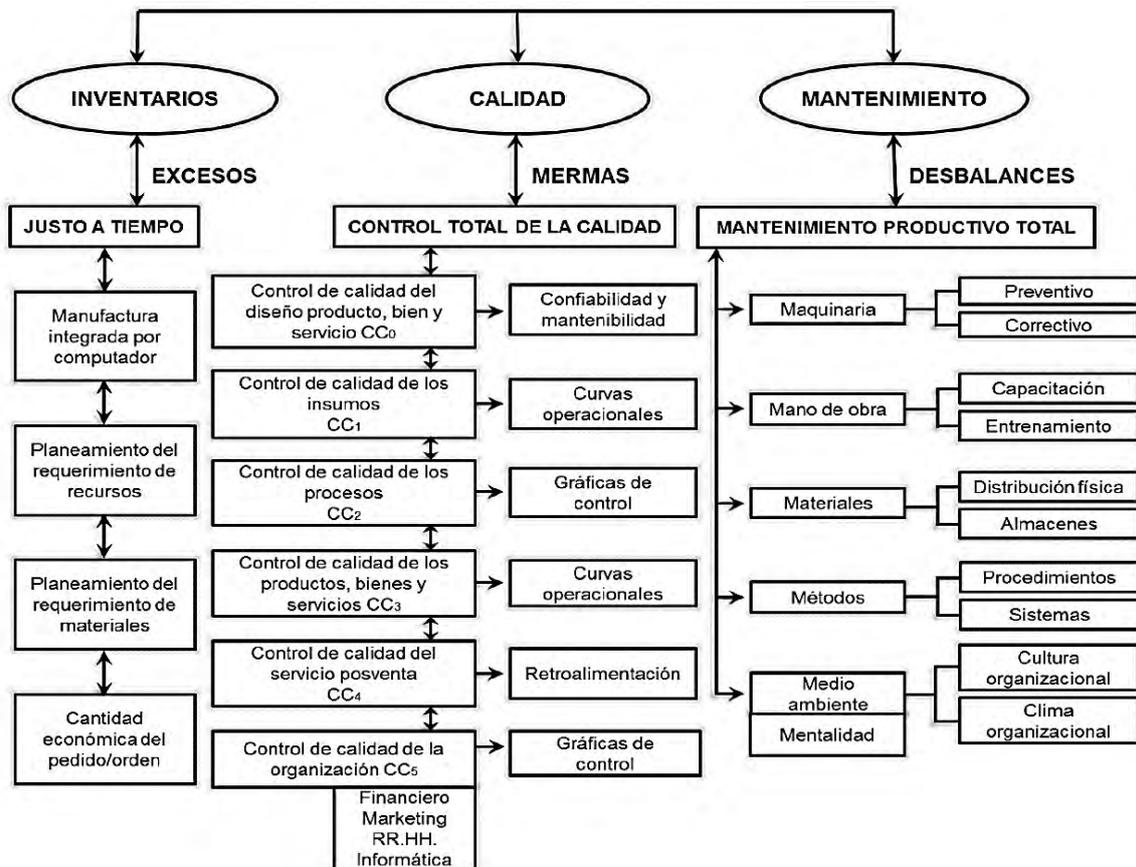


Figura 36. Administración de la calidad total.

Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 371. México D. F., México: Pearson.

## 2.11 Gestión del Mantenimiento

D'Alessio (2013) indica que los directivos de las organizaciones centran hoy su atención en las finanzas y el marketing que son áreas que potencian el crecimiento del negocio, dejando al mantenimiento como una actividad a la cual no le dedican tiempo pensando que solo les genera gastos. Lograr la atención por parte de la alta dirección de la empresa hacia el mantenimiento, como actividad básica de la estrategia productiva, permitirá acentuar el análisis de manera más específica en los tipos de mantenimiento:

1. Mantenimiento Preventivo: Se realiza para obtener un adecuado funcionamiento de los activos productivos y reducir la probabilidad de falla; y puede ser: predictivo, programado, memorativo e integral. Es un costo indirecto.

2. Mantenimiento correctivo: Se realiza después de la ocurrencia de la falla (no programado), a fin de restaurar un sistema a su nivel óptimo de desempeño, es una reparación y también un gasto.

La preservación del activo productivo es donde los directivos deben poner especial atención, pues controlar esta variable gravita en los resultados financieros y en productividad de la organización. Por esto, los objetivos del mantenimiento según D'Alessio (2013) son:

- Preservar el activo fijo productivo, reducir su depreciación física y prolongar el momento de su renovación.
- Evitar las paradas imprevistas, no programadas de la producción.
- Eliminar las mermas y los productos defectuosos.
- Eliminar los daños consecuenciales de las averías de las máquinas.
- Eliminar los altos costos de las reparaciones ocasionadas por las averías.
- Eliminar los altos costos de los excesivos inventarios, en repuestos y materiales.
- Reducir los costos de servicios de terceros.
- Reducir los costos de energía por pérdidas en los sistemas o por el mal uso operativo de las máquinas.
- Mantener la disponibilidad de los sistemas y sus máquinas en apoyo al proceso productivo.

Los costos totales del mantenimiento se dividen en costo de mano de obra y costo de repuestos; siendo este último el de mayor variabilidad, por tanto, es importante que esté controlado por las implicancias económicas para la empresa. Por otro lado, según D'Alessio (2013), en mantenimiento existe la confiabilidad y la mantenibilidad para programa de mantenimiento y determinación de repuestos necesarios, que son dos conceptos fundamentales para el desarrollo de la gestión del mantenimiento deficiente, con los que se debe controlar parámetros de costos.

**Confiabilidad.** Es la probabilidad que un equipo funcione el máximo de tiempo posible sin fallar, operado en condiciones estándar de trabajo. Así, se observa que el equipo mencionado tiene un 36.5% de probabilidad de no fallar (ver Figura 37).

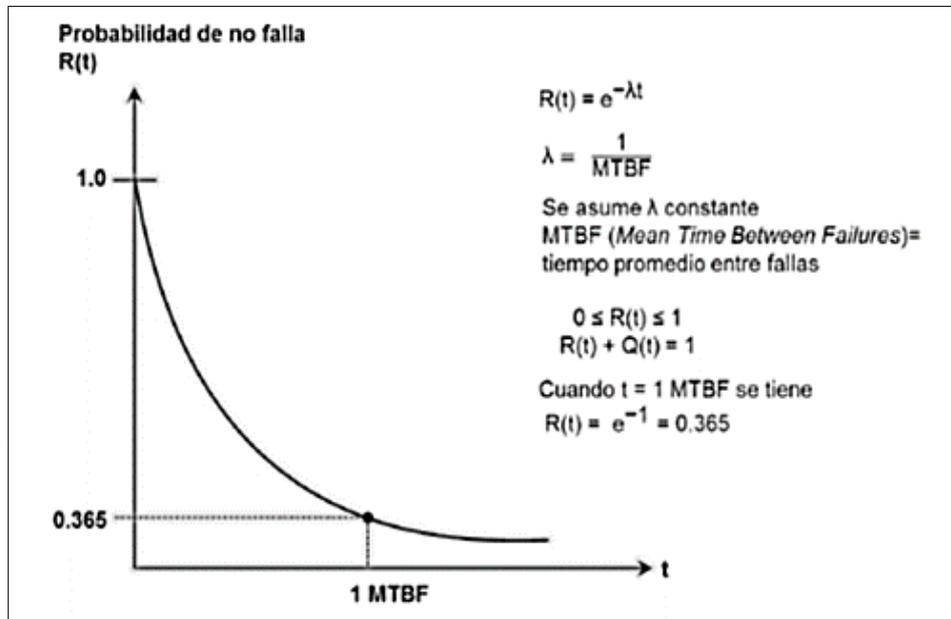


Figura 37. Curva de confiabilidad.

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 451. México D. F., México: Pearson.

Una función importante de la gestión del área de mantenimiento es la de decidir la renovación de los activos productivos de la organización, cuando estos activos reducen su confiabilidad en forma notoria y aumentan los costos de mantenimiento. Además, en la etapa de desgaste se tiene mayor probabilidad de fallas en tiempos menores (ver Figura 38).

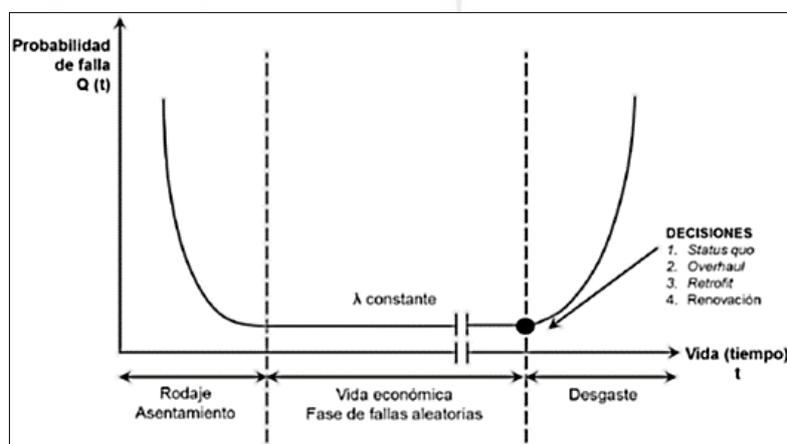


Figura 38. Ciclo de vida técnico de una máquina

Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 452. México D. F., México: Pearson.

El costo de mantenimiento depende del balance entre el mantenimiento correctivo (de emergencia, programable) y preventivo (predictivo, programado, mejorativo, etc.). La gerencia buscará el equilibrio que resulta de combinar ambos mantenimientos que llevará al costo mínimo requerido (ver Figura 39).

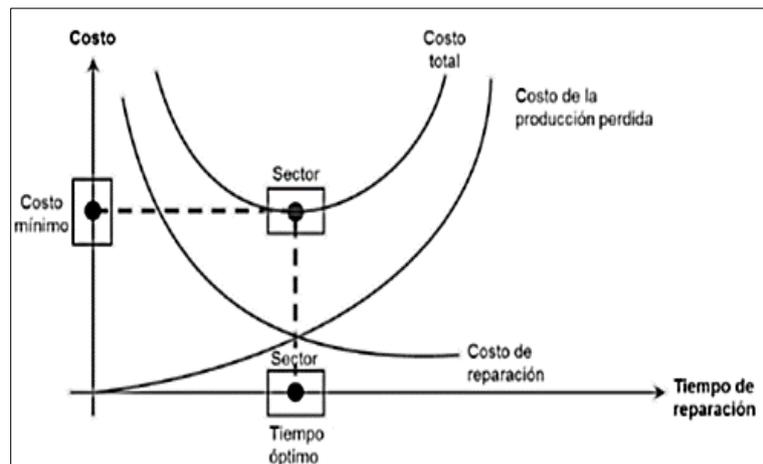


Figura 39. Costo del tiempo de reparación  
Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 457. México D. F., México: Pearson.

**Mantenibilidad.** Es la probabilidad que un equipo que ha fallado sea reparado en el menor tiempo posible en condiciones estándar de trabajo. Es una característica relacionada con la seguridad, economía y facilidad en las actividades propias al mantenimiento del equipo (ver Figura 40).

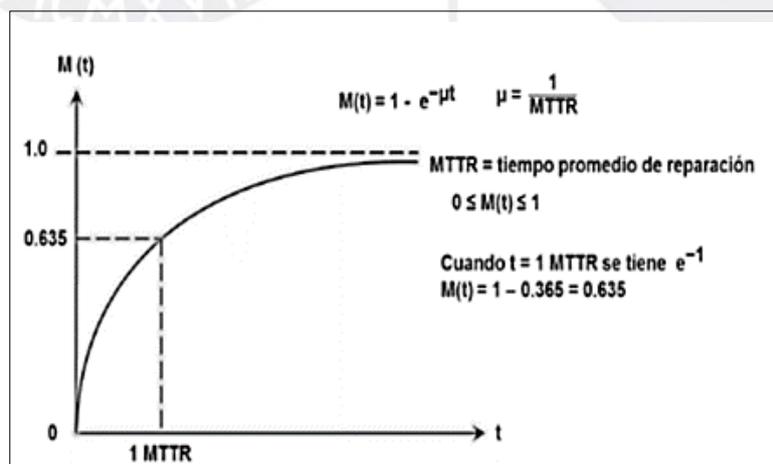
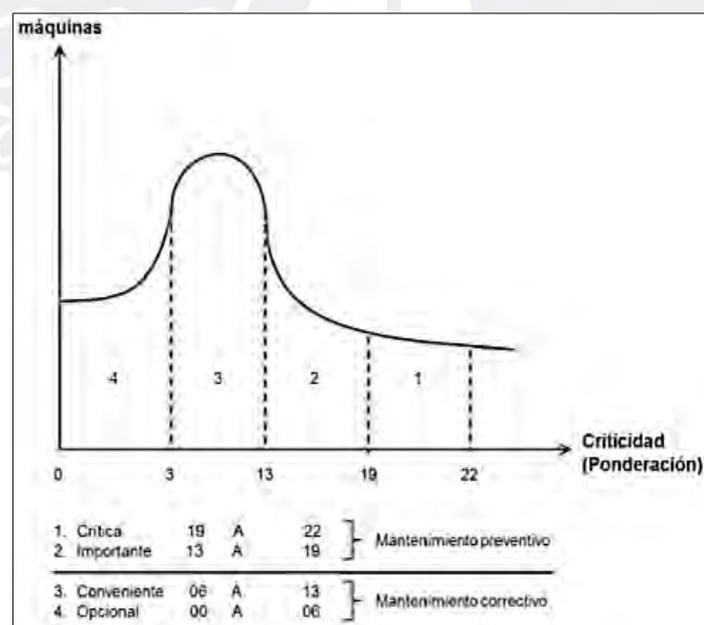


Figura 40. Curva de mantenibilidad.  
Tomado de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 453. México D. F., México: Pearson.

Se debe tomar en consideración también la mano de obra, sobre todo en equipos de alta tecnología pues generalmente son de terceros, en el análisis del costo mínimo de mantenimiento. En la actualidad, dependiendo de la magnitud de la empresa, se requiere de un sistema informático que ayude a controlar la gestión de mantenimiento. Para esto es importante primero definir y/o ponderar a los equipos y de esta manera saber cuál es la incidencia de su mantenimiento en producción y en costo. A los equipos se les asignará un valor (ponderación), para buscar el costo mínimo del mantenimiento se agruparán las máquinas (ver Figura 41) considerando que esta ponderación obedece al tipo de empresa y a la incidencia que tienen en el proceso productivo (D'Alessio, 2013).

## 2.12 Cadena de Suministro

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud del cliente. La cadena de suministro incluye no solo al fabricante y proveedor, sino también a los transportistas, almaceneros, vendedores o incluso a los mismos clientes (Chopra & Meind, 2008) (ver Figura 42).



*Figura 41.* Criticidad de las máquinas

Tomado de "Administración de las operaciones productivas," por F. A. D'Alessio, 2013, 2a ed., p. 460. México D. F., México: Pearson.

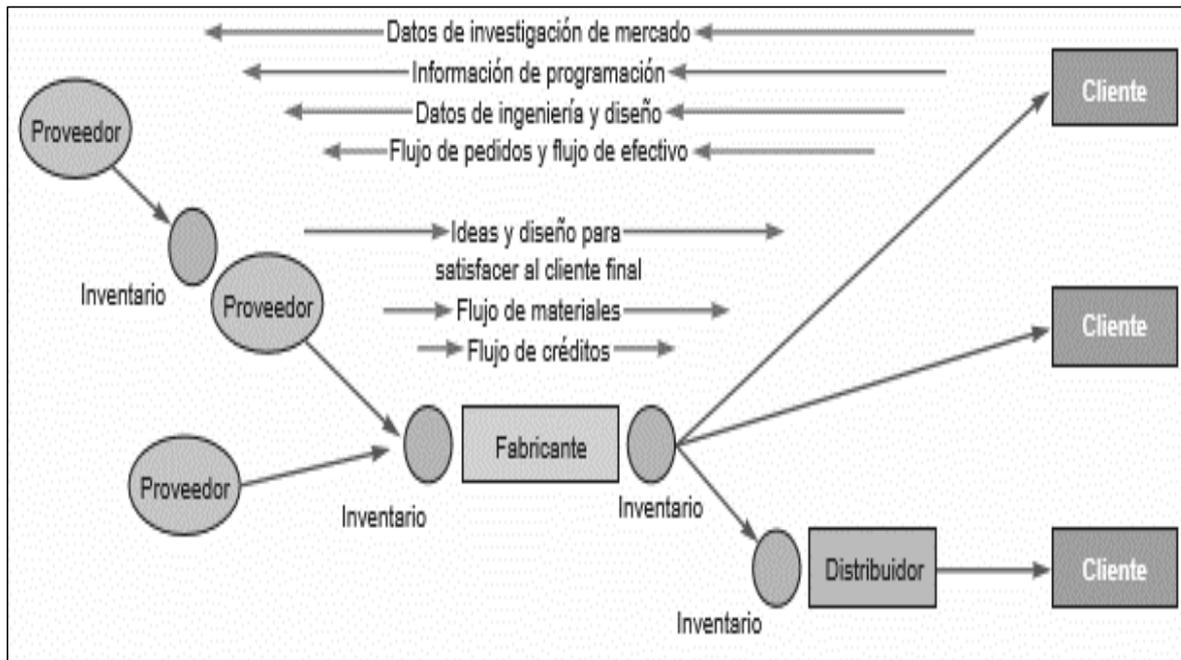


Figura 42. Costo del tiempo de reparación

Tomado de “Principio de administración de operaciones,” por Render y Heizer, 2004, 5ta ed., p. 414. México D. F., México: Pearson.

El objetivo de una cadena de Suministro es maximizar el valor total generado. El valor que una cadena de suministro genera es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurre para cumplir la petición de éste. (Chopra, & Meind, 2008).

Una cadena de suministro es una secuencia de procesos y flujos que tienen lugar dentro y en diferentes etapas y se combinan para satisfacer las necesidades que tiene el cliente de un producto. Estos procesos se dividen en cuatro ciclos de procesos como son: (a) ciclo de pedido del cliente; (b) ciclo de reabastecimiento; (c) ciclo de fabricación; y (d) ciclo de abasto. Antes de decidir de hacer o comprar, es necesario evaluar las ventajas que pueden obtenerse al comprar o al hacer dentro de la empresa (ver Tabla 10). Por otro lado, si decide por hacer, se puede transferir algunas de las actividades a firmas especializadas externas. Lo que hace diferente la decisión de hacer o comprar y las empresas se enfocan en sus factores críticos de éxito.

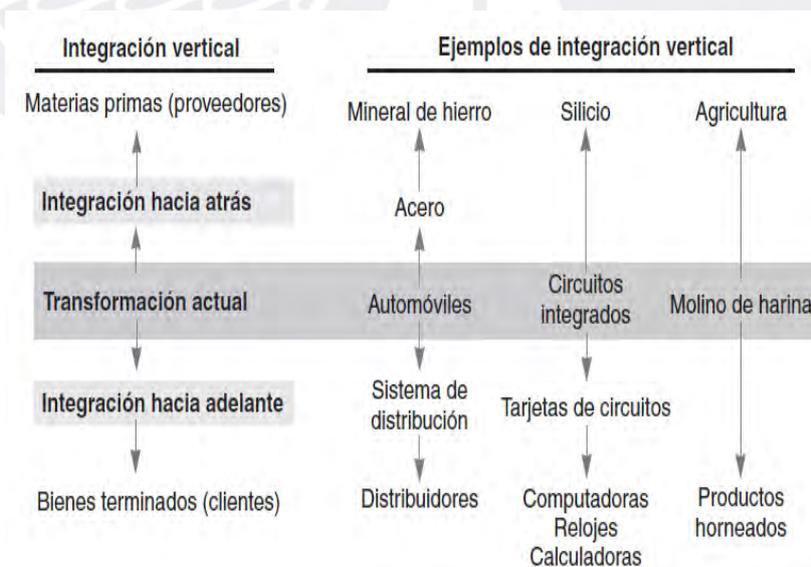
Tabla 10

*Razones para Hacer y para Comprar*

RAZONES PARA HACER	RAZONES PARA COMPRAR
1. Mantener la competencia central	1. Liberar a la administración para atiende su negocio principal
2. Reducir el costo de producción	2. Reducir el costo de compra
3. Proveedores inadecuados	3. Preservar el compromiso del proveedor
4. Asegurar el suministro adecuado (cantidad o entrega)	4. Obtener habilidad técnica o administrativa
5. Utilizar mano de obra o instalaciones excedentes y obtener una contribución marginal	5. Capacidad inadecuada
6. Obtener la calidad deseada	6. Reducir costos de inventarios
7. Eliminar colusiones con el proveedor	7. Asegurar recursos alternativos
8. Obtener un artículo único que implicaría un compromiso imposible para el proveedor	8. Recursos administrativos o técnicos inadecuados
9. Proteger al personal contra el despido	9. Reciprocidad
10. Proteger la propiedad de diseño o calidad	10. El artículo está protegido por una patente o secreto comercial
11. Incrementar o mantener el tamaño de la compañía (preferencia d la administración)	

*Nota:* Tomada de “Principio de administración de operaciones,” por Render y Heizer, 2004, 5ta ed., p. 417. México D. F., México: Pearson.

**Integración vertical.** Las empresas con sus compras se pueden extender para tomar la forma de integración vertical. Por integración vertical se entiende desarrollar la habilidad para producir bienes o servicios que antes se compraban, en realidad, comprar un proveedor o distribuidor. La integración vertical puede tomar la forma de integración hacia adelante o hacia atrás (ver Figura 43).



*Figura 43.* Integración vertical y sus ejemplos.

Tomado de “Principios de administración de operaciones,” por Render y Heizer, 2009, 7ma ed., p. 440. México D. F., México: Pearson.

### **Capítulo III: Ubicación y Dimensionamiento de la Planta**

En este capítulo se analizará las variables que determinaron la localización y dimensionamiento de las plantas, como son: variables de capacidad, costos, financiamiento, entre otros.

#### **3.1 Dimensionamiento de la Planta**

##### **3.1.1 Estado actual**

ICYA, actualmente cuenta con una planta en la sede central (planta para el planeamiento estratégico y trabajos administrativos) y las plantas ubicadas en las obras (para las operaciones productivas). Al momento de la visita se encontró que venía ejecutando dos obras, la primera dentro de las operaciones de Antamina y la otra fuera de operaciones mina en la zona denominada Pashpa.

En la zona de operación Antamina se viene ejecutando el proyecto Construcción de Cimentación para Nuevo Edificio para Personal Worker, cuyo monto de ejecución es de S/ 580,000 y el plazo de ejecución es de 60 días, mientras en la zona de Pashpa viene ejecutando el proyecto mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable de los centros poblados de Pashpa, Shinua, Huantzapampa, Jiuya, cuyo monto de ejecución es de S/ 5'200,000 y el plazo de ejecución es de ocho meses.

El dimensionamiento de la planta de ICYA de su sede central está hecho en función de su capacidad financiera, personal, equipo, experiencia y según la demanda de obra. La que prima es la capacidad financiera, por lo que su planta ha diseñado para proyectos cuyo monto de ejecución que varían entre S/. 100,000 a S/.10'000,000. Por ahora, no ejecuta proyectos de mayor monto de inversión por los factores indicados, que requieren fortalecer previamente.

Esto no restringe ejecutar varios proyectos a la vez siempre que la suma de los montos de inversión no supere a S/. 10'000,000. Para lo cual cuenta con una infraestructura, definida como sede central ubicada en la ciudad de Huaraz, el área total es de 1,240m<sup>2</sup> de los cuales

tiene un área de 140 m<sup>2</sup> destinado para oficinas que conforman los siguientes ambientes: Gerencia, administración, área de operaciones, logística, área de seguridad y salud ocupacional, dos servicios higiénicos, un ambiente para equipos de laboratorio, un almacén de 600m<sup>2</sup> para materiales, equipos y herramientas de uso frecuente y otro almacén de 500m<sup>2</sup> para uso de materiales, equipos y herramientas de uso menos frecuente, estos dos últimos en otra ubicación distante de la sede central.

Su capacidad de la planta actual de la sede central está limitada por su capacidad financiera, pero si a esto lo llevamos a su capacidad de producción por producto, podemos citar que a la fecha produce por día 100 m<sup>3</sup> de concreto, 800m<sup>2</sup> instalación de geomembrana, 400 ml de tubería HDPE de diámetros menores a 18", 800ml de tubería PVC menores a 4", habilitado de acero y colocación de acero 1200kg, 100m<sup>2</sup> de encofrado. ICYA puede desarrollar como máximo tres productos en forma paralela. En este caso los espacios han sido acondicionados según el tamaño del proyecto y tipo de obra, no se tomó en cuenta la disponibilidad del terreno dado que esto no es limitante. Como ejemplo se muestra el tamaño de la planta de la obra que está dentro de operaciones mina (ver Tabla 11)

Tabla 11

*Tamaño de planta para ejecución de la obra en Operación Mina*

Construcción de Cimentación para Nuevo Edificio para Personal Worker		
Descripción	Área (m <sup>2</sup> )	Uso
Oficina	4.00x4.00 = 16.00	Para planificación y seguimiento diaria y semanal
Servicio Higiénico	2.00 x 2.00 = 4.00	Para uso de personal
Almacén – (Conteiner a 2 km de distancia)	3.00x5.00 = 15.00	Para almacenamiento de materiales y herramientas
Residuos Solidos	3.00 x 1.50 = 4.50	Para desperdicios de construcción
Área de Habilitado de Encofrado	4.00x8.50 = 34.00	Preparación de los moldes de encofrado
Área de Habilitado de Acero (En Almacén Central)	4.00x12.00 = 48.00	Corte y habilitado de acero de construcción
Área de Almacenamiento de Materiales para Construcción	10.00x10.00 = 100	Almacenamiento de agregado y cemento, preparación del concreto
Área Principal	200 -300	Delimitación según plano alcanzado por el cliente

### 3.1.2 Análisis de dimensionamiento actual

El dimensionamiento de la empresa ICYA en su sede principal cuenta con infraestructura, personal y equipos para atender proyectos cuyo monto de inversión sea menor a S/ 10'000,000. Esto significa que la capacidad es diseñada según el monto de inversión o tamaño de proyecto y tipo de proyecto. Esta limitación de monto de inversión puede convertirse en problema ya que la barrera de entrada es muy baja para empresas constructoras, por lo que cada día aparecen nuevas empresas del tamaño de ICYA, y estas se vuelven competencia. Por ello, ICYA tiene dos opciones para mantenerse en el mercado. La primera es aumentar su capacidad financiera y personal con experiencia para ejecutar obras de mayor monto donde hay menos competencia y la segunda opción es mejorar su gestión y productividad para ser más eficiente y mantener su rentabilidad actual, de esta manera ser más competitiva y desplazar a las empresas nuevas que aún no manejen los temas de productividad.

Actualmente, las dos obras se vienen ejecutando en forma paralela, donde se ha podido identificar estrategias diferentes de ejecución. Ya que uno de ellos está centralizado y la segunda está distribuido. En el primer caso, la planta está centralizado y en el segundo caso la planta está distribuido por sectores. En cuanto a la planta de la obra que se encuentra dentro de operaciones mina, cuenta con infraestructura temporal, el tamaño de la planta es adecuado, pero requiere mejorar la distribución, e implementar servicios de teléfono e internet para el personal técnico, esto no permite que haya una buena comunicación con la oficina central.

En caso de la obra de Pashpa, la planta está distribuido por sectores y esto hace difícil atender en forma eficiente al proyecto, por lo que requiere dotar de más vehículos para el control o ir moviendo la planta cada vez que se avanza. ICYA no ha realizado una evaluación para definir su planta, se ha instalado según la experiencia del residente de obra y

no responde a las tres características básicas que las hacen funcionales y productivas a una planta, como son: La distribución, el tamaño y la posición con respecto a las actividades de la obra. En consecuencia, el mantenerse en el mercado no solo depende de capacidades financieras o mejora de procesos, sino que tiene relación directa con el dimensionamiento actual de la planta porque es la esencia de la producción lo que hace eficiente a los proyectos que se ejecutan, mejorando así sus utilidades de la empresa y generando confianza en el cliente.

### **3.2 Ubicación de Planta**

#### **3.2.1 Estado actual**

Cuando ICYA inicia sus operaciones escoge ubicar su sede central sin posicionarse en el centro de la ciudad de Huaraz, sino en el distrito de Independencia, por motivos de disponibilidad, accesibilidad de terreno y con poco presupuesto, pero con conocimiento de la zona y contando con varias empresas mineras tales como Antamina, Barrick Misquichilca, entre otros, proyectándolos como sus potenciales y futuros clientes.

La empresa al momento que ejecuta los bienes físicos en distintos lugares, ubica en cada obra o proyecto plantas productoras o que en construcción se le denomina área de trabajo en obra, para que pueda desarrollar cada uno de sus proyectos.

Actualmente, la empresa ICYA posee dentro la ciudad de Huaraz su oficina como sede central y dos almacenes, uno central ubicado a unos cien metros de distancia y el otro ubicado a dos kilómetros con referencia a la sede central. Para cada proyecto se instalan una planta en el punto donde se ejecutan las obras. De esta manera, se muestra un esquema de la ubicación de las obras y su relación con la sede central (ver Figura 44).

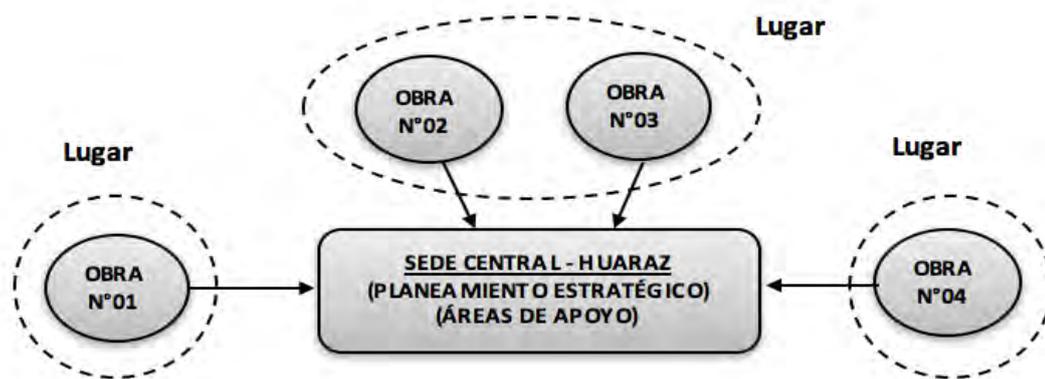


Figura 44. Ubicación de plantas y sede central de la empresa ICYA

### 3.2.2 Variables que se consideró para la ubicación de la planta

Según la gerencia de la empresa las variables que considero para la ubicación fueron:

1. Factores relacionados al costo.: Por los años 2007, el costo del terreno, servicios, en la ciudad de Huaraz era 80% menor al de la fecha, debido a la poca demanda. Pero ahora por el incremento del canon minero la demanda creció y el valor de los terrenos subieron, el cual hace ya necesario la reevaluación de la ubicación.
2. Factores no relacionados al costo: Son los que fueron los más determinantes e importantes para la decisión de escoger Huaraz como sede central. Las empresas mineras, como parte de su responsabilidad social, contratan los servicios de empresas locales o de la zona. A esta oportunidad ICYA supo aprovechar y a la fecha la empresa dentro del mercado local.
3. Menor tiempo de respuesta de ICYA: En comparación a los proveedores de la ciudad de Lima, el tiempo de respuesta de ICYA es más rápida por su cercanía.

### 3.2.3 Análisis de ubicación actual

ICYA, desde su sede central ha demostrado al cliente público y privado, la capacidad de poder ejecutar proyectos de pequeña y mediana envergadura, en diferentes lugares distintos a su sede central. La sede central es una oficina de planeamiento estratégico donde se planifica el cómo se va ejecutar los proyectos, para luego implementar en cada una de las

obras, esto ha permitido a ICYA sostenerse a lo largo del tiempo. Sin embargo, el mercado de la construcción de los últimos años en la región Ancash ha disminuido en 50% por la reducción del Canon Minero, el cual se puede evidenciar en la transferencia del canon minero por parte del ministerio de economía y finanzas a los gobiernos locales y regionales de Ancash, por otro lado existen mayor cantidad de empresas que como estrategia van por menores precios y esto hace que sea más difícil competir, a esto hay que sumar nuevas empresas entrantes, por lo que la ubicación de la actual sede ya no sería una ventaja, pero que requiere una evaluación comparada con otra ciudad como es la ciudad de Lima, donde están mayor cantidad de empresas mineras, pero también mayor cantidad de empresas constructoras con mejor capacidad de gestión, mejor capacidad instalada y capacidad financiera.

### **3.3 Propuesta de Mejora**

Para analizar la ubicación de la sede de ICYA se consideran factores relacionados con costos identificados en la sede central, en el hipotético caso que sea una oficina alquilada, con los mismos gastos que se realizan en su sede central tanto en servicios básicos como en transporte, siendo los costos más trascendentales del funcionamiento de ICYA en Huaraz. Asimismo, los factores no relacionados con costos son los más importantes por ser una empresa constructora, donde se exige especialización del personal, pero con alta rotación, esto es difícil de cumplir, por lo que es indispensable su reevaluación de la ubicación. A fin de dar una propuesta de la nueva ubicación se ha realizado una evaluación de ubicación considerando varios factores relacionados y no, con costos (ver Tabla 12). Para lo cual se ha usado factores de ponderación que varían de 0 a 100 cada uno de ellos y el que tiene mayor puntaje será considerado como mejor ubicación.

Tabla 12

*Factores de Ponderación para Selección de Ubicación de la Sede de ICYA*

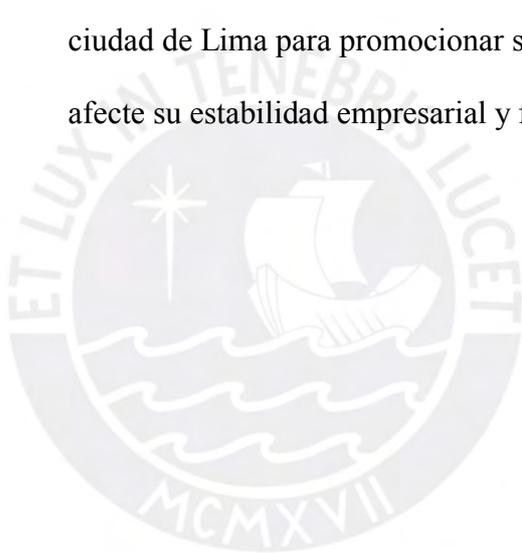
Factores de Ponderación Relevantes	Pesos	Sede Huaraz		Sede Lima	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Factores Relacionados Con Costos					
Costo de Alquiler de Oficina	0.11	1	0.11	1	0.11
Costo de Servicios de teléfono, luz, licencias	0.16	7	1.12	4	0.64
Costo de Transporte	0.13	6	0.78	5	0.65
Factores NO relacionados con costos					
Mano de obra especializada	0.07	8	0.56	6	0.42
Capacidad de respuesta	0.06	5	0.3	5	0.3
Cercanía a más clientes	0.14	6	0.84	7	0.98
Cercanía a proveedores	0.15	7	1.05	8	1.2
Tecnología	0.10	5	0.5	7	0.7
Seguridad	0.08	6	0.48	2	0.16
Total			5.74		5.16

Todos estos factores relevantes para ICYA señalados para la ponderación son divididos siempre en dos por ser de carácter objetivo (costos) relacionado con costos y subjetivos (capacidades) no relacionados con costos, además fueron tomados según el hipotético caso que ICYA se ubique en la ciudad de Lima, y de acuerdo a las necesidades más primordiales cuando se ejecuta cada obra.

Según esta evaluación existe una diferencia considerable de 0.58 entre los totales para que la empresa esté ubicada en Huaraz o en Lima, pero es necesario prestar atención en dos factores como es la cercanía al cliente y la mano de obra especializada. Según los valores obtenidos, se plantea que por ahora la sede se mantenga en Huaraz, pero se debe implementar una oficina de planeamiento estratégico y de marketing en la ciudad de Lima para poder estar más cerca al cliente y captar con mayor facilidad mano de obra especializada, dado que esto son factores críticos cuando la empresa se quede en la ciudad de Huaraz.

### 3.4 Conclusiones

- El dimensionamiento de la planta es adecuado, pero requiere mejorar la distribución de su infraestructura.
- El área de trabajo en cada obra obedece al tamaño de esta, su particularidad es que se trata de una planta temporal, es decir hasta que dure el proyecto. En algunos casos el tamaño de la planta ira variando según el avance de la obra.
- Los mercados y clientes nuevos, son el sustento de la empresa y hacia donde debe apuntar para que pueda tener continuidad y estabilidad empresarial, con buenas propuestas y costos competentes desde su perspectiva operacional y productiva. No es necesario la reubicación de la sede central, solamente un área de marketing en la ciudad de Lima para promocionar su producto y buscar nuevos clientes para que no afecte su estabilidad empresarial y financiera.



## Capítulo IV: Planeamiento y Diseño de los Productos

En este capítulo se presenta el análisis de la secuencia del planeamiento y diseño del producto considerando aspectos como la calidad y el buen costo que ofrece la empresa a sus clientes.

### 4.1 Secuencia del Planeamiento y Aspectos a Considerar

Según el diagnóstico realizado, ICYA nace por una coyuntura donde el cliente como Antamina y Barrick, requieren contratar empresas locales para ejecutar obras civiles dentro de las comunidades de su área de influencia. En esta etapa, a raíz de las necesidades y requerimientos del cliente en cuanto a bienes, se genera la secuencia del diseño del producto final, que nace a través de una idea y que la empresa ICYA se dispone a atender mediante un proceso de planeamiento y diseño de sus productos. Así, se muestra el diseño y desarrollo del producto final de la empresa ICYA (ver Figura 45).

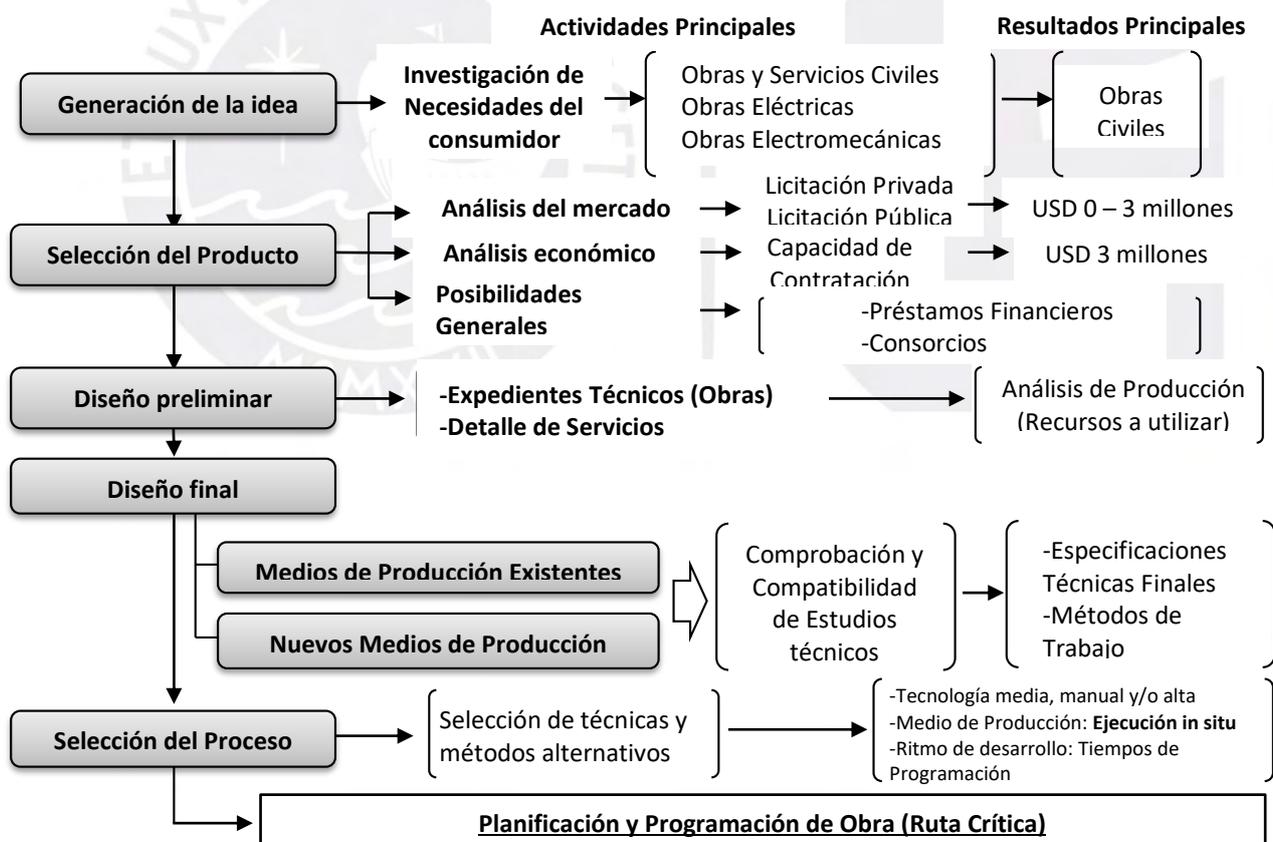


Figura 45. Diseño del producto final ICYA y secuencia del desarrollo  
Adaptado en “Administración de las operaciones productivas,” de Chase y Aquilano (1995), por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 121. México D. F., México: Pearson.

La empresa ICYA, desde el 2008 viene ejecutando obras para sus clientes, cuyos montos varían desde S/ 100,000 hasta S/ 1'000,000, en los departamentos de Ancash y la Libertad. Para redefinir los productos que deben ser priorizar, para lo cual se listan la relación de las obras ejecutadas desde el 2008 hasta la fecha, para su posterior análisis de tendencia (ver Tabla 13).

Tabla 13

*Obras Civiles Ejecutados por ICYA*

Tipo de Obras Civiles	Cantidad	Monto de Inversión S/
Saneamiento (agua y desagüe)	18	18'000,000
Sistemas de riego o canales	12	9'000,000
Edificaciones (Colegios, Escuelas y Mercados, Cercos perimétricos, Cimentaciones)	14	9'000,000
Obras Viales y Puentes	04	4'000,000
Otros	12	6'000,000
Monto contratado Total S/		46'000,000

La empresa ICYA, aparte de ejecutar obras civiles, ejecuta obras conexas a obras civiles como instalación de tubería HDPE para sistemas aspersión, acueductos, líneas de conducción de agua. Asimismo, instala geomembrana de HDPE en reservorios, Pad de lixiviación y represas con montos de inversión elevados (ver Tabla 14).

Tabla 14

*Obras Conexas a Obras Civiles Ejecutados ICYA*

Tipo de obras conexas a obras Civiles	Cantidad	Monto de Inversión S/
Instalación de Tubería HDPE	12	6'000,000
Instalación de Geomembranas HDPE	09	4'000,000
Monto contratado Total (S/)		10'000,000

De los cuadros mostrados, se puede observar que tiene mayor experiencia en ejecución de obras de saneamiento, seguido por obras de sistema de riego y edificaciones. Por otro lado, está desarrollando trabajos conexas a obras civiles como es la instalación de tubería y geomembrana de HDPE, que son trabajos especializados, ya que requieren equipos con tecnología nueva. En la etapa de planeamiento, ICYA ha desarrollado una secuencia desde la generación de idea hasta definir el producto final y su posterior proceso de ejecución del

proyecto, pero dentro de este modelo de diseño del producto y secuencia de desarrollo, es necesario definir las tendencias de qué tipo de obra debe priorizar ya que para ejecutar una obra se requiere experiencia a fin de aumentar la productividad, teniendo en consideración varios aspectos (ver Tabla 15).

Tabla 15

*Aspectos en el Planeamiento y Diseño del Producto de la Empresa ICYA*

N°	Aspectos	Referencias
1	Características: Atributos y Variables	a) Atributos: Especificaciones técnicas del proyecto a ejecutar definido por el cliente b) Variables: Planos de ejecución
2	Tecnología conocida y probada para producirlo	Tecnologías de Información: a) Tecnología Conocida por ICYA: Software de Ingeniería básico (Conocimientos Básicos) *AutoCAD, Civil 3D, S10, Ms. Project, Office Professional b) Tecnología Desconocida y no probada por ICYA: Software BIM (Desconocimiento) c) Tecnología en Implementación por ICYA Software de Gestión Integral S10 (Conocimiento en curso)
3	Conocimiento del personal (know-how) para producirlo (Productividad)	Tecnologías de Ejecución: a) Tecnología Conocida por ICYA: Concreto Premezclado y Encofrados de Madera (Conocimientos del Personal Calificado) b) Tecnología Desconocida y no probada por ICYA: Encofrados Metálicos (Desconocimiento del Personal) c) Tecnología en Implementación por ICYA (No existe)
4	Normativas y/o leyes existentes	Bases Técnicas: RNE, NTP, ACI, ASTM, AISC, entre otras Bases Legales del Expediente Técnico – Leyes Nacionales OSCE
5	Posibilidades de fabricación con procesos conocidos	Procesos Conocidos: Realizados en Obra (Topografía, movimiento de tierras, concreto y acabados, habilitación y colocación de aceros, encofrados de madera, termofusión, electrofusión, pegado de geomembrana)
6	Confiabilidad	Disponibilidad del Producto:
7	Mantenibilidad	Memorias de Cálculo, para diseñar y determinar la vida útil del producto final ejecutado por ICYA
8	Costo	Metrados, Presupuesto de Obra y Análisis de Costo Unitario

Asimismo, es recomendable que ICYA defina nuevos productos que le proporcione mayor ventaja competitiva con respecto a la competencia, para lo cual es necesario elaborar un plan estratégico, y definir un nuevo producto que va relacionado con sus capacidades operativas y la demanda de mercado.

Según el diagnóstico realizado, tiene como producto las obras civiles cuyo monto de inversión está en entre S/. 100,000 a S/. 10'000,000, y para ejecutar estos productos tiene un modelo de gestión basado en PMBOK, el diseño del producto lo realiza el cliente con otra empresa. Esto significa que ICYA solo ejecuta obras. Por otro lado, el cliente sigue la secuencia definida anteriormente para materializar el producto, pero él no hace la gestión y la ejecución del producto en sí, sino contrata a ICYA para la materialización de proyectos, quien debe ejecutar la obra respetando las especificaciones técnicas y planos proporcionados por el cliente. Esto no quita a ICYA hacer la evaluación de los diseños a fin de garantizar la calidad de la obra proyectada, la funcionabilidad y el objetivo para el cual fue proyectado.

Asimismo, los componentes del producto a ejecutar deben de cumplir con las normas o estándares tales como el ACI, ASTM, AISC, etc. con fin de respetar la calidad del mismo bajo parámetros internacionales, que garanticen a la empresa ICYA, un mejor producto final, el cual durante su construcción no genere dificultades y reduzca costos de fabricación.

#### **4.1.1 Ciclo de vida técnico del producto**

En los proyectos que realiza ICYA, los ciclos de vida técnico de sus productos poseen tres etapas: (a) mortalidad infantil, (b) vida económica, y (c) vejez, similar al ciclo de vida del ser humano. La etapa de mortalidad infantil, se refiere cuando el proyecto entra en funcionamiento, aparecen las deficiencias, e imprecisiones de diseño y se genera una desconfianza con el cliente, razón por la cual ICYA debe evitar este tipo de errores, por lo que es necesario implementar el aseguramiento y control de calidad a fin de ofrecer al cliente confiabilidad por los productos brindados, porque de ello depende la reputación de la empresa. Se ha podido identificar que la empresa ICYA asigna un ingeniero de calidad para cada proyecto para realizar el aseguramiento de la calidad y el control de la calidad para evitar estas deficiencias cuando el proyecto entra en funcionamiento, pero aun es débil, por lo que ICYA viene gastando más en reparar estas fallas detectadas en la etapa de entrega del

proyecto. Se pudo evidenciar que en la obra de mejoramiento del centro de salud de Cajacay, el costo en la etapa de entrega ha representado la suma de S/. 36,800.00, que representa el 1.56% del costo del proyecto, el cual se pueden evidenciar con los gastos realizados en la etapa de entrega.

La etapa de vida económica, es la más importante de la vida del bien realizado por ICYA, porque en el largo periodo de vida de la misma, se refleja la calidad con la cual se ha ejecutado el producto, si en esta etapa se ha usado materiales adecuados, si se ha revisado diseños; que únicamente puede ser afectado por un inadecuado uso o por un pobre mantenimiento del bien que se realizó, con probabilidades de falla mínimos o nulos, que refleje seguridad y confianza en el cliente.

ICYA, es consciente de la importancia de esta etapa, por dos razones muy importantes, la primera es que en cada contrato que realiza asume la garantía por cinco a siete años por la calidad de la obra, es decir tiene una responsabilidad legal. Pero solo el 20% de las obras tienen más de siete años, razón por lo que tiene todavía la responsabilidad de garantizar que el 80% deben cumplir con esta obligación. La segunda es que se trata de imagen de una empresa, mucho más difícil como el caso de ICYA, ya que trabaja con muy pocos clientes y si falla algunos proyectos la fidelización y la reputación simplemente se pierde. Según el reporte de la gerencia el costo de reparación por la garantía ha ocasionado en la obra de centro educativo inicial de Huachis la suma de S/. 16,870.00, que equivale el 1.1% del costo total del proyecto, esto va en aumento en otros proyectos, pero esta información no se tiene por separado para el resto de los proyectos, por lo que es importante prestar atención a este tema, ya que las obras ejecutadas por ICYA tiene menos de cinco años.

La vejez o etapa de desgaste del producto, debe de manifestarse posterior a la vida útil del proyecto realizado por ICYA, que no comprometa la calidad de sus productos, pudiendo tomarse en estos casos decisiones de mantenimientos integrales, o su propia renovación. Si

bien en esta etapa ICYA ya no tiene responsabilidad legal, pero está por delante la imagen de la empresa, razón por la cual es necesario cumplir con la ejecución de las obras que tengan un buen desempeño durante su tiempo de vida.

#### **4.1.2 Aspectos que consideran los clientes**

Siendo necesario ver las cosas desde la perspectiva del cliente, por ser el que recibe el bien que ofrece ICYA, se debe tener en cuenta que el cliente es cada día más exigente, razón por la cual ICYA debe mejorar la capacidad de respuesta, generar confiabilidad, garantizar la durabilidad de las obras que ejecuta, considerando que estas son los mínimos exigidos. Por lo que ICYA debe enfocarse en mejorar sus procesos, innovar sus productos a fin de cumplir con esta exigencia del cliente.

**Prestaciones.** Se considera dentro de la construcción el sistema de calefacción de los ambientes.

**Peculiaridades.** Para un tema de ahorro de energía y por ende conservación del medio ambiente, ICYA sugiere a sus clientes la instalación de sensores para la activación del alumbrado en las áreas comunes, así como pasadizos, escaleras y baños.

**Confiabilidad.** ICYA utiliza materiales de garantía durante la ejecución de la obra.

**Conformidad.** Al momento de la entrega de obra, esta se realiza con la presencia de los ingenieros y especialistas del cliente, quienes verifican si ICYA cumplió con las especificaciones.

**Durabilidad.** ICYA, brinda cinco años de garantía para todas sus obras que ejecuta.

**Disposición** de servicio. La empresa realiza reparaciones de sus obras que no cumplan el tiempo de garantía a su propio costo. Teniendo aquí una oportunidad de mejora, porque actualmente esto representa de 1% al 2% del costo.

**Estética.** Para demostrar su trabajo, se esmera en realizar un buen acabado, porque es consciente que en una buena obra, la primera impresión es la que cuenta.

**Calidad percibida.** En la empresa se busca satisfacer a los clientes, esto es una forma subjetiva de evaluación en función a los comentarios que se escuchan por quienes usan las obras.

#### **4.2 Aseguramiento de la Calidad del Diseño**

La calidad del diseño de los productos, depende siempre de un buen cálculo, de los requisitos que establece el cliente, del tipo de materiales a usar y de la experiencia del profesional que lo diseña.

ICYA solo ejecuta y no hace diseño del producto del cliente, estos diseños por lo general son realizados de manera externo, siempre llegan ya definidas por el cliente a través de sus expedientes técnicos conformada por memorias de cálculo, especificaciones técnicas, planos. Esto hace que la calidad del diseño no depende del ICYA, pero es responsable del aseguramiento de la calidad del proceso constructivo. Por lo que solo se hace el recalcular y/o verificación de los parámetros definidos por el cliente, a fin de comprobar la durabilidad y resistencia adecuada, con sus métodos y procesos constructivos.

Para hacer el diagnóstico del aseguramiento de la calidad de diseño se ha tomado como referencia la guía de gestión de los fundamentos para la dirección proyectos - PMBOK (2013) y la referencia de Besterfiel (2009), donde el aseguramiento de la calidad de diseño, dependerá de diferentes áreas de la empresa, la primera es de ingeniería del diseño, ya que en esta etapa se define los requisitos de calidad por parte del cliente, como son las características operacionales, especificaciones exactas y tolerancias o variaciones permisibles adecuadas para el producto. En este aspecto ICYA antes de iniciar con la ejecución del proyecto, presenta dos documentos importantes que es el alcance del proyecto y el plan de calidad al cliente para que sean validados, ya que para ICYA la calidad es cumplir con los requisitos del producto establecido por el cliente. Otro factor que permite asegurar la calidad de diseño son las adquisiciones o compras tiene la responsabilidad de obtener los materiales, componentes

y accesorios de calidad. Razón por cual ICYA, requiere mejorar las adquisiciones, dado que tiene muy pocos proveedores especializados y los proveedores nacionales son reducidos, por lo es necesario aumentar más proveedores que tengan materiales exigidos por las mineras.

El diseño de procesos es un factor importante para asegurar la calidad de diseño, es aquí donde se desarrolla los procesos y procedimientos para obtener un producto de calidad. Pero estos procesos deben ser fáciles de implementar y de bajo costo y tiempo. ICYA tiene procedimientos definidos de colocación de concreto, colocación de acero, encofrado, excavación de zanja, Colocación de tubería, asimismo cuenta con procedimiento de trabajo seguro para actividades críticas como espacios confinados, trabajo en altura, trabajo en caliente, izaje de carga suspendida, trabajos eléctricos, estos procedimientos no solo garantizan la calidad sino también la seguridad de los trabajadores, razón por la cual ICYA antes de definir los procedimientos de trabajo debe pensar en dos cosas, la primera es obtener un producto de calidad y el segundo en la seguridad de los trabajadores. Combinar estos dos requisitos en procedimiento genera mayor costo de producción en corto plazo, esto es una desventaja ya es difícil competir con proveedores nuevos que no tiene en cuenta esta exigencia y los clientes optan por contratar por precios más bajos.

El área de producción es la encargada de obtener un producto de calidad, el residente y el maestro de obra son la clave en la calidad. Ellos son las que deben tener la habilidad para comunicar las expectativas de la calidad a los obreros, estas deben ser motivados en la importancia de la calidad, para lo cual se debe proporcionar herramientas necesarias para para el trabajo e instrucciones sobre el método para efectuar el trabajo. ICYA, para asegurar que los empleados tengan en cuenta la importancia de la calidad, crea programas de capacitación al inicio y durante la ejecución sobre la calidad y procesos constructivos. Pero no olvidar lo que dice Deming, que solo el 15% de los problemas se pueden atribuir al personal de operaciones; la otra parte se debe al resto del sistema (Besterfiel 2009). Las inspecciones y

pruebas tienen el objetivo de evaluar la calidad del producto, para lo cual ICYA usa herramientas como el control estadístico para determinar la resistencia del concreto, y Benchmarking que permite comparar los procesos con las mejores prácticas de la industria de la construcción. Pero ICYA aún necesita mejorar los puntos indicados ya que aún requiere fortalecer cada uno de los puntos citados.

#### **4.3 Propuesta de Mejora**

ICYA, si bien no diseña el producto que solicita el cliente, es responsable de entregar un producto de calidad, por lo que es importante definir el producto en el cual tiene mayor experiencia y mejor sabe hacer, en este caso sería la ejecución de obras civiles cuyos montos varían de S/. 10,000 a S/. 10'000,000, estas deben ser de calidad, para lo cual debe identificar las fortalezas y debilidades de la empresa, con los aspectos como se muestra en la Tabla 15, donde se especifica su secuencia de desarrollo y su planeamiento, iniciando con la generación de la idea destacando sus capacidades, debido a que la empresa no posee y la necesita, para establecer su visión de crecimiento y apuntar a una gestión ordenada cuya base sea la planificación y programación de todas sus actividades no solo durante la ejecución de proyectos sino previas a ella. Como se ha mencionado, el aseguramiento de la calidad del diseño, es vital para ICYA, para lo cual es importante realizar una gestión de la calidad, mejorando los procesos a fin de reducir los costos y tiempos y que beneficie a la empresa y al cliente, definiendo parámetros que apunten en un futuro la certificación de calidad según la ISO 9001.

Para ICYA, empezando por la gerencia, personal de línea y los trabajadores tomen conciencia de la importancia de la calidad, para lo cual es importante programar las capacitaciones de calidad y en proceso constructivo en forma periódica en cada uno de los proyectos que ejecuta, de esta manera se podría haber ahorrado solo en las dos obras citadas la

suma de S/. 53,670 ejecutadas por las reparaciones en la etapa de transferencia y en la etapa de garantía asumida por la empresa.

Como herramienta se propone la implementación de las siete herramientas básicas de calidad, como es el diagrama de causa – efecto, para identificar fallas en la colocación del concreto; diagrama de flujo, para definir la secuencia de trabajos; hojas de verificación, para revisar el cumplimiento del plan de calidad; diagrama de pareto, para enfocarse en los problemas más frecuentes durante la ejecución del proyecto; Histogramas, para definir la resistencia del concreto, la resistencia a la tensión de las pegas de tubería HDPE, resistencia a tensión y corte de las pegas de geomembrana; diagrama de dispersión, para definir la relación entre el rendimiento del personal y los días de trabajo; diagramas de control, para definir los límites máximos y mínimos de la resistencia del concreto. De acuerdo con una evaluación integral del producto o entregable como bien tangible, se reconoce todos los componentes que ICYA debe tomar en cuenta, para los cuales existen escenarios óptimos propuestos como sigue (ver Tabla 16).

Tabla 16

*Evaluación Integral de Escenarios Actuales y Propuestos para el Bien Final*

Concepto	Escenario Actual	Escenario Propuesto
Planeamiento y Diseño del Producto	Se realiza el planeamiento más no el diseño del producto.	Mejora de procesos de verificación y compatibilidad de los estudios técnicos proporcionados por el cliente.
Producto	-Fallas de calidad en la ejecución de los entregables -Garantías de obras ejecutadas en vigencia hasta el 2021 -Obras ejecutadas con durabilidad y resistencia por años, sin un contrato de mantenimiento de estas.	-Atención en los procesos de operaciones futuros para maximizar la utilidad en 3% reduciendo las pérdidas por mala calidad en el proceso de entrega y gastos de reparación durante el periodo de garantía. -La verificación y compatibilidad de estudios debe estar en relación con la calidad para generar una mejor imagen de la empresa.
Cliente	Prestaciones, peculiaridades, confiabilidad, conformidad, durabilidad, disposición de servicio y estética	Buena perspectiva del cliente reconocidas a través de herramientas básicas de calidad en trabajos que realiza ICYA
Calidad en el diseño	No posee certificación ISO 9001 Sin Capacitaciones	Lograr una implementación ISO 9001 a futuro, mediante mejora continua de sus procesos en la calidad del producto entregado, con capacitaciones para el desarrollo de la calidad.

#### 4.4 Conclusiones

- ICYA, por ser una empresa constructora, su producto son las obras civiles que varían entre S/. 100,000 a S/. 10'000,000, por ello es importante que ICYA se enfoque en los proyectos que tiene el Know-how, por ejemplo, en las obras de saneamiento.
- ICYA debe aumentar cartera de clientes a fin mejorar sus ingresos y reducir el riesgo de perderlos por algún defecto en la calidad, además de ser urgente incrementar los proveedores de materiales y cumplan con los requisitos del cliente y las normas internacionales, esto permitirá reducir los costos de reparaciones y pérdida de imagen de la empresa.
- El planeamiento y diseño del producto que ejecuta lo realiza el cliente, ICYA, se encarga de la gestión, de los procesos y del aseguramiento y control del producto.
- Para entregar un producto de calidad ICYA requiere fortalecer el control de calidad, implementando las herramientas básicas de calidad y concientizando desde la gerencia hasta el peón la importancia de esta, y en ese sentido siga implementando programas de capacitación de calidad del proceso constructivo.

## Capítulo V: Planeamiento y Diseño del Proceso

En este capítulo se presenta el análisis de los procesos que permiten producir los bienes a tiempo y al mejor costo permisible durante la vida económica del producto.

### 5.1 Mapeo de los Procesos

La empresa ICYA, actualmente desarrolla proyectos de construcción, en su modalidad de ejecución de obras, pero no realiza bajo un modelo de gestión basado en procesos, a pesar de encontrarse en etapa de implementación, aún no ha encontrado el rumbo correcto para el desarrollo del mismo, el cual puede permitirle mejorar su productividad cuando este se encuentre implementado en su totalidad, así como identificar sus errores actuales en los procesos de producción del bien. No cuenta con un mapa de procesos, ni de mediana complejidad para los bienes que realiza, ni de un manual de funciones, porque entiende que son “saberes previos” del personal a cargo de cada proyecto, incurriendo en error. Es importante implementar un mapa de procesos dividiendo en tres grupos: (a) procesos estratégicos, (b) procesos operativos; y (c) procesos de apoyo o soporte; todas en interrelación con el cliente tanto en “input” como “output”, el cual permitirá una mejor comprensión funcional (ver Figura 46).

#### 5.1.1 Procesos estratégicos

Se pueden identificar marketing y licitaciones, planificación del sistema de gestión, análisis del contexto, evaluación de riesgos, auditoría interna, revisión por la gerencia, no conformidades con acciones correctivas y mejoras.

#### 5.1.2 Procesos operativos

En este tipo de proceso podemos definir procesos críticos y procesos de valor. Dentro de los procesos críticos se considera la revisión de documentos, revisión de contrato y revisión de cambios. Dentro de los de valor se considera el proceso de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre del proyecto.

### **5.1.3 Procesos de soporte**

Se pudo identificar recursos humanos, logística, equipos y maquinarias, sistema información ERP S10, seguridad, recursos financieros. Asimismo, como todo proceso puede ser desarrollado y representado a nivel operativo y administrativo de acuerdo al producto por obtener con entradas directas e indirectas respectivamente, se pueden esquematizar mediante una “frugalización”, para identificar el ciclo de los procesos internos y externos actuantes dentro de su ejecución de obras hasta su salida principal el bien físico, identificando nuevos procesos, con la integración de nuevas funciones (ver la Figura 47). Una vez identificado los procesos principales de la empresa ICYA con un mapeo previo y su ciclo de procesos que esquematizan su trabajo en el desarrollo del bien, podemos resaltar el principal proceso de valor que posee ICYA, el proceso de construcción y/o ejecución de obras, que desarrollamos con un diagrama de flujo, para diagnosticar operativamente a la empresa, que con ayuda de los diagramas de actividades del proceso (DAP) que se realizaron para sus principales partidas de ejecución, analizamos sus capacidades actuales y futuras. En efecto, como no cuenta con diagramas de flujo de ninguno de sus procesos, se propone uno para identificar mejor el desarrollo del proceso mencionado (ver Figura 48).

## **5.2 Diagrama de Actividades de los Procesos Operativos (DAP)**

### **5.2.1 Desarrollo de los procesos operativos de obra en ICYA**

En ICYA, así como en cualquier empresa del sector construcción, la ejecución de la obra es el proceso más complejo para la obtención del producto final como bien, por ello se desarrolla las DAP más trascendentales, para la creación de bienes que son:

- Topografía.
- Movimiento de tierras en excavación, relleno y eliminación de material excedente.
- Habilitado y colocación de acero.
- Encofrados.
- Preparación y colocación del concreto.

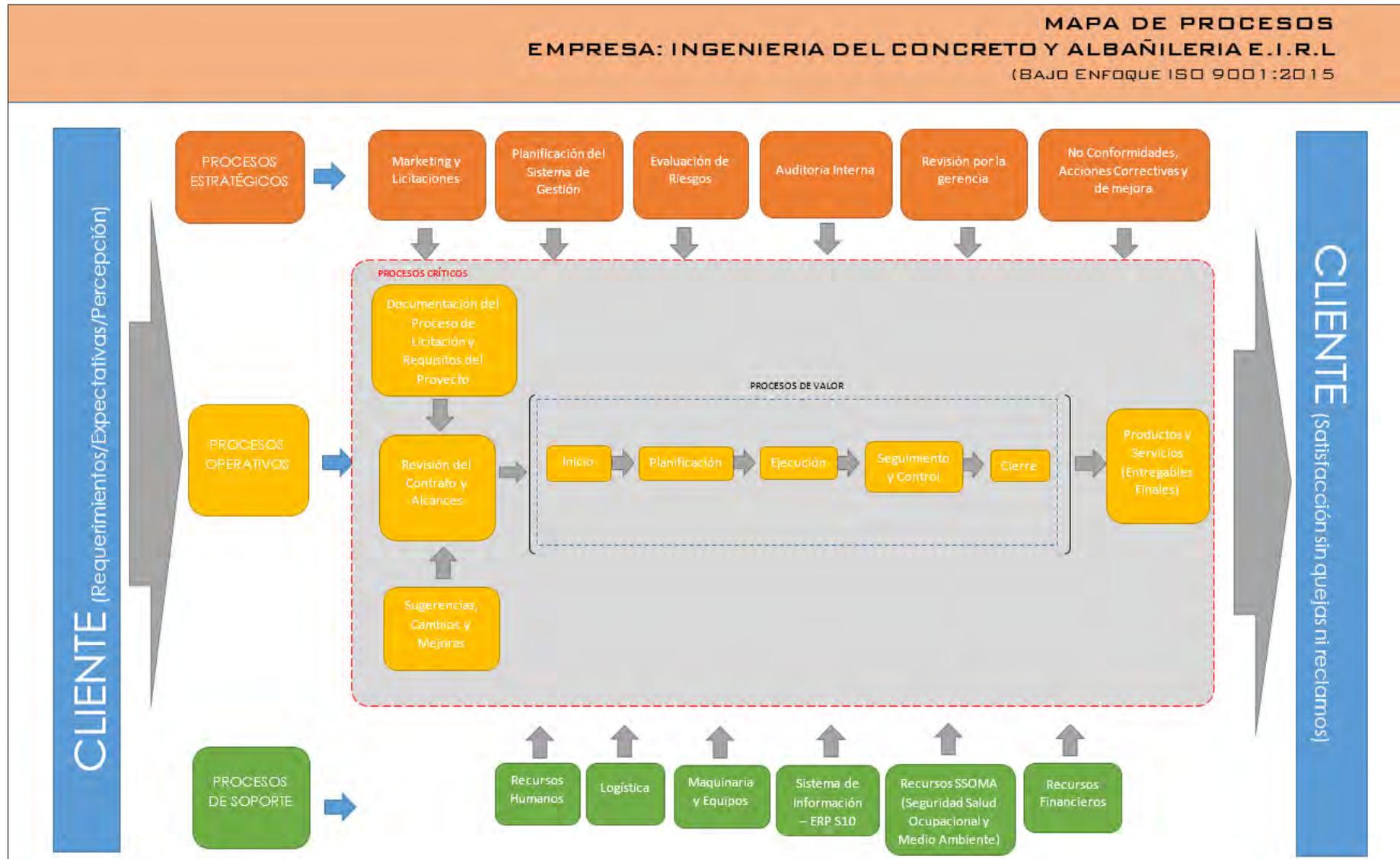
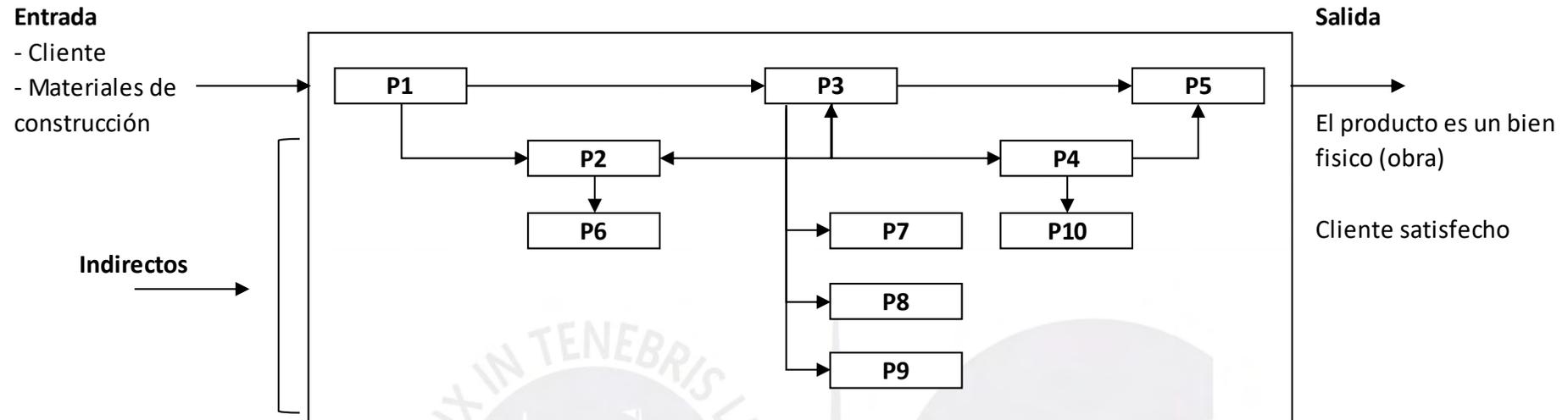


Figura 46. Mapeo de procesos de la empresa ICYA



**Entrada:** Materiales de construcción (cemento, acero, ladrillo, etc.)

**Indirectos:** Maquinaria, herramientas, combustible, energía eléctrica, etc.

**P1:** Inicio

**P2:** Planificación

**P3:** Ejecución

**P4:** Seguimiento y control

**P5:** Cierre del proyecto

**P6:** Recursos humano - personal

**P7:** Logística

**P8:** Soporte seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

**P9:** Soporte financiero

**P10:** Sistema de información ERP S10

**Salida:** Bien físico, correctamente **construido**

Figura 47. Frugalización (división) de procesos productores de bienes ICYA

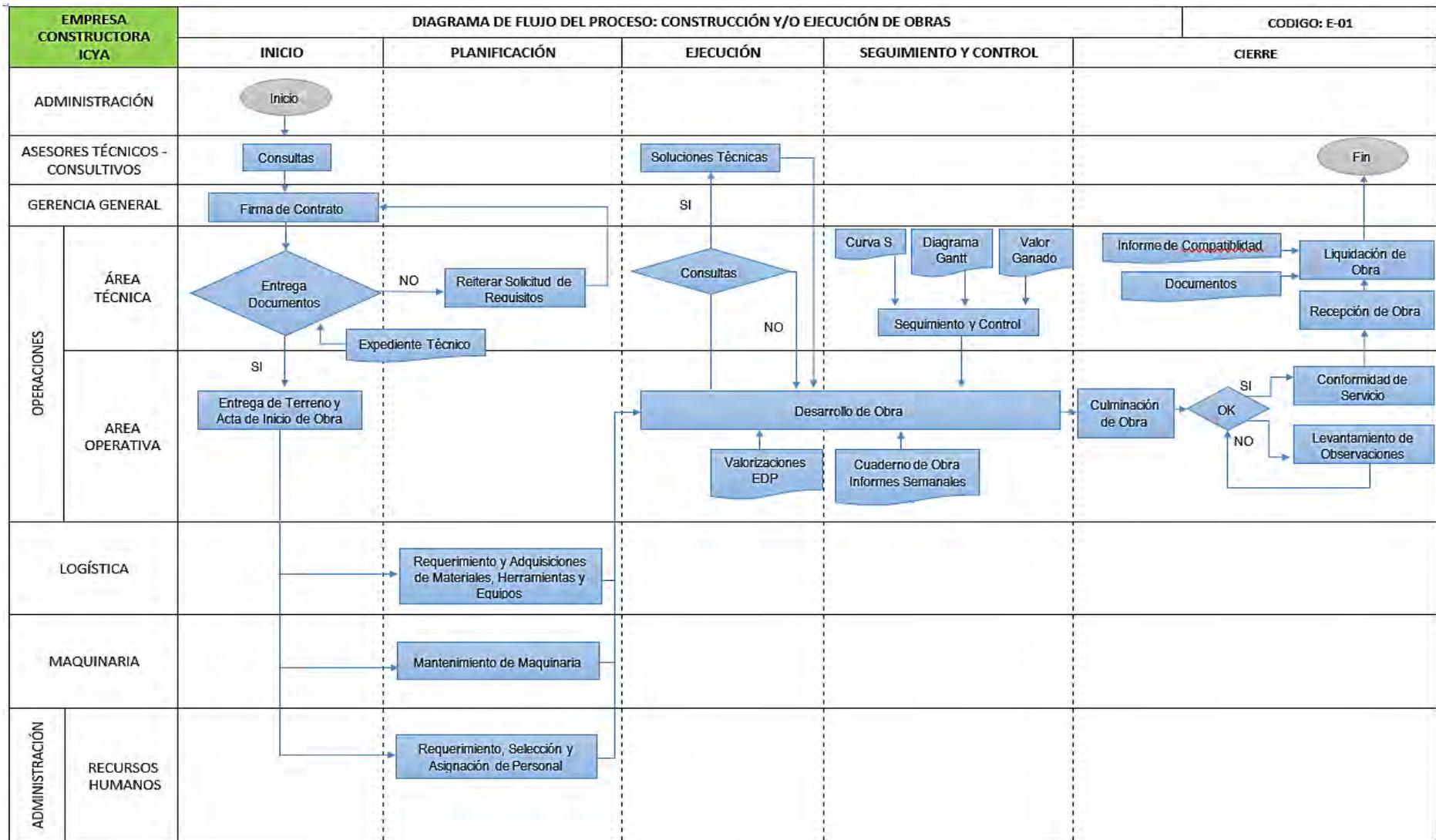


Figura 48. Diagrama de flujo del proceso: Construcción y/o ejecución en ICYA

### 5.2.2 Análisis DAP

En el transcurso de toda ejecución de proyectos, ya sea por parte de ICYA como empresa constructora, existen muchos procesos específicos que se desarrollan, y que se pueden encontrar en las partidas del presupuesto de cada obra, sea cual fuese el tipo o tamaño, desde las obras provisionales y preliminares como son la movilización y desmovilización de equipos y maquinarias al punto de obra, hasta el retiro del punto de obra y su culminación. Puesto que ICYA, ejecuta obras de concreto armado, tiene actividades fundamentales (partidas de obra) que son los ejes principales de todos los proyectos que desarrolla, siendo las más frecuentes y han sido seleccionados para su desarrollo con DAP para saber la forma de cómo se desarrolla dicha actividad clasificados en operación, transporte, inspección, espera y almacenamiento, donde han sido analizados involucrando tiempos por su influencia en la productividad y presencia relevante en el cronograma de desarrollo del proyecto, pero sin considerar distancias por ser variables de acuerdo al tipo de obra y el lugar donde se ejecutan porque no siempre se tiene la misma configuración, ni el mismo espacio para movimiento de individuos o materiales, actividades de personas, cuadrillas o máquinas. Con toda esta información generada través de una visita en campo a alguna de sus obras que ejecuta la empresa ICYA, se muestran los resultados en minutos de las actividades de los DAP (ver Figura 49).

		A. Topografía	B. Movimiento de Tierras (Excavación)	C. Movimiento de Tierras (Relleno)	D. Movimiento de Tierras (Eliminación)	E. Habilitado de Acero	F. Colocación de Acero	G. Encofrado	H. Preparación y Colocado de Concreto	I. Acabados
<b>RESUMEN</b>	Cantidad de Actividades	13	16	15	16	16	21	16	17	10
	Tiempo Total (min)	114	209	354	326	652	809	1002	357	302
	Tiempo Agrega Valor (min)	21	73	136	131	265	161	625	111	148
	Tiempo No Agrega Valor (min)	93	136	218	195	387	648	377	246	154

Figura 49. Resumen del análisis con DAP de la empresa ICYA

Asimismo, separando los tiempos de operación de cada DAP, respecto al tiempo total de cada proceso, se puede observar el tiempo que genera realmente valor de los procesos (partida de obra) de operación, que se realiza durante la ejecución de obras en la empresa ICYA (ver Figura 50).

	A. Topografía	B. Movimiento de Tierras (Excavación)	C. Movimiento de Tierras (Relleno)	D. Movimiento de Tierras (Eliminación)	E. Habilitado de Acero	F. Colocación de Acero	G. Encofrado	H. Preparación y Colocado de Concreto	I. Acabados
Tiempo Total de Operación (min)	26	99	176	131	265	161	625	111	148
Tiempo Total de Proceso (min)	114	209	354	326	652	809	1002	357	302

Figura 50. Tiempos totales de operación con DAP de la empresa ICYA

### 5.3 Herramientas para mejorar los procesos

Existen muchas herramientas para mejorar el flujo entre procesos, en este estudio se emplean tanto el diagrama de flujo, que representa la secuencia de ejecución de un proceso, y el diagrama de Pareto en minutos, para analizar los resultados de los D.A.P de las principales actividades operativas de la empresa ICYA, calculando el valor agregado de proceso (Tiempo de operación dividido entre el tiempo total del proceso, expresado en porcentaje), para diagnosticar la empresa de acuerdo a su productividad y conocer la cantidad de actividades relacionadas a la producción, durante la ejecución de obras, cuyo resto es consumido por demoras, verificaciones y traslados en el proceso. Se muestran los resultados organizados por un diagrama de Pareto y su valor generado de cada proceso, obtenido del DAP (ver Figura 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58,59).



Figura 51. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de topografía



Figura 52. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de excavación



Figura 53. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de relleno



Figura 54. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de eliminación



Figura 55. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de habilitación de acero.

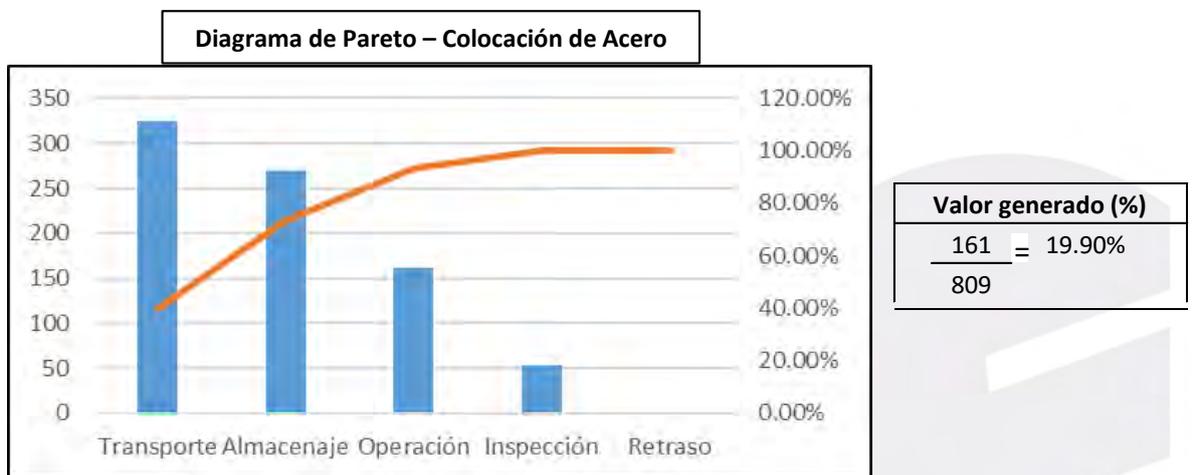


Figura 56. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de colocación de acero.

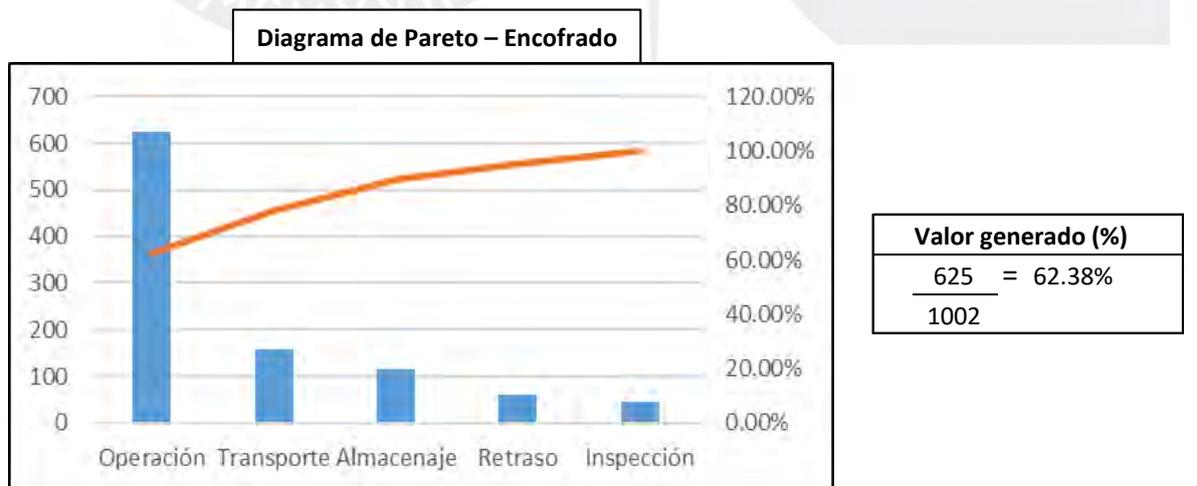
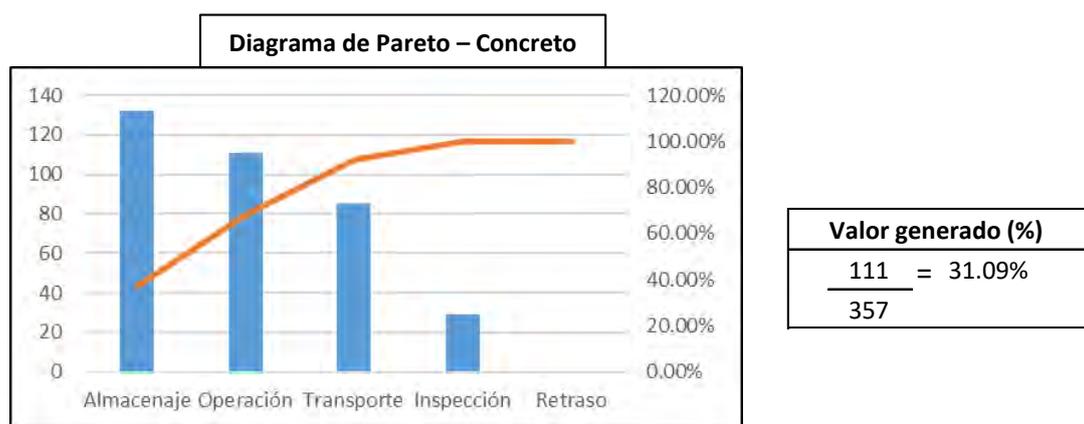
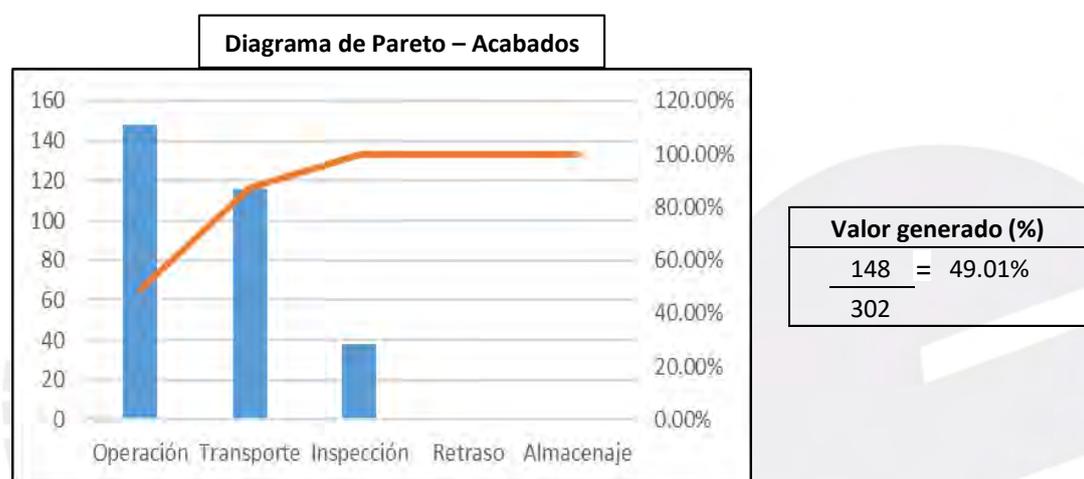


Figura 57. Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de encofrado.



*Figura 58.* Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de concreto.



*Figura 59.* Diagrama de Pareto y valor generado del proceso de acabados.

Según los diagramas de Pareto se puede indicar que los valores generados de los procesos de producción de las principales actividades son menores al 50%, cuyas causas principales son el almacenaje, transporte y retrasos, que no agregan valor a la operación del propio proceso, a excepción del proceso de encofrado que por ser un proceso de mayor operación supera al 50% teniendo actividades más directas.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: TOPOGRAFÍA GENERAL							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					<input type="checkbox"/>		
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Desplazarse hacia la zona de trabajo para levantamiento		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimiento	20	NO AGREGA VALOR	
2	Instalar equipo en el punto determinado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	AGREGA VALOR	
3	Dar indicaciones al ayudante sobre el trabajo a realizar		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Información	8	NO AGREGA VALOR	
4	El ayudante se desplaza con su prisma o nivel a los puntos indicados		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	AGREGA VALOR	
5	El ayudante marca en el terreno el punto señalado por el topógrafo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	AGREGA VALOR	
6	El topógrafo toma los datos y registro de los puntos en el equipo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	AGREGA VALOR	
7	El ayudante espera que el topógrafo registre sus puntos		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Espera	7	NO AGREGA VALOR	
8	Indicaciones del topografo al ayudante para ubicación de todos los puntos a levantar o nivelar		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Información	6	NO AGREGA VALOR	
9	El ayudante busca la posición del mejor punto para una correcta visibilidad del topógrafo		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Espera	5	NO AGREGA VALOR	
10	El ayudante coge la mira o prisma de manera correcta para dar una buena lectura al topógrafo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	AGREGA VALOR	
11	Se presenta mala visibilidad en el terreno, y se cambia de estación		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Espera	15	NO AGREGA VALOR	
12	Se repite el proceso de instalación de los equipos en nuevo punto, indicaciones al ayudante y registro de puntos en la nueva estación		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sobreproceso	5	NO AGREGA VALOR	
13	Se guarda los equipos utilizados en la tarea		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Traslado	7	NO AGREGA VALOR	
14	Desplazamiento hasta la zona de embarque		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Traslado	20	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	5	2	0	5	1	13	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP Hoja 1 de 1
	Tiempo Total (min)	26	40	0	41	7	114		
	Tiempo AV (min)	21					21		
	Tiempo NV (min)	5	40		41	7	93		

Figura 60. D.A.P de Topografía General.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/> Operación:	Excavación	
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXCAVACIÓN							<input type="checkbox"/> Material:	Terreno	
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/> Hombre:	Operario	
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	El Maestro de obra y sus ayudantes, delimitan la zona de excavación						Información	30	NO AGREGA VALOR
2	Esperar la llegada de la maquinaria al punto de la obra						Espera	20	NO AGREGA VALOR
3	Revisión de la maquinaria para su funcionamiento, llenarle combustible						Mantenimiento	15	NO AGREGA VALOR
4	El operario recibe indicaciones del maestro de obra para realizar la excavación						Información	5	NO AGREGA VALOR
5	Posicionamiento para iniciar los trabajos							7	AGREGA VALOR
6	Realiza trabajos de excavación con la maquinaria							6	AGREGA VALOR
7	La maquinaria desplaza el material extraído a un lado de la excavación							3	AGREGA VALOR
8	El personal de apoyo espera que la maquinaria avance con el trabajo realizado y haga sus maniobras para empezar con su trabajo						Espera	2	NO AGREGA VALOR
9	El maestro de obra da indicaciones a su personal para excavar en zonas agrestes						Información	5	NO AGREGA VALOR
10	El personal de apoyo, excava en zonas de difícil acceso para la maquinaria							25	AGREGA VALOR
11	El personal de apoyo, perfila las excavaciones realizadas por la maquinaria							20	AGREGA VALOR
12	El personal de apoyo remueve piedras difíciles de extraer de la excavación							12	AGREGA VALOR
13	La maquinaria termina la excavación y se desplaza a su punto de obra						Movimiento	18	NO AGREGA VALOR
14	El personal de campo espera que la maquinaria transite para poder seguir con sus actividades						Espera	3	NO AGREGA VALOR
15	Se realiza una verificación con el Ingeniero de las dimensiones finales de la excavación						Controles	12	NO AGREGA VALOR
16	Se corrige la excavación en las partes defectuosas o no completadas por la máquina y el personal de apoyo						Sobreproceso	26	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	7	1	3	5	0	16	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	99	18	57	35	0	209		
	Tiempo AV (min)	73					73		
	Tiempo NV (min)	26	18	57	35	0	136		
								Hoja 1 de 1	

Figura 61. D.A.P de Movimiento de Tierras – Excavación.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - RELLENO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/>		
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	Se almacena en puntos estratégicos el material de préstamo que llega a la obra para su uso						Espacio	25	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para el respectivo relleno de la excavación						Información	7	NO AGREGA VALOR
3	Se traslada el material de préstamo o propio a los puntos de relleno						Traslado	45	NO AGREGA VALOR
4	Se desplazan por bordes de la excavación para evitar pisar las tuberías enterradas						Traslado	15	NO AGREGA VALOR
5	Posicionamiento del personal para iniciar los trabajos						Espera	10	NO AGREGA VALOR
6	Realiza los trabajos de relleno de manera manual							20	AGREGA VALOR
7	Se compacta el relleno manualmente por capas y con maquinaria según lo especificado							35	AGREGA VALOR
8	El personal de apoyo espera que la maquinaria de relleno avance con el trabajo						Espera	13	NO AGREGA VALOR
9	El maestro de obra da indicaciones a su personal para rellenar en zonas faltantes						Información	7	NO AGREGA VALOR
10	El personal de apoyo, rellena en zonas de difícil acceso para la maquinaria							30	AGREGA VALOR
11	El personal de apoyo, compacta el relleno realizado por capas							23	AGREGA VALOR
12	El personal de apoyo remueve piedras que afecten el correcto relleno							28	AGREGA VALOR
13	La maquinaria termina su labor de compactado y se desplaza a su punto de obra						Movimiento	20	NO AGREGA VALOR
14	El personal de campo espera que la maquinaria transite para poder seguir con sus actividades						Espera	11	NO AGREGA VALOR
15	Se realiza una verificación con el Ingeniero de las dimensiones finales del relleno						Controles	25	NO AGREGA VALOR
16	Se corrige el relleno en las partes defectuosas o no completadas por la máquina y el personal de apoyo						Sobreproceso	40	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	3	1	5	1	15	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	176	80	25	48	25	354		
	Tiempo AV (min)	136					136		
	Tiempo NV (min)	40	80	25	48	25	218		
Hoja 1 de 1									

Figura 62. D.A.P de Movimiento de Tierras – Relleno.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>			
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE							<input type="checkbox"/>			
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad		
1	Se almacena en puntos estratégicos el material excedente de la obra						Espacio	50	NO AGREGA VALOR	
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para la respectiva eliminación						Información	7	NO AGREGA VALOR	
3	Se espera al camión y la maquinaria que se usará para la eliminación						Espera	25	NO AGREGA VALOR	
4	Se verifica ambas maquinarias para su uso y si cuentan con combustible necesario						Controles	12	NO AGREGA VALOR	
5	El camión se estaciona en un punto estratégico						Movimiento	5	NO AGREGA VALOR	
6	La maquinaria empieza a cargar material							10	AGREGA VALOR	
7	La maquinaria vierte el material al camión							4	AGREGA VALOR	
8	La maquinaria gira y recolecta el material excedente para volver a cargar al camión							15	AGREGA VALOR	
9	El personal de apoyo vierte en la maquinaria todos los excedentes de otros puntos							25	AGREGA VALOR	
10	El personal de apoyo traslada en carretillas otros materiales excedentes para su carguio en la maquinaria						Traslado	30	NO AGREGA VALOR	
11	Se traslada el material excedente a los puntos de botadero							42	AGREGA VALOR	
12	El personal de apoyo y la maquinaria están a la espera que retorne el camión en los puntos estratégicos						Espera	18	NO AGREGA VALOR	
13	El camión llega y se estaciona en los puntos estratégicos para la eliminación						Espera	8	NO AGREGA VALOR	
14	La maquinaria continua con su trabajo de eliminación con ayuda del personal de apoyo hasta terminar							35	AGREGA VALOR	
15	La máquina se estaciona en el punto de obra						Espera	10	NO AGREGA VALOR	
16	El camión retorna a su punto de origen						Movimiento	30	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	6	2	1	6	1	16	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP	
	Tiempo Total (min)	131	60	12	73	50	326			
	Tiempo AV (min)	131					131			
	Tiempo NV (min)	0	60	12	73	50	195			
									Hoja 1 de 1	

Figura 63. D.A.P de Movimiento de Tierras – Eliminación de Material Excedente.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>			
PROCESO: HABILITADO DE ACERO							<input type="checkbox"/>			
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	Propuesto		<input type="checkbox"/>		
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Se almacena el acero de construcción que llega a la obra						Espacios	85	NO AGREGA VALOR	
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para transportar el acero hasta el punto de obra						Información	7	NO AGREGA VALOR	
3	Se espera al camión que trasladará el acero al lugar de la obra						Espera	20	NO AGREGA VALOR	
4	El personal carga el acero de construcción para su transporte						Traslado	70	NO AGREGA VALOR	
5	El camión transporta el acero hasta la obra						Traslado	25	NO AGREGA VALOR	
6	Se descarga el acero en el lugar de la obra, donde se habilitará						Retraso	30	NO AGREGA VALOR	
7	El personal traslada el acero hasta el punto donde se habilitará						Traslado	12	NO AGREGA VALOR	
8	Se prepara la mesa de habilitación de aceros						Información	45	AGREGA VALOR	
9	Se revisa las dimensiones de los aceros indicados en los planos						Información	15	NO AGREGA VALOR	
10	Se cortará el acero, de acuerdo a las dimensiones establecidas							120	AGREGA VALOR	
11	El Personal de apoyo acopia los aceros tal cual sus medidas							35	AGREGA VALOR	
12	Se selecciona cada acero que se habilitará, doblándolo tal cual las medidas.							65	AGREGA VALOR	
13	El maestro de obra verifica dimensiones, conforme se va habilitando los aceros						Información	23	NO AGREGA VALOR	
14	El ingeniero responsable inspecciona los trabajos de habilitado de acero						Información	18	NO AGREGA VALOR	
15	Se acopia los aceros según su habilitado por formas, según su uso						Espacios	32	NO AGREGA VALOR	
16	Se realiza la limpieza del lugar, de material sobrante y retazos del habilitado de acero						Limpieza	50	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	4	5	3	3	1	16	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP Hoja 1 de 1	
	Tiempo Total (min)	265	189	56	57	85	652			
	Tiempo AV (min)	265					265			
	Tiempo NV (min)		189	56	57	85	387			

Figura 64. D.A.P de Habilitado de Acero.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: COLOCADO DE ACERO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1 Se almacena el acero de construcción habilitado en el lugar de la obra, para su colocado	○	→	□	D	▼	Espacio	240	NO AGREGA VALOR	
2 El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para transportar el acero los lugares de colocación	○	→	□	D	▽	Traslado	45	NO AGREGA VALOR	
3 El personal carga el acero de construcción habilitado para su transporte	○	→	□	D	▽	Traslado	90	NO AGREGA VALOR	
4 El personal lleva las herramientas y materiales necesarios para realizar la colocación	○	→	□	D	▽	Movimiento	25	NO AGREGA VALOR	
5 Se realiza la colocación del acero por etapas según el acero habilitado	●	→	□	D	▽		75	AGREGA VALOR	
6 Se traslada los aceros habilitados a cada punto específico del colocado	○	→	□	D	▽	Traslado	20	NO AGREGA VALOR	
7 Se realiza la nivelación y alineación de los aceros en su colocación	●	→	□	D	▽		15	AGREGA VALOR	
8 Se amarra los aceros con alambre en cada intersección para asegurar su fijación, y de acuerdo a distancias requeridas en los planos	●	→	□	D	▽		11	AGREGA VALOR	
9 Se revisa las dimensiones de los aceros indicados en los planos	○	→	■	D	▽	Controles	10	NO AGREGA VALOR	
10 Se empieza a colocar acero inferior y los superiores con su respectivo refuerzo de base amarrados a la parrilla inferior	●	→	□	D	▽		25	AGREGA VALOR	
11 Se continua alineando los aceros entre sí	●	→	□	D	▽		35	AGREGA VALOR	
12 El maestro de obra verifica los recubrimientos, y el respectivo colocado de todo el acero	○	→	■	D	▽	Controles	16	NO AGREGA VALOR	
13 El ingeniero responsable verifica la correcta posición de todos los aceros de acuerdo a los planos	○	→	■	D	▽	Controles	27	NO AGREGA VALOR	
14 EL personal de apoyo, realiza la limpieza del lugar	○	→	□	D	▽	Limpieza	120	NO AGREGA VALOR	
15 Se recoge todos los sobrantes y almacena el acero	○	→	□	D	▼	Espacio	30	NO AGREGA VALOR	
16 Se transporta todas las herramientas y materiales hacia el almacén	○	→	□	D	▽	Traslado	25	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	5	6	3	6	1	21	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	161	325	53	0	270	809		
	Tiempo AV (min)	161					161		
	Tiempo NV (min)	0	325	53	0	270	648		
							Hoja 1 de 1		

Figura 65. D.A.P de Colocado de Acero.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: ENCOFRADO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	Propuesto		<input type="checkbox"/>	
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Se almacena la madera para encofrado en el almacén de la obra	○	→	□	⊖	▼	Espacio	90	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para transportar la madera para su habilitado	○	→	□	⊖	▽	Traslado	8	NO AGREGA VALOR
3	El personal carga la madera para su transporte	○	→	□	⊖	▽	Traslado	45	NO AGREGA VALOR
4	El personal transporta las herramientas y materiales necesarios para realizar el encofrado	○	→	□	⊖	▽	Traslado	22	NO AGREGA VALOR
5	Se habilita la madera según las dimensiones requeridas	●	→	□	⊖	▽		180	AGREGA VALOR
6	Se nivela el encofrado y se alinea horizontal y verticalmente, respetando recubrimientos	●	→	□	⊖	▽		120	AGREGA VALOR
7	Se le da hermeticidad al encofrado, ajustando cada esquina con materiales y herramientas	●	→	□	⊖	▽		75	AGREGA VALOR
8	El personal espera que se termine de nivelar y alinear para apuntalar y asegurar finalmente los encofrados	○	→	□	⊖	▽	Espera	60	NO AGREGA VALOR
9	Se clava y amarra la madera con alambre en sus apoyos para asegurar su fijación, y resistencia según sea necesario	●	→	□	⊖	▽		150	AGREGA VALOR
10	El personal transporta la madera, materiales y herramientas de un lugar a otro.	○	→	□	⊖	▽	Traslado	35	NO AGREGA VALOR
11	Se continua alineando el encofrado entre sí	●	→	□	⊖	▽		100	AGREGA VALOR
12	El maestro de obra verifica los recubrimientos, y el respectivo encofrado de la estructura	○	→	■	⊖	▽	Controles	25	NO AGREGA VALOR
13	El ingeniero responsable verifica la correcta posición de todos los encofrados de acuerdo a la estructura y su resistencia	○	→	■	⊖	▽	Controles	20	NO AGREGA VALOR
14	EL personal de apoyo, realiza la limpieza del lugar	○	→	□	⊖	▽	Traslado	33	NO AGREGA VALOR
15	Se recoge todos los sobrantes y almacena la madera restante	○	→	□	⊖	▽	Movimientos	15	NO AGREGA VALOR
16	Se transporta todas las herramientas y materiales hacia el almacén	○	→	□	⊖	▼	Traslado	24	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	6	2	1	2	16	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	625	158	45	60	114	1002		
	Tiempo AV (min)	625					625		
	Tiempo NV (min)	0	158	45	60	114	377		
Hoja 1 de 1									

Figura 66. D.A.P de Encofrado.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: PREPARADO Y COLOCADO DE CONCRETO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual			<input type="checkbox"/>	Propuesto	<input type="checkbox"/>		
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	Se almacena los materiales necesarios para la preparación del concreto en obra	○	→	□	D	▼	Espacio	120	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, de transportar los materiales al punto de preparación en la obra	○	→	□	D	▽	Información	15	NO AGREGA VALOR
3	El personal carga los materiales para su transporte	○	→	□	D	▽	Traslado	25	NO AGREGA VALOR
4	El personal transporta la maquinaria y herramientas necesarios para realizar el preparado y posterior colocado de concreto en el lugar de obra	○	→	□	D	▽	Traslado	20	NO AGREGA VALOR
5	Se almacena agua en cilindros para el preparado de concreto	○	→	□	D	▼	Planificación	12	NO AGREGA VALOR
6	Se verifica que la mezcladora cuente con combustible	○	→	■	D	▽	Planificación	9	NO AGREGA VALOR
7	Se enciende la mezcladora para comenzar con el preparado	●	→	□	D	▽		5	AGREGA VALOR
8	Se vierte el agregado, cemento y agua en la mezcladora para el preparado	●	→	□	D	▽		10	AGREGA VALOR
9	El maestro de obra distribuye el personal para abastecer a la maquinaria de materiales, donde esperan su turno de acción.	●	→	□	D	▽		8	AGREGA VALOR
10	La mezcladora gira y mezcla los materiales, obteniendo el concreto	●	→	□	D	▽		13	AGREGA VALOR
11	El Ingeniero responsable verifica la consistencia del concreto y obtiene muestras del concreto	○	→	■	D	▽	Controles	20	NO AGREGA VALOR
12	El personal encargado recibe el concreto preparado en baldes o carretillas y lo transporta para depositarlo en la estructura definida	●	→	□	D	▽		6	AGREGA VALOR
13	El personal espera su turno de recibir el concreto preparado	●	→	□	D	▽		7	AGREGA VALOR
14	El personal vibra el concreto durante su colocación, a su vez con una regla metálica va nivelando el acabado final	●	→	□	D	▽		17	AGREGA VALOR
15	Se limpia la máquina, una vez finalizada la labor de colocado de concreto	○	→	□	D	▽	Limpieza	25	NO AGREGA VALOR
16	El maestro de obra ordena el acabado final del concreto, una vez terminado el colocado, en coordinación con el ingeniero	●	→	□	D	▽		5	AGREGA VALOR
17	Se realiza el curado del concreto colocado, con los métodos más convenientes	●	→	□	D	▽		40	AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	9	4	2	0	2	17	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	111	85	29	0	132	357		
	Tiempo AV (min)	111					111		
	Tiempo NV (min)	0	85	29	0	132	246		
Hoja 1 de 1									

Figura 67. D.A.P de Preparado y Colocado de Concreto.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: ACABADOS							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input checked="" type="checkbox"/>	Actual		<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	Se transporta los materiales y herramientas necesarios al punto a realizar los acabados			<input type="checkbox"/>			Traslado	35	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, del tipo de acabado a realizar en la estructura			<input type="checkbox"/>				7	AGREGA VALOR
3	El personal carga y transporta los materiales, herramientas y equipos necesarias para el acabado			<input type="checkbox"/>			Traslado	28	NO AGREGA VALOR
4	El personal en la obra identifica las actividades a realizar en el acabado de la estructura			<input type="checkbox"/>				9	AGREGA VALOR
5	El personal realiza el acabado en la estructura, con el cuidado debido			<input type="checkbox"/>				120	AGREGA VALOR
6	El maestro de obra controla el correcto acabado de la estructura						Controles	15	NO AGREGA VALOR
7	El ingeniero responsable verifica la calidad de los acabados realizados						Controles	23	NO AGREGA VALOR
8	Se realiza la protección de los acabados finales, para evitar que se dañen o deterioren durante el transcurso de la obra			<input type="checkbox"/>				12	AGREGA VALOR
9	El personal limpia el lugar y sus herramientas			<input type="checkbox"/>			Traslado/Limpieza	23	NO AGREGA VALOR
10	Se transporta todos los materiales sobrantes, herramientas y equipos al almacén de la obra			<input type="checkbox"/>			Traslado	30	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	4	4	2	0	0	10	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	148	116	38	0	0	302		
	Tiempo AV (min)	148					148		
	Tiempo NV (min)	0	116	38	0	0	154		
									Hoja 1 de 1

Figura 68. D.A.P de Acabados.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/> Operación: Levantamiento Top. <input type="checkbox"/> Material: Equipo de Topografía <input type="checkbox"/> Hombre: Topógrafo		
PROCESO: TOPOGRAFÍA GENERAL									
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual		<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto					
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Desplazarse hacia la zona de trabajo para levantamiento			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Movimiento	20	NO AGREGA VALOR
2	Instalar equipo en el punto determinado con buena visibilidad de todo el terreno con indicaciones al ayudante			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5	AGREGA VALOR
3	El ayudante se desplaza con su prisma o nivel a los puntos indicados			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10	AGREGA VALOR
4	El ayudante marca en el terreno el punto señalado por el topógrafo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3	AGREGA VALOR
5	El topógrafo toma los datos y registro de los puntos en el equipo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2	AGREGA VALOR
6	Indicaciones del topógrafo al ayudante para ubicación de todos los puntos a levantar o nivelar			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Información	6	NO AGREGA VALOR
7	El ayudante coge la mira o prisma de manera correcta para dar una buena lectura al topógrafo			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1	AGREGA VALOR
8	Se guarda los equipos utilizados en la tarea			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Traslado	7	NO AGREGA VALOR
9	Desplazamiento hasta la zona de embarque			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Traslado	20	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	2		1	1	9	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	21	40		6	7	74		
	Tiempo AV (min)	21					21		
	Tiempo NV (min)		40		6	7	53		
									Hoja 1 de 1

Optimización en el Proceso de Topografía General:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
Cantidad de Procesos	13	9	4	30.77 %
Tiempo Total (min)	114	74	40	35.09 %
Tiempo Agrega Valor (min)	21	21	-	0.00 %
Tiempo No Agrega Valor (min)	93	53	40	43.01 %

Figura 69. D.A.P Propuesto de Topografía General

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/> Operación: Excavación <input type="checkbox"/> Material: Terreno <input type="checkbox"/> Hombre: Operario			
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - EXCAVACIÓN										
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual			<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto					
	Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	El Maestro de obra y sus ayudantes, delimitan la zona de excavación						Información	30	NO AGREGA VALOR	
2	El operario recibe indicaciones del maestro de obra para realizar la excavación						Información	5	NO AGREGA VALOR	
3	Posicionamiento para iniciar los trabajos							7	AGREGA VALOR	
4	Realiza trabajos de excavación con la maquinaria							6	AGREGA VALOR	
5	La maquinaria desplaza el material extraído a un lado de la excavación							3	AGREGA VALOR	
6	El personal de apoyo espera que la maquinaria avance con el trabajo realizado y haga sus maniobras para empezar con su trabajo						Espera	2	NO AGREGA VALOR	
7	El maestro de obra da indicaciones a su personal para excavar en zonas agrestes						Información	5	NO AGREGA VALOR	
8	El personal de apoyo, excava en zonas de difícil acceso para la maquinaria							25	AGREGA VALOR	
9	El personal de apoyo, perfila las excavaciones realizadas por la maquinaria							20	AGREGA VALOR	
10	El personal de apoyo remueve piedras difíciles de extraer de la excavación							12	AGREGA VALOR	
11	La maquinaria termina la excavación y se desplaza a su punto de obra						Movimiento	18	NO AGREGA VALOR	
12	Se realiza una verificación con el Ingeniero de las dimensiones finales de la excavación						Controles	12	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	6	1	2	3	0	12	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP	
	Tiempo Total (min)	73	18	42	12	0	145			
	Tiempo AV (min)	73					73			
	Tiempo NV (min)		18	42	12	0	72			
									Hoja 1 de 1	

Optimización en el Proceso de Movimiento de Tierras - Excavación:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	16	12	4	25.00 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	209	145	64	30.62 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	73	73	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	136	72	64	47.06 %

Figura 70. D.A.P Propuesto de Movimiento de Tierras Excavación.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/> Operación: Relleno <input type="checkbox"/> Material: Material Propio o Préstamo <input type="checkbox"/> Hombre: Operario		
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - RELLENO									
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual		<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto					
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Se almacena en puntos estratégicos el material de préstamo que llega a la obra para su uso						Espacio	25	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para el respectivo relleno de la excavación						Información	7	NO AGREGA VALOR
3	Se traslada el material de préstamo o propio a los puntos de relleno						Traslado	45	NO AGREGA VALOR
4	Realiza los trabajos de relleno de manera manual							20	AGREGA VALOR
5	Se compacta el relleno manualmente por capas y con maquinaria según lo especificado							35	AGREGA VALOR
6	El personal de apoyo, rellena en zonas de difícil acceso para la maquinaria							30	AGREGA VALOR
7	El personal de apoyo, compacta el relleno realizado por capas							23	AGREGA VALOR
8	El personal de apoyo remueve piedras que afecten el correcto relleno							28	AGREGA VALOR
9	La maquinaria termina su labor de compactado y se desplaza a su punto de obra						Movimiento	20	NO AGREGA VALOR
10	Se realiza una verificación con el Ingeniero de las dimensiones finales del relleno						Controles	25	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	2	1	1	1	10	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	136	65	25	7	25	258		
	Tiempo AV (min)	136					136		
	Tiempo NV (min)		65	25	7	25	122		
Hoja 1 de 1									

Optimización en el Proceso de Movimiento de Tierras - Relleno:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	15	10	5	33.33 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	354	258	96	27.12 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	136	136	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	218	122	96	44.04 %

Figura 71. D.A.P Propuesto de Movimiento de Tierras Relleno.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/> Operación: Eliminación <input type="checkbox"/> Material: Excedencias <input type="checkbox"/> Hombre: Operario		
PROCESO: MOVIMIENTO DE TIERRAS - ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE									
METODO:	Actual			Propuesto					
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	Se almacena en puntos estratégicos el material excedente de la obra	○	→	□	D	▼	Espacio	50	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para la respectiva eliminación	○	→	□	D	▼	Información	7	NO AGREGA VALOR
3	La maquinaria empieza a cargar material	●	→	□	D	▼		10	AGREGA VALOR
4	La maquinaria vierte el material al camión	●	→	□	D	▼		4	AGREGA VALOR
5	La maquinaria gira y recolecta el material excedente para volver a cargar al camión	●	→	□	D	▼		15	AGREGA VALOR
6	El personal de apoyo vierte en la maquinaria todos los excedentes de otros puntos	●	→	□	D	▼		25	AGREGA VALOR
7	El personal de apoyo traslada en carretillas otros materiales excedentes para su carguio en la maquinaria	○	→	□	D	▼	Traslado	30	NO AGREGA VALOR
8	Se traslada el material excedente a los puntos de botadero	●	→	□	D	▼		42	AGREGA VALOR
9	El camión llega y se estaciona en los puntos estratégicos para la eliminación	○	→	□	D	▼	Espera	8	NO AGREGA VALOR
10	La maquinaria continua con su trabajo de eliminación con ayuda del personal de apoyo hasta terminar	●	→	□	D	▼		35	AGREGA VALOR
11	El camión retorna a su punto de origen	○	→	□	D	▼	Movimiento	30	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	6	2		2	1	11	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	131	60		15	50	256		
	Tiempo AV (min)	131					131		
	Tiempo NV (min)		60		15	50	125		
Hoja 1 de 1									

Optimización en el Proceso de Movimiento de Tierras – Eliminación de Material Excedente:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	16	12	4	25.00 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	326	256	96	29.45 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	131	131	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	195	125	96	49.23 %

Figura 72.. D.A.P Propuesto de Mov. de Tierras Eliminación de Materiales Excedentes.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: HABILITADO DE ACERO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1 Se almacena el acero de construcción que llega a la obra	○	→	□	⊔	▼	Espacios	85	NO AGREGA VALOR	
2 El personal carga el acero de construcción para su transporte	○	→	□	⊔	▼	Traslado	70	NO AGREGA VALOR	
3 Se descarga el acero en el lugar de la obra, donde se habilitará	○	→	□	⊔	▼	Retraso	30	NO AGREGA VALOR	
4 Se prepara la mesa de habilitación de aceros	●	→	□	⊔	▼	Información	45	AGREGA VALOR	
5 Se revisa las dimensiones de los aceros indicados en los planos	○	→	■	⊔	▼	Información	15	NO AGREGA VALOR	
6 Se cortará el acero, de acuerdo a las dimensiones establecidas	●	→	□	⊔	▼		120	AGREGA VALOR	
7 El Personal de apoyo acopia los aceros tal cual sus medidas	●	→	□	⊔	▼		35	AGREGA VALOR	
8 Se selecciona cada acero que se habilitará, doblándolo tal cual las medidas.	●	→	□	⊔	▼		65	AGREGA VALOR	
9 El maestro de obra verifica dimensiones, conforme se va habilitando los aceros	○	→	■	⊔	▼	Información	23	NO AGREGA VALOR	
10 El ingeniero responsable inspecciona los trabajos de habilitado de acero	○	→	■	⊔	▼	Información	18	NO AGREGA VALOR	
11 Se acopia los aceros según su habilitado por formas, según su uso	○	→	□	⊔	▼	Espacios	32	NO AGREGA VALOR	
12 Se realiza la limpieza del lugar, de material sobrante y retazos del habilitado de acero	○	→	□	⊔	▼	Limpieza	50	NO AGREGA VALOR	
RESUMEN	Cantidad	4	3	3	1	1	12	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP Hoja 1 de 1
	Tiempo Total (min)	265	152	56	30	85	588		
	Tiempo AV (min)	265					265		
	Tiempo NV (min)		152	56	30	85	323		

Optimización en el Proceso de Habilitado de Acero:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	16	12	4	25.00 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	652	588	64	9.82 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	265	265	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	387	323	64	16.54 %

Figura 73. D.A.P Propuesto de Habilitado de Aceros.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: COLOCADO DE ACERO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Descripción		Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1	Se almacena el acero de construcción habilitado en el lugar de la obra, para su colocado	○	→	□	⊔	▼	Espacio	240	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra ordena a sus ayudantes, transportar el acero a los lugares de colocación	○	→	□	⊔	▽	Traslado	45	NO AGREGA VALOR
3	Se realiza la colocación del acero por etapas según el acero habilitado	●	→	□	⊔	▽		75	AGREGA VALOR
4	Se realiza la nivelación y alineación de los aceros en su colocación	●	→	□	⊔	▽		15	AGREGA VALOR
5	Se amarra los aceros con alambre en cada intersección para asegurar su fijación, y de acuerdo a distancias requeridas en los planos	●	→	□	⊔	▽		11	AGREGA VALOR
6	Se empieza a colocar acero inferior y los superiores con su respectivo refuerzo de base amarrados a la parrilla inferior	●	→	□	⊔	▽		25	AGREGA VALOR
7	Se continua alineando los aceros entre sí	●	→	□	⊔	▽		35	AGREGA VALOR
8	El maestro de obra verifica los recubrimientos, y el respectivo colocado de todo el acero	○	→	■	⊔	▽	Controles	16	NO AGREGA VALOR
9	El ingeniero responsable verifica la correcta posición de todos los aceros de acuerdo a los planos	○	→	■	⊔	▽	Controles	27	NO AGREGA VALOR
10	EL personal de apoyo, realiza la limpieza del lugar	○	→	□	⊔	▽	Limpieza	120	NO AGREGA VALOR
11	Se recoge todos los sobrantes y almacena el acero	○	→	□	⊔	▼	Espacio	30	NO AGREGA VALOR
12	Se transporta todas las herramientas y materiales hacia el almacén	○	→	□	⊔	▽	Traslado	25	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	3	2		2	12	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	161	190	43		270	664		
	Tiempo AV (min)	161					161		
	Tiempo NV (min)		190	43		270	503		
Hoja 1 de 1									

Optimización en el Proceso de Colocado de Acero:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	21	12	9	42.86 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	809	664	145	17.92 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	161	161	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	648	503	145	22.38 %

Figura 74. D.A.P Propuesto de Colocado de Aceros.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO							<input type="checkbox"/>		
PROCESO: ENCOFRADO							<input type="checkbox"/>		
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual			<input checked="" type="checkbox"/>	Propuesto		<input type="checkbox"/>	
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Se almacena la madera para encofrado en el almacén de la obra	○	→	□	⌒	▼	Espacio	90	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, para transportar la madera para su habilitado	○	→	□	⌒	▽	Traslado	8	NO AGREGA VALOR
3	El personal carga la madera para su transporte	○	→	□	⌒	▽	Traslado	45	NO AGREGA VALOR
4	El personal transporta las herramientas y materiales necesarios a los lugares adecuados para realizar el encofrado	○	→	□	⌒	▽	Traslado	22	NO AGREGA VALOR
5	Se habilita la madera según las dimensiones requeridas	●	→	□	⌒	▽		180	AGREGA VALOR
6	Se nivela el encofrado y se alinea horizontal y verticalmente, respetando recubrimientos	●	→	□	⌒	▽		120	AGREGA VALOR
7	Se le da hermeticidad al encofrado, ajustando cada esquina con materiales y herramientas	●	→	□	⌒	▽		75	AGREGA VALOR
8	Se clava y amarra la madera con alambre en sus apoyos para asegurar su fijación, y resistencia según sea necesario	●	→	□	⌒	▽		150	AGREGA VALOR
9	Se continua alineando el encofrado entre sí	●	→	□	⌒	▽		100	AGREGA VALOR
10	El maestro de obra verifica los recubrimientos, y el respectivo encofrado de la estructura	○	→	■	⌒	▽	Controles	25	NO AGREGA VALOR
11	El ingeniero responsable verifica la correcta posición de todos los encofrados de acuerdo a la estructura y su resistencia	○	→	■	⌒	▽	Controles	20	NO AGREGA VALOR
12	EL personal de apoyo, realiza la limpieza del lugar	○	→	□	⌒	▽	Traslado	33	NO AGREGA VALOR
13	Se recoge todos los sobrantes y almacena la madera restante	○	→	□	⌒	▽	Movimientos	15	NO AGREGA VALOR
14	Se transporta todas las herramientas y materiales hacia el almacén	○	→	□	⌒	▼	Traslado	24	NO AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	5	5	2		2	14	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	625	123	45		114	907		
	Tiempo AV (min)	625					625		
	Tiempo NV (min)		123	45		114	282		
									Hoja 1 de 1

Optimización en el Proceso de Encofrado:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	16	14	2	12.50 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	1002	907	95	9.48 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	625	625	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	377	282	95	25.20 %

Figura 75. D.A.P Propuesto de Encofrado.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO						<input type="checkbox"/>			
PROCESO: PREPARADO Y COLOCADO DE CONCRETO						<input type="checkbox"/>			
METODO:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad	
1	Se almacena los materiales y agua necesarios para la preparación del concreto en obra						Espacio	120	NO AGREGA VALOR
2	El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, de transportar los materiales al punto de preparación en la obra						Información	15	NO AGREGA VALOR
3	El personal transporta la maquinaria y herramientas necesarios para realizar el preparado y posterior colocado de concreto en el lugar de obra						Traslado	20	NO AGREGA VALOR
4	Se enciende la mezcladora para comenzar con el preparado							5	AGREGA VALOR
5	Se vierte el agregado, cemento y agua en la mezcladora para el preparado							10	AGREGA VALOR
6	El maestro de obra distribuye el personal para abastecer a la maquinaria de materiales, donde esperan su turno de acción.							8	AGREGA VALOR
7	La mezcladora gira y mezcla los materiales, obteniendo el concreto							13	AGREGA VALOR
8	El Ingeniero responsable verifica la consistencia del concreto y obtiene muestras del concreto						Controles	20	NO AGREGA VALOR
9	El personal encargado recibe el concreto preparado en baldes o carretillas y lo transporta para depositarlo en la estructura definida							6	AGREGA VALOR
10	El personal espera su turno de recibir el concreto preparado							7	AGREGA VALOR
11	El personal vibra el concreto durante su colocación, a su vez con una regla metálica va nivelando el acabado final							17	AGREGA VALOR
12	El maestro de obra ordena el acabado final del concreto, una vez terminado el colocado, en coordinación con el ingeniero							5	AGREGA VALOR
13	Se realiza el curado del concreto colocado, con los métodos más convenientes							40	AGREGA VALOR
RESUMEN	Cantidad	9	2	1		1	13	Fecha: 01/03/2017	Diagramado por: CMP
	Tiempo Total (min)	111	35	20		120	286		
	Tiempo AV (min)	111					111		
	Tiempo NV (min)		35	20		120	175		
Hoja 1 de 1									

Optimización en el Proceso de Preparado y Colocado de Concreto:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	17	13	4	25.00 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	357	286	71	19.89 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	111	111	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	246	175	71	28.86 %

Figura 76. D.A.P Propuesto de Preparado y Colocado de Concreto.

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO						<input type="checkbox"/> Operación:	Acabados	
PROCESO: ACABADOS						<input type="checkbox"/> Material:	Concreto	
METODO:	<input type="checkbox"/>	Actual		<input checked="" type="checkbox"/>	Propuesto		<input type="checkbox"/> Hombre:	Operario
Descripción	Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Tipo de desperdicio	Tiempo en minutos	Tipo de actividad
1 Se transporta los materiales y herramientas necesarios al punto a realizar los acabados						Traslado	35	NO AGREGA VALOR
2 El Maestro de obra da indicaciones a sus ayudantes, del tipo de acabado a realizar en la estructura							7	AGREGA VALOR
3 El personal en la obra identifica las actividades a realizar en el acabado de la estructura							9	AGREGA VALOR
4 El personal realiza el acabado en la estructura, con el cuidado debido							120	AGREGA VALOR
5 El ingeniero responsable verifica la calidad de los acabados realizados						Controles	23	NO AGREGA VALOR
6 Se realiza la protección de los acabados finales, para evitar que se dañen o deterioren durante el transcurso de la obra							12	AGREGA VALOR
7 El personal limpia el lugar y sus herramientas						Traslado/Limpieza	23	NO AGREGA VALOR
8 Se transporta todos los materiales sobrantes, herramientas y equipos al almacén de la obra						Traslado	30	NO AGREGA VALOR
<b>RESUMEN</b>	Cantidad	4	3	1			8	Fecha: 01/03/2017 Diagramado por: CMP Hoja 1 de 1
	Tiempo Total (min)	148	88	23			259	
	Tiempo AV (min)	148					148	
	Tiempo NV (min)		88	23			111	

Optimización en el Proceso de Acabados:

	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación
<b>Cantidad de Procesos</b>	10	8	2	25.00 %
<b>Tiempo Total (min)</b>	302	259	43	14.24 %
<b>Tiempo Agrega Valor (min)</b>	148	148	-	0.00 %
<b>Tiempo No Agrega Valor (min)</b>	154	111	43	27.92 %

Figura 77. D.A.P Propuesto de Proceso de Acabados

## 5.4 Descripción de los Problemas Detectados en los Procesos

### 5.4.1 Problemas en los procesos ICYA

Del análisis con DAP, se han detectado problemas dentro de cada proceso como excesivo transporte, almacenamientos indebidos, con muy poca realización de inspecciones y tiempos muertos de espera, identificando en el desarrollo que las actividades realizadas no generan valor en más del 50%, generando poca operación directamente, existiendo errores de procedimiento que afectan la productividad de obras en la empresa ICYA, estos problemas en cada proceso han sido evaluados para mejorar posteriormente los procesos productivo, para esto los profesionales responsables de cada proyecto, juegan un papel muy importante para modificar este escenario y llevar a un escenario según el D.A.P propuesto.

### 5.4.2 Causas en los procesos ICYA

*Causas de los problemas en la planificación.* En ICYA, la planificación comienza antes de poner un pie en un proyecto, según cómo se va a gestionar el proyecto, decidir qué recursos se necesitan y cuándo, para luego adquirir estos recursos. Asimismo, la planificación de las necesidades de equipo, donde se coloca los equipos, maquinarias y oficinas de ser el caso para evitar problemas posteriores.

Pero como la planificación es también un proceso continuo, con frecuencia va cambiando el orden de distribución de recursos en el tiempo, donde el trabajo a veces se detiene debido a que no han recibido la orden o por retrasos en la adquisición, y a veces la falta de un calendario que ayuda a planificar y proveer de recursos al proyecto, y no define los próximos objetivos que están día a día en el proyecto, que no son comunicados a todo el equipo encargado. Generalmente, los errores se presentan en la programación de las obras de ICYA, si bien se adaptan a las fechas del cliente, incluso si no son alcanzables, se vuelven imposibles en el desarrollo de la ejecución de la obra, que los limita a completar el proyecto en el tiempo previsto, cuando en realidad no es posible, sucediendo siempre por la mala

asignación de recursos en el tiempo y la metodología de construcción, y es allí donde la empresa pierde mayor cantidad de dinero, generando ampliaciones, no reconocidas por el cliente, éstas, mezclados con problemas climatológicos de la zona sierra, lugar de trabajo de la empresa ICYA, genera interrupciones y reduce la productividad.

Asimismo, muchas veces los responsables no leen bien los alcances y obligaciones de cada proyecto, con respecto al contratista, hasta que se presenten problemas; y que por lo general su desconocimiento se hace excusa, cuyo costo que asume la empresa son elevados por el simple hecho de no interpretar y tener claro el contrato.

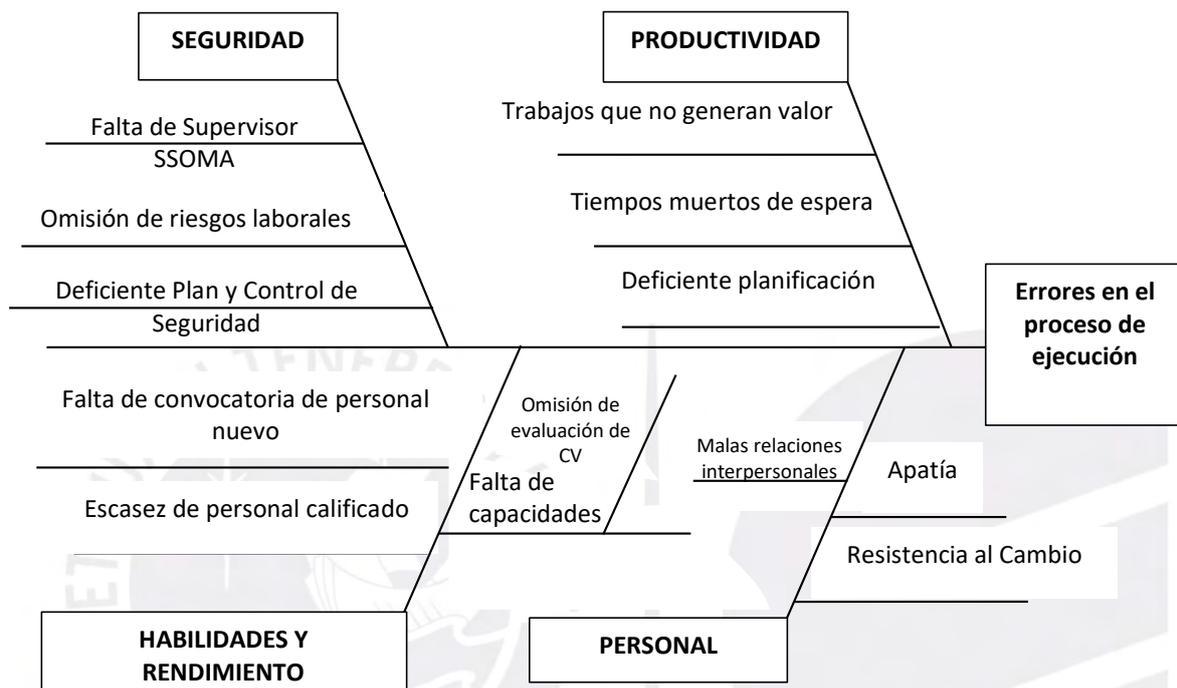


Figura 78. Diagrama de Ishikawa de errores en el diseño inicial

**Causas de los problemas en el proceso de ejecución.** En el proceso productivo de la empresa ICYA, por no atender correctamente las buenas prácticas de seguridad, y donde algunas veces estos accidentes cuestan dinero y perturban los proyectos, se han tenido antecedentes de riesgos laborales, porque las condiciones de trabajo a veces se vuelven

inseguras y pueden resultar en una pérdida de productividad y un impacto negativo en la moral de los empleados.

Normalmente, se tiene que pagar los sueldos y salarios inflados para obtener habilidades particulares de algunas personas que son la demanda, porque la empresa ICYA no hace un requerimiento de mayor y nuevo personal, sin embargo, no se está haciendo algo para superar esta escasez de personal calificado, ni se está formando para la próxima



generación de trabajadores de la empresa, ni tampoco en los últimos años no se ha proporcionado capacitación a los empleados, bueno para su moral y ayuda a su retención.

Figura 79. Diagrama de Ishikawa de errores en el proceso productivo

Causas de los problemas en el producto. Las causas de los problemas de errores en el producto final, pueden ser agrupadas en seis (ver Figura 62). El primer grupo denominado mano de obra, donde las posibles causas pueden ser la contratación de operarios no especializados, falta de motivación de trabajadores. El segundo grupo en materiales, donde las posibles causas son la dosificación inadecuada de los materiales, materiales inadecuados. El tercer grupo en diseño, en este caso la causa suele ser el uso de información de versión no

actualizada de los diseños, inadecuado diseño de ingeniería. El cuarto grupo en método, donde la causa puede ser el inadecuado proceso constructivo y falta de difusión de procedimientos constructivos. El quinto grupo está agrupado como medio ambiente, cuya posible causa sería excesiva lluvia, bajas temperaturas. El sexto grupo en equipos, donde la causa puede ser equipos no calibrados, falta de mantenimiento de equipos. Estas causas pueden influir en la calidad del producto, razón por la cual es necesario evaluar cada una de las posibles causas.

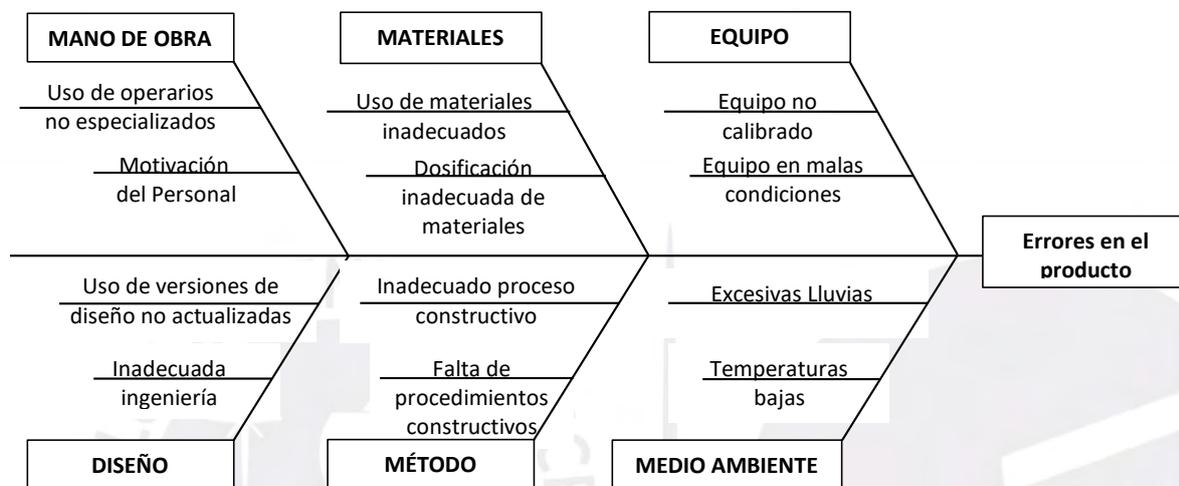


Figura 80. Diagrama de Ishikawa de errores en el producto

### 5.5 Propuesta de Mejora

Si bien es cierto, a nivel general la empresa ICYA no maneja sus procesos de ejecución de obras y/o servicios como producto final mediante diagramas de procesos, o por el mismo enfoque, lo que dificulta en gran parte muchas de sus actividades, por lo que de acuerdo a los procesos mapeados y analizados con DAP, se propone reducir los tiempos de las actividades de los procesos que no generan valor, tales como transporte, almacenaje, tiempos de espera, y reinvertirlos en las actividades que sí generan valor, como es la operación como función principal dentro de su ejecución de proyectos, motivando mayores actividades productivas. Se recomienda a la empresa ICYA utilizar estos DAP, como controles dentro de todos sus procesos en sus distintas áreas que posee, con el fin de manejar

mejor sus operaciones productivas y priorizar las actividades que generen valor, para que después comparando sus eficiencias de proceso, verificar cuanto de los recursos empleados en cada proceso están siendo utilizadas directamente para lograr el producto final, y si en realidad está cumpliendo su función. Asimismo, de toda la información recabada, se debe eliminar del proceso de cada DAP todas aquellas actividades que no contribuyen directamente en la partida de obra o que no generen valor, para cumplir los objetivos trazados.

Según la figura 63, se muestra un ahorro de S/. 38,357.56, por la optimización de los procesos, ahorro perteneciente en su mayoría a actividades que no generan valor como transporte, espera, almacenaje, inspección y trabajos rehechos. Este mismo procedimiento se puede aplicar para todos los proyectos que ejecuta ICYA, El costo que se incurriría para realizar este trabajo, sería el pago de un consultor especialista en optimización de procesos productivos, equivalente a S/. 28,000.00, y el beneficio sería S/. 38357.56 por cada proyecto, en un año si la empresa ejecuta cinco proyectos el beneficio sería S/. 191,787.80. A continuación se detalla los costos obtenidos de la obra realizada por ICYA en la localidad de Pashpa, y corresponden a costos totales por cada partida de obra (ver Figura 63).

## 5.6 Conclusiones

- Los diagramas de actividades de procesos operativos, han promovido la identificación de las actividades que generan problemas en la productividad, reconociendo actividades que generan y no generan valor dentro de los procesos representativos de ICYA, que han sido corroborados con el cálculo de cada uno de sus procesos y representados por el diagrama de Pareto, y ayudan en la búsqueda de causas dentro del diseño inicial, proceso productivo y el bien físico como entregable o producto final.

- Los D.A.P actuales y optimizados para la empresa ICYA, identifican claramente las pérdidas en utilidades, representado en tiempos, que se realizan para sus partidas de obra o actividades fundamentales que realiza constantemente en su ejecución de obras. Asimismo, estas pérdidas en tiempos son en promedio 30% del tiempo normalmente proyectado de cada actividad, que genera pérdidas estimadas de 10% del costo de cada actividad o partida de obra.



	Topografía General				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	13	9	4	30.77 %	4,570.00	
Tiempo Total (min)	114	74	40	35.09 %		1,603.61
Tiempo Agrega Valor (min)	21	21	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	93	53	40	43.01 %		
	Movimiento de Tierras – Excavación				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	16	12	4	25.00 %	21,000.00	
Tiempo Total (min)	209	145	64	30.62 %		6,430.20
Tiempo Agrega Valor (min)	73	73	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	136	72	64	47.06 %		
	Movimiento de Tierras – Relleno				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	15	10	5	33.33 %	15,500.00	
Tiempo Total (min)	354	258	96	27.12 %		4,203.60
Tiempo Agrega Valor (min)	136	136	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	218	122	96	44.04 %		
	Mov. Tierras – Eliminación de Material Excedente				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	16	12	4	25.00 %	12,000.00	
Tiempo Total (min)	326	256	96	29.45 %		2576.69
Tiempo Agrega Valor (min)	131	131	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	195	125	96	49.23 %		
	Habilitado de Acero				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	16	12	4	25.00 %	32,450.00	
Tiempo Total (min)	652	588	64	9.82 %		3,186.59
Tiempo Agrega Valor (min)	265	265	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	387	323	64	16.54 %		
	Colocado de Acero				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	21	12	9	42.86 %	19,600.00	
Tiempo Total (min)	809	664	145	17.92 %		3,512.32
Tiempo Agrega Valor (min)	161	161	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	648	503	145	22.38 %		
	Encofrado				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	16	14	2	12.50 %	38,720.00	
Tiempo Total (min)	1002	907	95	9.48 %		3,670.66
Tiempo Agrega Valor (min)	625	625	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	377	282	95	25.20 %		
	Preparado y Colocado de Concreto				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	17	13	4	25.00 %	53,870.00	
Tiempo Total (min)	357	286	71	19.89 %		10,714.74
Tiempo Agrega Valor (min)	111	111	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	246	175	71	28.86 %		
	Acabados				Costo Normal Promedio (S/)	Ahorro (S/)
	Actual	Optimizado	Ahorrado	Representación		
Cantidad de Procesos	10	8	2	25.00 %	17,280.00	
Tiempo Total (min)	302	259	43	14.24 %		2,460.67
Tiempo Agrega Valor (min)	148	148	-	0.00 %		-
Tiempo No Agrega Valor (min)	154	111	43	27.92 %		
	Total Ahorrado (S/)					38,357.56

Figura 81. Resumen de las propuestas D.A.P para ICYA

## Capítulo VI: Planeamiento y Diseño de Planta

En este capítulo se presenta el análisis de la distribución de la planta es decir del ordenamiento físico de los elementos productivos, que incluye los espacios necesarios para el movimiento del material y personal, la ubicación de los activos, el almacenamiento y todas las actividades o servicios que permitan un óptimo desenvolvimiento de las operaciones.

### 6.1 Distribución de Planta

#### 6.1.1 Estado Actual

ICYA, tiene su sede central en la ciudad de Huaraz, el área total es de 1,240m<sup>2</sup> de los cuales tiene un área de 140 m<sup>2</sup> destinado para oficinas que conforman los siguientes ambientes: Gerencia, administración, área de operaciones, logística, área de seguridad y salud ocupacional, dos servicios higiénicos, un ambiente para equipos de laboratorio, un almacén de 600m<sup>2</sup> para materiales, equipos y herramientas de uso frecuente y otro almacén de 500m<sup>2</sup> para uso de materiales, equipos y herramientas de uso menos frecuente, estos dos últimos en otra ubicación distante de la sede central (ver Figura 64).

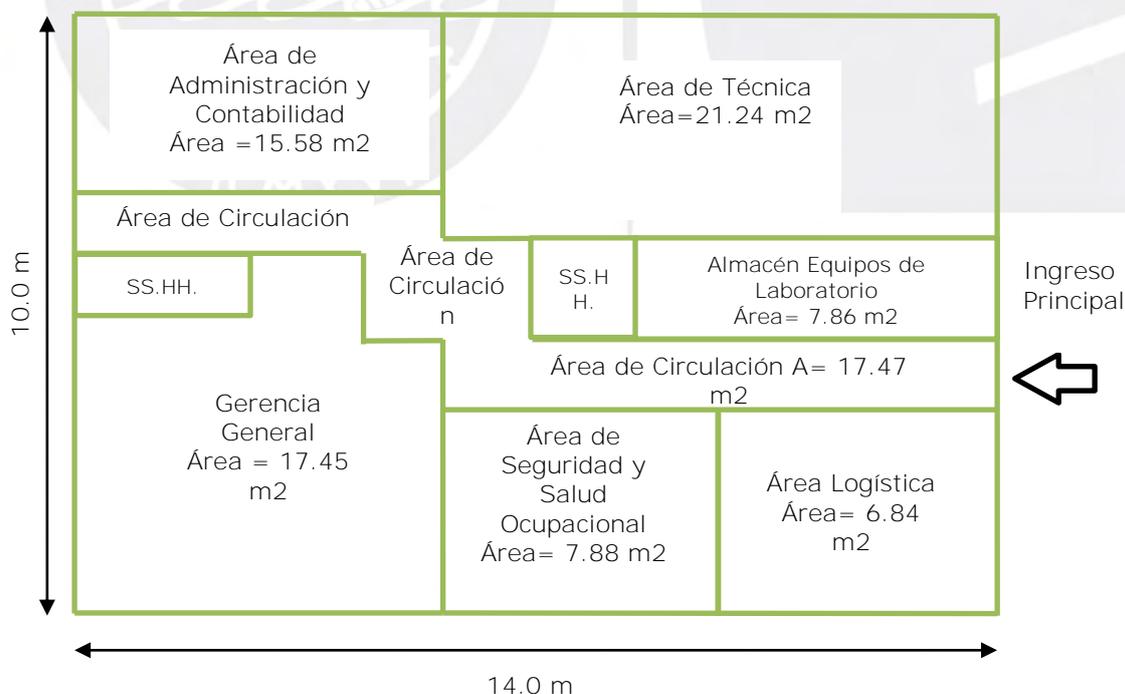


Figura 82. Dimensionamiento de planta actual de la sede central de la empresa ICYA

Por otro lado, ICYA por ser una empresa constructora de bienes físicos instala además una planta en los lugares donde ejecuta cada obra y las clasifica según sus operaciones, según el monto de inversión. Estas distribuciones varían de acuerdo a la disponibilidad de terrenos o la envergadura de la obra, y en algunos casos son espacios asignados por el cliente.

La distribución de la planta actual en el proyecto dentro de operaciones mina ha sido definido por el residente de obra y distribuido sin una planificación clara sobre distribución de espacios. La empresa ICYA, por ser una empresa de ejecución de obras, posee dos plantas, la primera planta es la oficina central y la segunda son las plantas en cada uno de los proyectos (ver Figura 65).

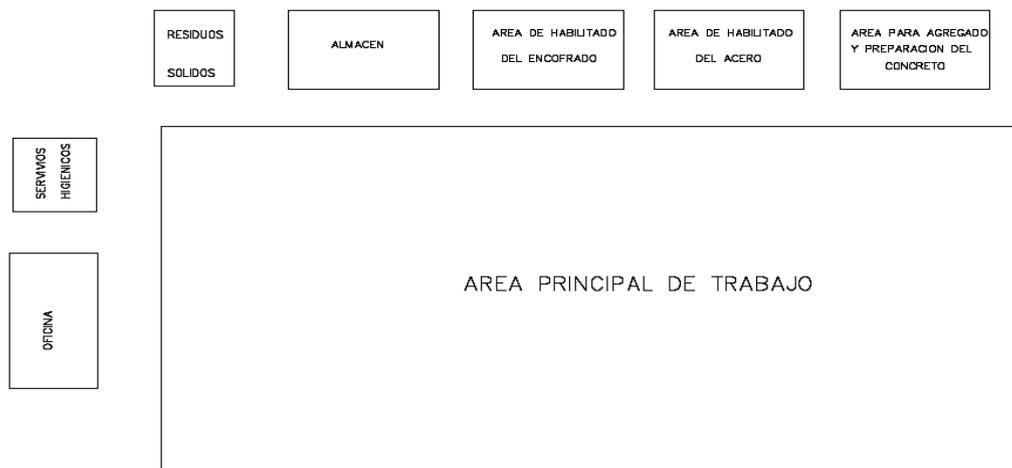
Según D'Alessio (2013), el mejor tipo de distribución de planta que se adapta al sistema de producción de la empresa ICYA es la distribución por posición fija, porque todos los productos realizados se mantienen en un solo lugar, al ser bienes físicos de gran volumen y peso, por ser productos únicos y donde todos sus medios de producción se mueven hacia estos. Asimismo, este sistema productivo, bajo su distribución fija, debe tener un planeamiento previo, que implique factores como localización, distribución de sus componentes, un plan de acción y control de movimientos de los actuantes; dado que todos los proyectos realizados por ICYA son externos y dependen de la disponibilidad de terrenos en el lugar donde se ejecuta el proyecto.

Las áreas de producción de ICYA, en el lugar donde ejecuta obras son: (a) oficina; (b) servicios higiénicos; (c) almacén; (d) área de residuos; (e) área de agregados y concreto; (f) área de habilitado de acero, (g) área de habilitado de encofrado; y (h) área principal de trabajo, donde se realizarán todas las actividades que involucren el desarrollo del bien.

## **6.2 Análisis de la Distribución de Planta**

La distribución de la planta de la sede central, como es de planeamiento, estrategias y de apoyo no requiere mucho análisis, a la fecha viene funcionando en forma normal. En

cambio la distribución de las instalaciones en las obras para la producción de ICYA no está bien definido, a pesar de que la distribución adecuada determina la eficacia de las operaciones a largo plazo. Esto no está permitiendo a ICYA tener una ventaja competitiva en relación a la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo. Las distribuciones de las áreas de producción están definidas, pero no existe la relación entre los ambientes; se muestra en la figura siguiente la distribución de los ambientes en la actualidad para todos sus proyectos.



*Figura 83.* Disposición actual de planta en obra para ejecución de la obra cimentaciones del nuevo edificio de personal obrero

Se evidenció que no hay un criterio para definir el tamaño de cada una de las áreas productivas, mucho menos la relación entre las mismas, por lo que se plantea que ICYA debería analizar la relación de los ambientes y dimensionar según la capacidad de producción. Para ello es necesario definir un modelo de distribución de oficinas para el agrupamiento del personal, equipos y espacios para proporcionar comodidad y seguridad

### 6.3 Propuesta de mejora

Para mejorar la planta productiva de ICYA, es necesario usar el diagrama de Muther, seguido de la hoja de trabajo para la producción, diagrama de patrones de distribución en bloques, donde se determinará la relación de cercanía total con la cual se definirá la distribución final de la planta.

Se define las principales actividades y su respectiva área teniendo en cuenta la relación de cercanía y las razones por las cuales se requiere que un área se encuentre ubicado cerca o distante de otra, para lo cual las áreas de cada actividad se relacionan con el grado de vinculación o cercanía. Se muestra el grado de vinculación y las principales áreas necesarias para la ejecución de un proyecto en ICYA (ver Tabla 17).

Tabla 17

*Valor, Grado de Cercanía y sus Factores para Vinculación*

Valor	Cercanía o grado de Vinculación	Factores
A	Absolutamente Necesario	Relación directa funcional o de producción en partidas principales ICYA.
E	Especialmente Importante	Secuencia productiva y nivel de seguridad.
I	Importante	Espacial o de posición y accesibilidad.
O	Ordinario	Actividades complementarias y costos laborales de trabajo.
U	Poco Importante	Almacenaje.
X	No conveniente	Costos de instalación.

A continuación, se vinculará las tablas de valor y grado de vinculación con las principales áreas necesarias para la ejecución de un proyecto, donde la planta de un proyecto de construcción es fija, típica de las que desarrolla ICYA, para lo cual es necesario usar el diagrama de Muther, seguido de la hoja de trabajo para la producción, diagrama de patrones de distribución en bloques, y se determinará la relación de cercanía total con la cual definirá la distribución final de la planta. Se define las principales actividades y su respectiva área teniendo en cuenta la relación de cercanía y las razones por las cuales se requiere que un área se encuentre ubicado cerca o distante de otra (ver Tabla 18, 19 y 20 y Figura 66).

Tabla 18

*Razones de Cercanía para Vinculación*

Valor	Razón
1	Uso de registros comunes
2	Compartir personal
3	Compartir espacio
4	Grado de contacto personal
5	Grado de contacto documentario
6	Secuencia del flujo de trabajo
7	Ejecutar trabajo similar
8	Uso del mismo equipo
9	Posibles situaciones desagradables

Tabla 19

*Principales Áreas Necesarias para la Ejecución de un Proyecto*

Valor	Área
1	Oficina
2	Servicio higiénico
3	Almacén
4	Área de residuos
5	Área de agregado y concreto
6	Área de habilitado de acero
7	Área de habilitado de encofrado
8	Área Principal de trabajo

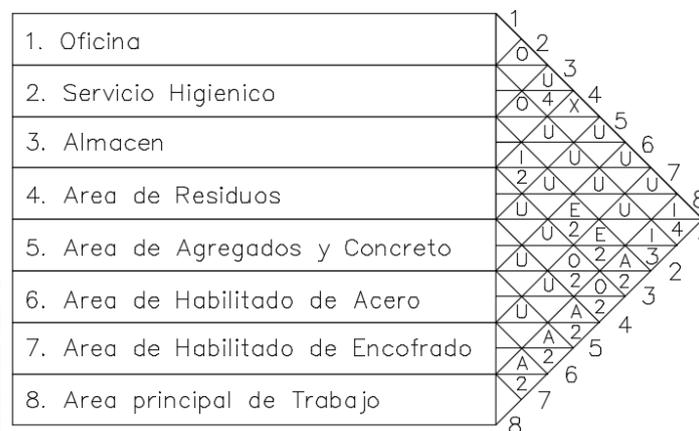


Figura 84. Diagrama de Muther de las áreas de producción ICYA

Tabla 20

*Hoja de Trabajo para la Ejecución de un Proyecto de Construcción*

AREA DE ACTIVIDAD	GRADO DE VINCULACION					
	A	E	I	O	U	X
1 Oficina	-	-	8	2	3,5-7	4
2 Servicios Higiénicos	-	-	8	3	4-7	-
3 Almacén	8	6,7	4	2	1,5	-
4 Área de Residuos	-	-	3	6,7,8	2,5	1
5 Área de Agregado y Concreto	8	-	-	-	1,2,3,4,6-7	-
6 Área de Habilitado de Acero	8	3	-	-	1,2,5,7	-
7 Área de Habilitado de Encofrado	8	3	-	4	1,2,5,6	-
8 Área Principal de Trabajo (producto)	3,4,5,6	-	1,2	-	-	-

Con la información anterior, se procederá a llenar el patrón de distribución (ver Figura 67). Asimismo, se establece la relación de cercanías total (TCR) de las áreas productivas de la empresa ICYA (ver Tabla 21).

A:  Oficina <input type="checkbox"/> 1 X: 4  I: 8 O: 2	A:  Servicios Higiénicos <input type="checkbox"/> 2 X:  I: 8 O: 3	A:  Almacén <input type="checkbox"/> 3 X:  I: 4 O: 2	A:  Área de Residuos <input type="checkbox"/> 4 X: 1  I: 3 O: 6,7,8
A: 8 Área de Agregado y Concreto <input type="checkbox"/> 5 X:  I: O:	A: 8 Área de Habilitado de Acero <input type="checkbox"/> 6 X:  I: O:	A: 8 Área de Habilitado de Encofrado <input type="checkbox"/> 7 X:  I: O: 4	A: 3,4,5,6,7 Área Principal de Trabajo <input type="checkbox"/> 8 X:  I: 1,2 O:

Figura 85. Patrones de la distribución en bloques ICYA

Tabla 21

Relación de Cercanía Total (TCR)

	A=6 1	E=5 2	I=4 3	O=3 4	U=2 5	X=1 6	7	8	TCR
1	0	3	2	1	2	2	2	4	16
2	2	0	3	2	2	2	2	4	17
3	2	3	0	4	2	5	5	6	27
4	1	2	4	0	2	3	3	3	18
5	2	2	2	2	0	2	2	6	18
6	2	2	5	2	2	0	2	6	21
7	2	2	5	3	2	2	0	6	22
8	4	4	6	6	6	6	6	0	38

Una vez definido la relación de cercanía total se procede a ubicar primero el que tiene el más alto TCR, y luego la relación de cercanía entre el resto de las áreas, en la Figura 65 se muestra la disposición final de la planta. La disposición final de la planta de ICYA, no solo depende de su relación de cercanía, según el análisis con el diagrama de Muther realizado,

sino también de las dimensiones de cada una de las áreas de producción en planta de ICYA, para lo cual con ambos conceptos se ha dimensionado las áreas tomando como referencia las medidas de los materiales de mayor dimensión utilizado en cada una de estas, incluyendo un área de circulación de 2.50 m para promover el libre tránsito de los involucrados en la producción, utilizando un área total de 578.55 m<sup>2</sup> (ver Figura 68).

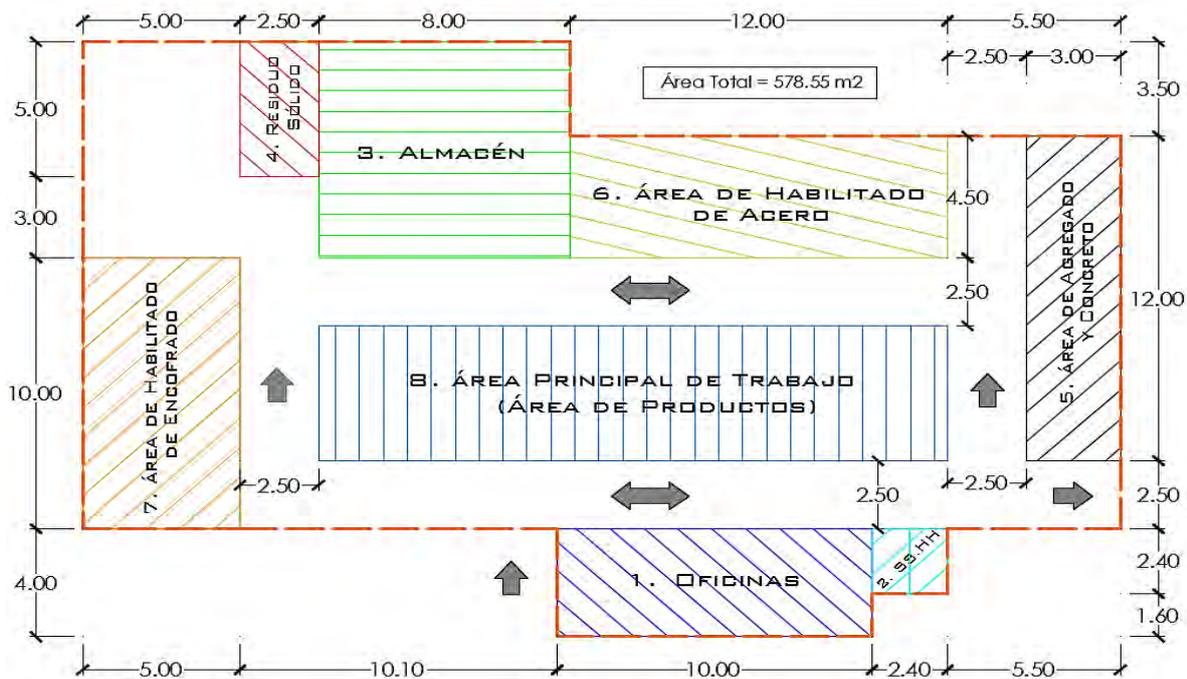


Figura 86. Disposición final de planta en obra para ejecución de la obra cimentaciones del nuevo edificio de personal obrero.

ICYA debe implementar la disposición final obtenido mediante el diagrama de Muther para su planta productiva, para mejorar los tiempos de traslado de materiales y movimiento de personal, para esto la construcción de las áreas se debe realizar con container amoblado según el requerimiento de cada área, los servicios higiénicos y el área de residuos sólidos deben sub contratarse con una empresa EPS. De esta manera ICYA aumentará la productividad, optimizando el flujo de trabajo. Estos cambios con la nueva propuesta, mediante la evaluación costo-beneficio origina un beneficio para el proyecto de cimentaciones para el nuevo edificio de personal obrero asciende a S/ 3,056.92 (ver Tabla 22). Es necesario indicar que esta disposición final calculada y propuesta para la empresa, es

aplicable según los espacios requeridos mínimos de cada área productiva, dependiendo mucho del tamaño y cantidad de los materiales, así como de la cantidad de personas y/o máquinas o equipos a transitar, y la envergadura del proyecto.

Tabla 22

*Evaluación de Costos y Beneficios por la Nueva Distribución de Planta*

Concepto	Escenario Actual	Escenario Propuesto
Costos promedio de distribución asignados por 1 obras ejecutadas (S/)	S/ 11,004.92	S/ 7,948.00
Tiempo de implementación promedio (días)	6	4
Recursos para implementar la nueva distribución (S/)		
Producción estimada	65% del rendimiento de cada partida de obra	90% del rendimiento de cada partida de obra
Tiempo necesario	1.8 veces los días programados	1 vez los días programados
Costo H-H (S/)	S/ 841.85	S/ 608.00
Costo de contratación de equipos para implementación (S/)	S/ 2,173.85	S/ 1,570.00
Gastos indirectos (S/) – Permisos, Alquileres, Luz, Agua, etc	S/ 2,935.38	S/ 2,120.00
Costo de obras civiles necesarios (S/)	S/ 5,053.85	S/ 3,650.00
Costo Total por 1 obras ejecutada (S/)	S/ 11,004.92	S/ 7,948.00
Beneficio por proyecto (S/)	S/ 0	S/ 3,056.92
Beneficio por proyectos ejecutados (3 en el 2016 ) (S/)	S/ 0	S/ 9,170.77

#### 6.4 Conclusiones

- La distribución de planta y la relación entre los ambientes para ICYA es importante para ICYA ya que permite reducir los tiempos de recorrido, seguridad, distribución de equipos y agrupación de personas según su especialidad, esta distribución de planta puede variar con el tiempo a medida que el proyecto avanza, además de generar mayores utilidades por proyecto.
- El tamaño está relacionado con la capacidad de producción y la distribución está relacionado con el grado de vinculación, para la cual se han hecho las estimaciones.

## Capítulo VII: Planeamiento y Diseño de Trabajo

En este capítulo se presenta el análisis de la organización actual del trabajo en la empresa ICYA con el objetivo de desarrollar estructuras de trabajo que cumplan con los requerimientos de la organización y que satisfagan las expectativas personales de quienes realizan el trabajo.

### 7.1 Planeamiento del Trabajo

ICYA, en la etapa de planeamiento parte de las estrategias como: la estabilidad laboral, horario de trabajo y las reglas de trabajo.

**Políticas de estabilidad laboral.** ICYA sigue la demanda con exactitud, dado que los trabajos que ejecuta son proyectos que tiene un inicio y un fin, razón por la cual se contrata el personal solo para un proyecto, estos según su especialidad como operarios encofradores, operarios herreros, operarios albañil, electricistas, etc., Esto significa que el periodo de contratación es corto, por lo que la rotación del personal es alta. Para ICYA, esta estrategia no es la más adecuada porque esto genera mayores costos de contratación, riesgo de no encontrar el personal calificado para una actividad específica, mayores costos por contratar personal por un tiempo reducido y empleo inestable que genera molestias en el trabajador. Todo esto afecta en el cumplimiento de los plazos, costo y calidad del proyecto, el cual reduce la utilidad de la empresa y afecta su productividad. Como consecuencia se reducen las utilidades de la empresa.

La empresa ICYA, cuenta como política de empleabilidad tiene dos tipos de empleo: (a) Empleo estable y (b) empleo temporal, la primera se aplica solo con personal clave de la sede central y de ser necesario en algunos casos, operarios en cantidad reducida que tienen habilidades múltiples y que realizan trabajos especiales, cuya ventaja de su estabilidad es la de especialización y conocimiento de las actividades que ejecuta la empresa, pero que por su modo permanente se vuelven en costo fijo mensual para la empresa; en la Tabla 23 se

muestra el personal fijo de ICYA, con su respectivo salario, así como el total de salarios mensuales de ICYA (ver Tabla 23). Se ha podido identificar que el costo fijo en el personal permanente es elevado, ya que ICYA solo ejecuta obras de mediana envergadura y de frecuencia variada. Asimismo se ha podido identificar que la empresa no cuenta con el área de Marketing y área de licitaciones, haciendo difícil que la empresa incremente sus clientes y por consiguiente incrementar las ventas, por lo que a la fecha cuenta con un número reducido de clientes.

Tabla 23

*Salario Fijo Mensual del Personal Estable en la Sede Central de ICYA*

Personal estable	Salario fijo mensual (S/)
Gerente de la empresa	10,000.00
Jefe de área de operaciones	8,000.00
Jefe de área de administración	5,000.00
Jefe de logística	5,000.00
Jefe de maquinarias	3,000.00
Jefe de seguridad y salud ocupacional	5,000.00
Responsable de Costos	5,000.00
Responsable de la calidad	5,000.00
Contador	3,000.00
Conductores (02)	4,000.00
Almacenero	3,000.00
Asistente de Administración	3,000.00
<b>Total de salario fijo en personal S/</b>	<b>59,000.00</b>

**Horario de trabajo.** ICYA ha establecido para su personal de sede central nueve horas diarias de trabajo de lunes a viernes, esto con la finalidad de que sábado y domingo se dediquen a la familia, esparcimiento y capacitación. Para el personal de obra el régimen es 14 x 7, quienes trabajan 10 horas diarias, y que esporádicamente hay horarios extendidos de dos a tres horas.

**Reglas de trabajo.** Dentro de las políticas de la empresa ICYA, todo trabajador deberá cumplir con las políticas de seguridad, salud y medio ambiente de la empresa, asimismo, deberá cumplir las cinco reglas básicas:

1. El trabajador si quiere abandonar su puesto de trabajo deberá comunicar y no se permite que incite a los demás al abandonar el trabajo.
2. Personal que se retira, no podrá volver a ingresar a laborar con la empresa
3. Trabajador que se le encuentre robando cosas de la empresa será denunciado a las autoridades competentes.
4. No se permite el uso de equipos eléctricos y de corte al personal que no cuente con entrenamiento.
5. Está prohibido hablar por celular al momento de realizar trabajos de alto riesgo.

## **7.2 Diseño del Trabajo**

### **7.2.1 Estrategias en el trabajo**

ICYA es una empresa constructora que se caracteriza por su elevada rotación y baja especialización de sus trabajadores, por otro lado cada día está enfocado en aumentar su productividad, de esta manera se busca satisfacer las expectativas del cliente, y a la vez mejorar las utilidades de la empresa, para lo cual ICYA se centra en mejorar sus procesos, incrementando así la productividad para lo cual busca constantemente la innovación basado en las siguientes estrategias:

***La especialización del trabajo.*** ICYA es consciente de que cada día el mercado exige mayor eficiencia, razón por la cual es necesario que el trabajador se especialice, para lo cual ICYA ha establecido un programa de capacitación en el uso de nuevos equipos como (Uso de encofrado metálicos, usos de aditivos, uso de equipos de termofusión, uso de equipos de electrofusión, uso de sistema de prefabricados, uso de equipos para preparación del concreto). Esto permitirá permanecer en el mercado, ya que cuenta con personal especializado y competitivo. Esta estrategia es la más adecuada cuando el proyecto dura más de un año.

***Expansión de trabajo.*** La expansión en el trabajo en su área productiva se da por dos maneras. La primera es la expansión vertical, donde se trata que el trabajador aprenda a

ejecutar más de una especialidad, por ejemplo, el operario encofrado también debe hacer habilitado del acero, el operador de la excavadora también debe operar la grúa.

La segunda es la expansión horizontal, donde se hace que los trabajos sean fáciles o similares en la ejecución, para lo cual se provee de equipos y herramientas que permitan que el trabajo no sea complicado y de esta manera el trabajador pueda realizar más actividades sin la necesidad de especializarse. En esta parte ICYA es consciente de esta estrategia, por lo que viene implementando equipos como Autohormigoneras para preparar el concreto en obra, cortadora de Hilo diamantado para realizar las demoliciones controladas de concreto, equipos de termofusión para instalación de geomembrana y tubería HDPE, electrofusión para tubería HDPE y encofrados metálicos. Estas estrategias son las más eficiente debido a la elevada rotación del personal, ya que no requiere especialización. ICYA, ha implementado la estrategia de especialización para el personal clave y la estrategia de expansión para el personal no permanente.

Según la gerencia la empresa cuenta con tres personas especializadas en la parte productiva, para el resto del personal se ha implementado la estrategia de expansión de trabajo vertical de distintas actividades. Pero la empresa en periodos donde no ejecuta obras el mantener personal fijo especializado generará un costo fijo de S/ 15,000 y capacitar el personal y capacitar al resto del personal no permanente genera un costo por capacitación y por periodo de aprendizaje la suma de S/ 20,000. Este reporte fue proporcionado por el área de administración de la empresa. Por lo que se recomienda buscar un equilibrio que permita reducir estos costos.

***Sistemas de motivación e incentivos.*** ICYA, actualmente no tiene un sistema de incentivo definido, dada la alta rotación de personal, no le ha permitido establecer un sistema que motive al trabajador. Lo único que viene haciendo como motivación es que su pago se realice en forma quincenal y en forma puntual de tal manera que el trabajador pueda disponer

su sueldo en adquirir cosas que satisfacen sus necesidades en forma oportuna. Para el personal obrero dentro de la ejecución de obras, ha implementado un minibús para el traslado desde el lugar de trabajo hasta sus casas brindando una mejor comodidad en sus viajes a fin de que puedan llegar más pronto y estar más tiempo con su familia.

**Comodidad.** ICYA, está en proceso de implementación de su oficina central, donde para los trabajadores de planta, se ha implementado sillas ejecutivas con escritorios personales, que satisfacen la comodidad de sus trabajadores, permitiéndoles tener una mejor postura y ergonomía. Por otro lado, viene implementando un ERP S10 que permitirá acelerar los trabajos, para que el trabajador ahorre más tiempo en su producción y pueda ir a su casa más temprano satisfecho del trabajo logrado a tiempo y en el momento oportuno.

### **7.2.2 Personal ICYA**

Tiene 13 empleados fijos en su sede central, y 03 personas especializados para la parte operativa de ejecución de obra, el resto del personal es contratada por cada proyecto por lo que es difícil la selección de personal de acuerdo a algunas competencias requeridas, como grado de estudios, experiencia, y habilidades. La empresa no cuenta con funciones claras para cada puesto de trabajo, solo es impartida por el residente de obra y el maestro de obra. Así, se describen las funciones asignadas para cada puesto de trabajo de ICYA de la sede central (ver Tabla 24).

### **7.2.3 Método de trabajo**

En la sede central de ICYA, si trabaja en coordinación respecto a su organigrama, en coordinación siempre con la gerencia general, fijando duración de determinadas actividades en oficina, así como sus plazos de entrega, cuando se realizan licitaciones; mientras que cuando existen obras en ejecución simultáneamente, trabajan en relación con los responsables de cada proyecto, coordinando y supervisando trabajos de campo, verificando entregables.

Las operaciones productivas de ICYA, se realizan en el lugar donde se ejecutan las obras. Para lo cual se estableció un método de trabajo que consiste en planificar el trabajo en forma semanal en forma informal, luego se hace los requerimientos de los insumos para hacer el trabajo en la siguiente semana. Durante la semana siguiente se ejecuta las actividades planificadas, donde se pudo observar que solo el 60% de lo planificado se cumple, ya que durante la ejecución aparecen restricciones que no permite las actividades programadas. En esta etapa se pudo identificar que no existe una distribución adecuada del personal, se ejecuta muchas actividades que no generan valor, generando así la improductividad y trabajos de refacción y reparación por incumplimiento de la calidad.

Tabla 24

*Funciones del Personal Estable ICYA*

Personal estable	Función
Gerente de la empresa	Asignar y monitorear los recursos en forma oportuna para el cumplimiento de la ejecución de las obras.
Jefe de área de operaciones	Optimizar los procesos productivos y apoyar la gestión efectiva para la ejecución de las obras.
Jefe de área de administración	Controla los costos globales de la empresa, de todas las áreas y reporta a gerencia datos semanales monetarios de las obras y de todos los gastos de la empresa.
Jefe de logística	Encargado de cotizar y suministrar todos los recursos a las obras en ejecución y satisfacer las necesidades de la sede central.
Jefe de maquinarias	Velar por el correcto funcionamiento de las máquinas que posee ICYA, en su mantenimiento respectivo y solucionando problemas técnicos-mecánicos que se originen de estos.
Jefe de seguridad y salud ocupacional	Hacer seguimiento del cumplimiento de las normas y planes de seguridad implementados para cada obra.
Responsable de Costos	Participar en los procesos de licitación y elaborar las propuestas económicas, elaborar y monitorear el presupuesto de control para cada proyecto.
Responsable de la calidad	Realiza el aseguramiento y control de la calidad de los productos entregables por ICYA, de acuerdo a las normas y en relación con el cliente, satisfaciendo sus exigencias.
Contador	Llevar los controles de contabilidad y aspectos tributarios de la empresa ICYA, con las entidades respectivas.
Conductores (02)	Uno de ellos está asignado a trasladar al área de operaciones de ICYA, según se requiera y el otro es movilizar, herramientas y/o equipos menores a través del área de logística a las obras.
Almacenero	Realiza el inventariado de la empresa ICYA periódicamente y suministrar con el responsable de logística a las obras en ejecución.
Asistente de Administración	Apoyar al jefe del área de administración con sus entregables.

#### **7.2.4 Medición del trabajo**

ICYA cuando ejecuta las obras no realiza la medición del trabajo por actividades, sino hace solo la medición de manera global el cual no permite identificar en que actividades se gana o se pierde, enfocándose en la mayoría de los casos en la eficacia más que en eficiencia. Esto significa que viene cumpliendo con los plazos de ejecución, pero no se enfoca en la eficiencia, esto conlleva a usar mayores recursos y esto genera mayores costos de ejecución. Esto en términos económicos puede significar una pérdida hasta el 5% del costo total del proyecto, según el reporte del área de administración de ICYA.

#### **7.3 Propuesta de Mejora**

Primero, de acuerdo al análisis de planeamiento y diseño de trabajo, ICYA debe reducir el costo fijo total de salarios del personal y el resto manejar en costo variable. Para lo cual debe mejorar la capacidad de reclutamiento del personal cada vez que inicia un nuevo proyecto, en caso contrario se correría el riesgo de no conseguir el personal calificado y esto impactaría en el tiempo, costo y calidad de cada proyecto (ver Tabla 25).

Tabla 25

*Funciones y Salarios Propuesto para Personal Estable en Sede Central de ICYA*

Personal estable	Función	Salario fijo mensual
Gerente de la empresa	Asignar y monitorear los recursos en forma oportuna para el cumplimiento de la ejecución de las obras.	S/ 10,000.00
Jefe de área de operaciones	Optimizar los procesos productivos y apoyar la gestión efectiva para la ejecución de las obras.	S/ 8,000.00
Jefe de área de administración	Controla los costos globales de la empresa, de todas las áreas y reporta a gerencia datos semanales monetarios de las obras y de todos los gastos de la empresa.	S/ 5,000.00
Jefe de logística	Encargado de cotizar y suministrar todos los recursos a las obras en ejecución y satisfacer las necesidades de la sede central. Velar por el correcto funcionamiento de las máquinas que posee ICYA, en su mantenimiento respectivo y solucionando problemas técnicos.	S/ 5,000.00
Jefe de seguridad y salud ocupacional	Hacer seguimiento del cumplimiento de las normas y planes de seguridad implementados para cada obra.	S/ 5,000.00
Responsable de Costos	Responsable en la elaboración de las propuestas económicas, elaborar y monitorear el presupuesto de control para cada proyecto.	S/ 5,000.00
Responsable de Licitaciones	Participar en los procesos de licitación, y promocionar las actividades que realiza ICYA.	S/ 5,000.00
Responsable de la calidad	Realiza el aseguramiento y control de la calidad de los productos entregables por ICYA, de acuerdo a las normas y en relación con el cliente, satisfaciendo sus exigencias.	Por proyecto
Responsable de control de proyectos	Realizar el seguimiento y control de proyectos mediante la metodología del valor ganado	Por proyecto
Contador	Llevar los controles de contabilidad y aspectos tributarios de la empresa ICYA, con las entidades respectivas.	S/ 3,000.00
Conductores (01)	Realizar el traslado del personal de la empresa y traslado de insumos para las obras.	S/ 2,500.00
Total salarios		S/ 48,500.00

Se plantea nuevo requerimiento de personal clave para las áreas de la empresa con salarios fijos que sea menor a los que tienen actualmente y se ha definido nuevas funciones, generando un ahorro significativo mensual de S/. 10,500.00 mensual y de S/. 126,000.00 anual. Segundo, ICYA debe implementar su estrategia de especialización para su área productiva, por lo que debe mantener al residente de obra, maestro de obra y el almacenero de obra, ya que estos son personal clave del área de producción de la empresa.

Tercero, ICYA debe implementar la estrategia de expansión para el personal no permanente, para lo cual es importante preparar procedimientos de trabajo, que permita al

personal ejecutar diferentes actividades, asimismo, debe crear condiciones adecuadas para que el personal ejecute actividades con mayor facilidad, sin la especialización. La expansión del trabajo, ha generado un problema interno para sí misma, la cual le ha costado económicamente y ha afectado el desarrollo de sus obras, por carecer de más personal especializado para ciertas actividades y solo depender de unos cuantos (ver Tabla 26).

Tabla 26

*Escenario Actual y Propuesto para la Realización del Trabajo ICYA*

Concepto	Escenario Actual	Escenario Propuesto
Especialización de Trabajo		-Se debe mejorar la convocatoria a fin de no tener personal estable especializado.
Expansión de Trabajo	Se ha rastreado tres personales que se han especializado en las actividades principales la empresa, además de tener una expansión de trabajo amplio que desarrollan en las obras de ICYA, volviendo a la empresa dependiente de él.	-Debe de seleccionarse personal que tengan habilidades diversas, desde la etapa de convocatorias, porque estos gastos solo representan el 10% del costo de sus futuros honorarios y tiempo empleado. - Crear procedimientos de trabajo que permita al personal más de una actividad  Ventajas: Gastos de Convocatoria: 10% de Honorarios futuros Ahorro de 25 a 40% en sueldos de costos de mano de obra especializada. El dinero ahorrado, puede destinarse en mayor capacitación a personal o implementación de un 15% a 30% en incentivos monetarios, quedando un restante de 10% de utilidad en la empresa.

Cuarto, en cuanto a la motivación del personal, ICYA deberá implementar incentivos para su personal obrero basado en la pirámide de Maslow, o jerarquía de las necesidades humanas, de esta manera buscar la fidelización de los trabajadores.

#### 7.4 Conclusiones

- ICYA no posee una capacidad de convocatoria y reclutamiento de personal cada vez que inicie un nuevo proyecto.

- ICYA, tiene mucho costo fijo para el tamaño y el nivel de venta actual, por lo que implementando las mejoras planteadas la empresa puede ahorrar hasta S/. 126,000 anuales en los salarios fijos y este ahorro debe trasladarse como incentivos al personal de planta y de obra a fin de mejorar la productividad e incrementar su identificación con la empresa.
- ICYA, debe innovar e invertir en nuevas tecnologías, a fin de usar la estrategia de expansión de trabajo, además, es necesario mejorar el programa de capacitación del personal al inicio y durante la ejecución de la obra, para así reducir el periodo de aprendizaje, de esta manera generar un ahorro del 10% del costo total de la mano de obra, estos valores han sido estimados por el residente de obra.



## Capítulo VIII: Planeamiento Agregado

En este capítulo se describe la manera como ICYA lleva a cabo el proceso de planeamiento agregado. Para realizar el planeamiento a mediano plazo a diferencia de otras empresas, para ICYA un periodo a mediano plazo es el periodo de ejecución de los proyectos, ya que los proyectos tienen un plazo de ejecución entre 30 y 90 días.

### 8.1 Estrategias Utilizadas en el Planeamiento Agregado

Una de las características principales de los proyectos que ejecuta ICYA es el tiempo de ejecución, a diferencia de una empresa de producción continua, ICYA tiene periodos de operación, que son los periodos en los cuales está ejecutando un proyecto, y periodos inoperativos, por lo tanto la estrategia que más se acomoda a sus sistema de planificación es el de la persecución de la demanda, es decir, para cada proyecto trata de encajar en forma dinámica el nivel de fuerza de trabajo, es decir incrementar o reducir la fuerza de trabajo en función de la demanda, o la tasa de producción, variando los horarios de trabajo, días de descanso, etc. Para la planificación agregada, ICYA combina, otras metodologías como: la gestión de proyectos con el enfoque del PMI (Project Management Institute), la metodología de producción Lean construction y el Just in Time.

El PMI establece una gestión de proyectos basada en buenas prácticas, a través de la guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge, 2013), esta guía para el sector construcción contiene 14 áreas de conocimiento como son: (a) Gestión de la integración; (b) Gestión del alcance; (c) Gestión del tiempo; (d) Gestión de los costos; (e) Gestión de la calidad; (f) Gestión de los recursos humanos; (g) Gestión de las comunicaciones; (h) Gestión de los riesgos; (i) Gestión de las adquisiciones; (j) Gestión de los interesados; a estos para la gestión de proyectos de construcción se agregan; (k) Gestión de la Seguridad; (l) Gestión de medio Ambiente; (m) Gestión de Finanzas; y la (n) Gestión de Reclamos.

## 8.2 Análisis del Planeamiento Agregado

El análisis de planeamiento agregado se inicia una vez que la empresa ICYA haya firmado un contrato con el cliente. ICYA realiza el planeamiento agregado para cada proyecto, siguiendo la guía de gestión de proyectos PMBOK, esto significa analizar las 14 áreas de conocimiento, pero se han encontrado algunas deficiencias en el planeamiento por lo que requieren ser mejorados:

**Gestión de la integración.** Es un conjunto de procesos agrupados que permite gestionar proyectos con éxito, siempre que se cumpla en analizar y ejecutar cada una de los procesos, los cuales se plasman en el plan de dirección de proyectos. ICYA, antes del inicio de cada obra, elabora el acta de constitución, donde se nombra al gerente de proyecto o al residente de obra. En esta acta se describe el propósito del proyecto, objetivos, descripción del proyecto a alto nivel, riesgo a alto nivel, resumen de cronograma de hitos, resumen de presupuesto, requisitos de aprobación y responsabilidad y nivel de autoridad del mismo. Se ha podido encontrar que ICYA cuenta con plan de gestión de proyectos, pero no están integrados adecuadamente, razón por la cual no se está logrando el objetivo de reducir costos y plazos, motivos que se describen en los puntos siguientes.

**Gestión del alcance.** La gestión del alcance describe aquello que está incluido y lo que no está incluido en un proyecto, con el objetivo de planificar adecuadamente el costo, el tiempo y la calidad del proyecto. Definir el alcance de un proyecto parece tarea sencilla, sin embargo para ICYA, el no realizar adecuadamente dicha gestión le ha generado sobrecostos por cumplir con los requerimientos de sus clientes, y que no estaban correctamente definidos en el alcance. De acuerdo a las estimaciones de la gerencia, estos sobre costos pueden llegar a representar hasta un 5% del costo total de las obras ejecutadas.

**Gestión del tiempo.** Para ICYA gestión del tiempo significa definir las actividades, estimar los recursos de las actividades, programar la duración de las actividades, y desarrollar

y controlar el cronograma. Un error frecuente es hacer un cronograma con la estructura de costos del cliente o del expediente técnico, donde falta definir otras actividades que son necesarias su ejecución para cumplir con el objetivo del proyecto. Obviar una actividad, impacta en costo y tiempo, por ejemplo, ICYA había obviado en la construcción del cerco perimétrico de las estaciones de válvula del mineroducto de Antamina, la partida de instalación y desinstalación de los andamios para el asentar muros de ladrillo de 7m de altura, la ejecución de esta partida represento la suma de S/. 87,890, represento el 2% de sobrecosto y retraso en 15 días en el plazo de ejecución.

**Gestión de los costos.** Se analiza los procesos de estimar, presupuestar y controlar los costos de tal manera que el proyecto se ejecute con el presupuesto del contrato. Este presupuesto es diferente al presupuesto meta, la empresa debe elaborar su propio presupuesto meta o de control, dado que realmente es el presupuesto que tiene mayor aproximación al presupuesto real.

Durante la elaboración del presupuesto meta se ha encontrado problemas en la estimación de costos. ICYA, no cuenta con base de precio de insumos, rendimientos, cuadrillas y precios unitarios. Esto hace que se dedique mayor tiempo en la elaboración del presupuesto meta. Una sub estimación puede generar problemas de asignación presupuestal, esto hace que las utilidades de la empresa se reduzcan. En algunos casos se ha sobre estimado los costos hasta el 10%, esto ha hecho que la competencia se posicione, desplazando a la empresa de una oportunidad.

**Gestión de la calidad.** Aquí se encuentran las recomendaciones para la gestión del aseguramiento y control de calidad, detalla claramente lo que hay que hacer para asegurar la calidad del producto. ICYA, cuenta con un plan de calidad para cada proyecto y a la vez asigna un ingeniero de calidad para que se encargue del seguimiento y control, pero en esta etapa de ejecución hay observaciones esto significa que el aseguramiento de la calidad es

deficiente o la competencia del personal de calidad no es la adecuada. Los costos de resanes y reparaciones han llegado hasta el 3% del costo total del proyecto, tal como indica la gerencia de la empresa.

**Gestión de los recursos humanos.** Se consideran los procesos relacionados con la organización, gestión y conducción del equipo del proyecto y de todo el personal que se requiere para el proyecto. ICYA, es una empresa constructora, donde hay una alta rotación, el personal se contrata por obra y esto hace que se incurra en mayores costos en la etapa de aprendizaje. No existe un programa de incentivos y no se cuenta con base de datos de obreros, esto hace que las obras se atrasen y generen mayores costos por contratar personal con poca experiencia. Todo esto originando a que los costos de ejecución se incrementen hasta 10% del costo de la mano de obra, esta información ha sido proporcionado el área de administración.

**Gestión de las comunicaciones.** Es aquí donde se implementa una matriz de comunicaciones, y se define la forma como se va comunicar durante la duración de ejecución del proyecto. En ICYA, uno de los principales errores identificados, son los problemas en el flujo de información, ya que en cada proyecto que se realiza no se planifica las comunicaciones internas entre el personal encargado porque no cuentan con un procedimiento de comunicaciones. Esto hace que no se puede controlar el proyecto en forma eficiente, como consecuencia de esto hasta la fecha no se puede controlar los costos por obras, esto hace que no se tome acciones correctivas en forma oportuna, y ha generado pérdidas hasta por 5% del costo del proyecto. Es importante que el personal de campo tenga una comunicación fluida sobre los problemas en obra y los avances de los mismos a fin de tomar acción correctiva en forma oportuna.

**Gestión de los riesgos.** Todas las actividades que realiza ICYA está sujeto a riesgo, razón por la cual se desarrollan los procesos relacionados con la identificación, evaluación y

la gestión de riesgo. Asimismo, se determina la contingencia ya que el riesgo no se puede eliminar. ICYA, no tiene la base de datos de las lecciones aprendidas, esto hace que se vuelva a incurrir a errores o no se gestione adecuadamente los riesgos, ya que cada riesgo que se presenta se gestiona en el momento, pero no se registra las acciones tomadas y estas no permiten tener lecciones aprendidas que permitiría gestionar mejor los riesgos. No gestionar los riesgos ha llevado a la empresa a incurrir en mayores costos, que han superado en algunos casos del 8% del costo total del proyecto, según el reporte del residente de obra.

**Gestión de las adquisiciones.** En esta etapa se enfoca en los procesos de compra o adquisición de los insumos para el proyecto. Estas pueden ser materiales, equipos, herramientas, equipos de protección personal, etc. Las adquisiciones en la empresa ICYA, se dan bajo el enfoque Just in time, es decir la empresa no cuenta con inventarios de los insumos, las adquisiciones se realizan en el momento que se requiere, bajo un cronograma de requerimientos elaborado en la etapa de planificación, las adquisiciones lo realizan el área de logística. Este enfoque si bien reduce el inventario, en caso de ICYA ha generado atrasos en la entrega y mayores costos de compra por inadecuado desempeño del área de logística ya que no cuenta con muchos proveedores y su capacidad de respuesta es lenta, por lo tanto, es necesario en la planificación se busque una alternativa como para superar este problema, una de las recomendaciones sería capacitar al personal de logística en compras y técnicas de negociación.

**Gestión de los interesados.** Es uno de áreas de conocimiento que hoy en día ha tenido mucha importancia en ICYA, ya que los grupos de interés pueden paralizar cualquier proyecto si estas tienen poder. Razón por la cual es importante identificar y gestionar los grupos de interés. Para ICYA, los grupos de interés que tiene mayor poder son las comunidades donde se ejecuta la obra, este grupo de interés puede hasta paralizar la ejecución de las obras si no se tiene una buena relación. Por lo que ICYA cuenta con personal

capacitado en manejo de conflictos sociales, esto ha hecho que permanezca en el tiempo a pesar de que viene ejecutando en las comunidades más vulnerables socialmente. Ha sabido convivir con la población beneficiaria y las comunidades donde desarrolla sus actividades.

**Gestión de la seguridad.** Se analiza los procesos necesarios para evitar accidentes y evitar los daños personales y materiales durante la ejecución del proyecto. La seguridad en ICYA, es una de las políticas, que tiene que cumplirse, para lo cual elabora un plan de seguridad y asigna un supervisor de seguridad para el seguimiento y control, estas se aplican en todas las obras ya sean privados o públicas, sin importar la envergadura del proyecto.

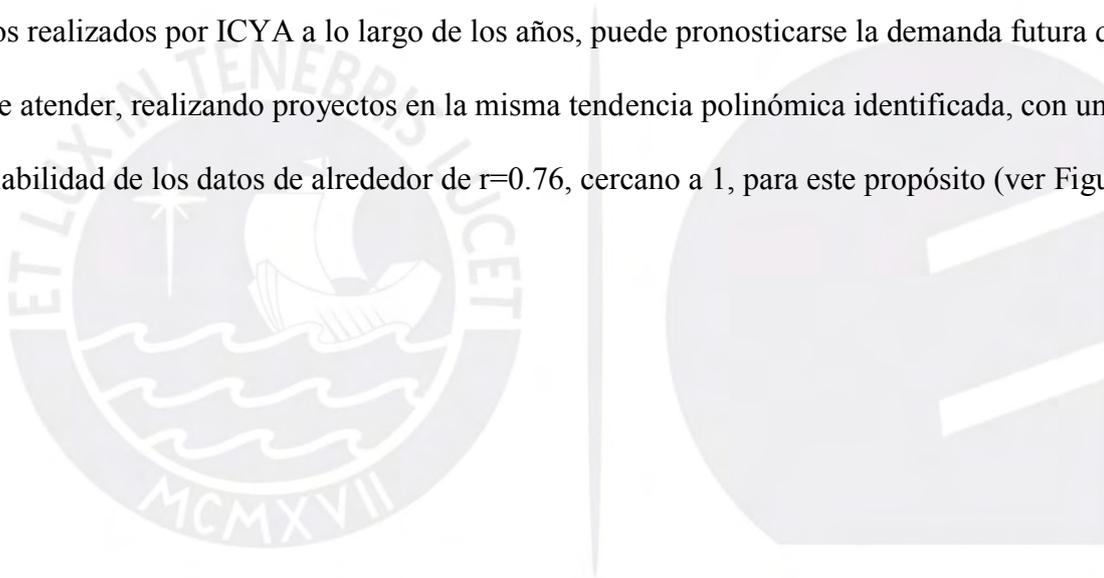
**Gestión Ambiental.** Hoy en día la empresa ICYA al ejecutar un proyecto, cuida y hace cumplir con las normas legales que regula el impacto ambiental que se genera durante el desarrollo del proyecto.

**Gestión Financiera.** Se analizan los pasos necesarios, así como los métodos para adquirir y gestionar los recursos financieros para el proyecto, que proporcionen fondos de dinero reembolsables y no generen impacto en la economía de la empresa para el correcto desarrollo del proyecto. Actualmente ICYA cuenta con línea de créditos que garantizan que los proyectos se ejecuten sin problemas financieros, siempre estas no superen los S/ 10'000,000.

**Gestión de Reclamos.** Comprende los procesos necesarios para prevenir o eliminar reclamos durante la etapa de construcción. La guía del PMBOK, permite gestionar mejor los proyectos porque se analiza y planifica diferentes áreas de conocimiento que son indispensables para el éxito del proyecto. Así, se muestra los procesos de las áreas de conocimiento que gestiona ICYA de manera eficiente y otras que se gestiona de manera deficiente o simplemente no se gestiona. En color verde se muestran los procesos que se gestionan de manera eficiente, y los procesos en color rojo se gestionan en forma deficiente o simplemente no se gestiona (ver Figura 69).

### 8.3 Pronósticos y Modelación de la demanda

La ICYA, durante los ocho años que viene ejecutando obras, se ha encontrado que la gran parte de sus obras ejecutadas han sido de infraestructuras en educación, saneamiento, riego y canales, el cual se pueden modelar para analizar posteriormente la demanda mediante un método gráfico a fin de pronosticar obras a ejecutar a futuro (ver Figura 70, 71, 72 y 73). Para una empresa constructora no es fácil pronosticar en el tiempo el siguiente proyecto, ya que esto depende de los procesos de licitación en los que participa y las buenas pros que obtiene. Para reducir esta incertidumbre es necesario reforzar el área de licitaciones y enfocarse en los proyectos que ha ejecutado más, tomando en cuenta la experiencia adquirida en este tipo de obras. Con la información de base, respecto a la oferta de productos o bienes físicos realizados por ICYA a lo largo de los años, puede pronosticarse la demanda futura que puede atender, realizando proyectos en la misma tendencia polinómica identificada, con una confiabilidad de los datos de alrededor de  $r=0.76$ , cercano a 1, para este propósito (ver Figura 74).



Áreas de Conocimiento	Grupo de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de Integración	- Desarrollar el acta de constitución del proyecto	- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto	- Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto	- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto - Realizar el control integrado de cambios	- Cerrar proyecto o fase
Gestión de Alcance		- Planificar la gestión del alcance - Recopilar requisitos - Definir el alcance - Crear la EDT/WBS		- Validar el alcance - Controlar el alcance	
Gestión del Tiempo		- Planificar la gestión del cronograma - Definir las actividades - Secuenciar las actividades - Estimar los recursos de las actividades - Estimar la duración de las actividades - Desarrollar el cronograma		- Controlar el cronograma	
Gestión de los Costos		- Planificar la gestión de los costos - Estimar los costos - Determinar el presupuesto		- Controlar los costos	
Gestión de la Calidad		- Planificar la gestión de la calidad	- Realizar el aseguramiento de calidad	- Controlar la calidad	
Gestión de los Recursos Humanos		- Planificar la gestión de los recursos humanos	- Adquirir el equipo del proyecto - Desarrollar el equipo del proyecto - Dirigir el equipo del proyecto		
Gestión de las Comunicaciones		- Planificar la gestión de las comunicaciones	- Gestionar las comunicaciones	- Controlar las comunicaciones	
Gestión de los Riesgos		- Planificar la gestión de los riesgos - Identificar los riesgos - Realizar el análisis cualitativo de riesgos - Realizar el análisis cuantitativo de riesgos - Planificar la respuesta a los riesgos		- Controlar los riesgos	
Gestión de las Adquisiciones		- Planificar la gestión de las adquisiciones	- Efectuar las adquisiciones	- Controlar las adquisiciones	- Cerrar las adquisiciones
Gestión de los interesados	- Identificar a los interesados	- Planificar la gestión de los interesados	- Gestionar la participación de los interesados	- Controlar la participación de los interesados	

Figura 87. Correspondencia entre grupo de procesos y áreas de conocimiento del PMBOK en ICYA

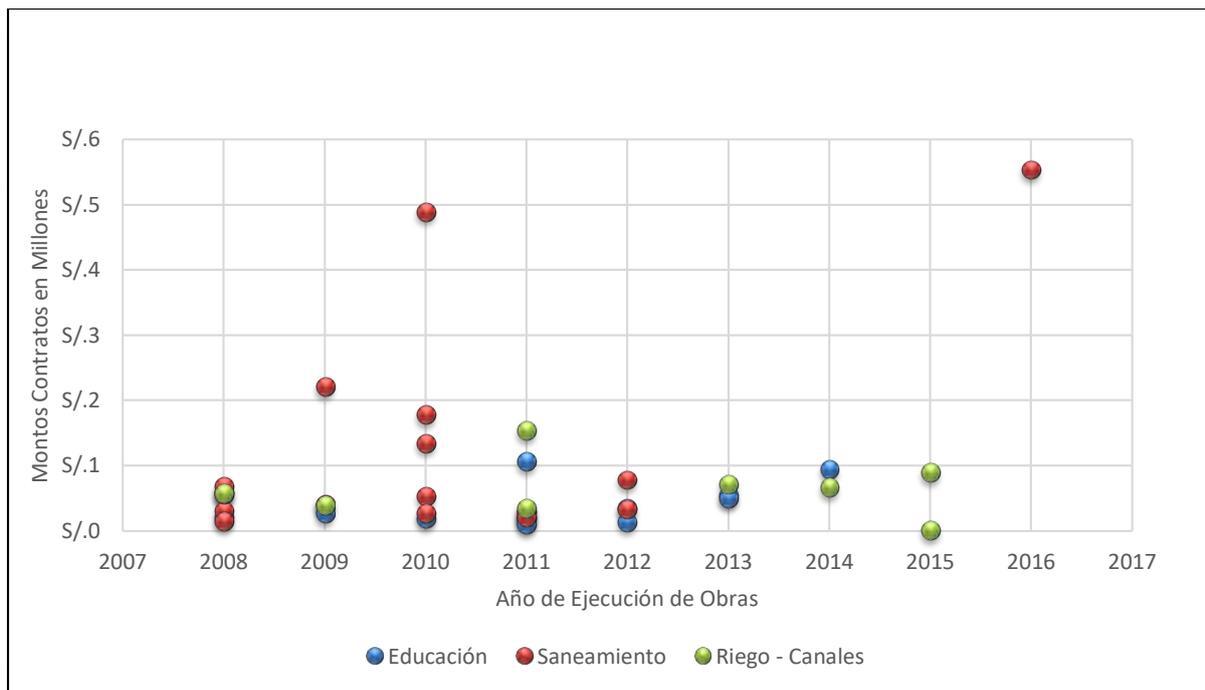


Figura 88. Relación de obras en el tiempo de ICYA

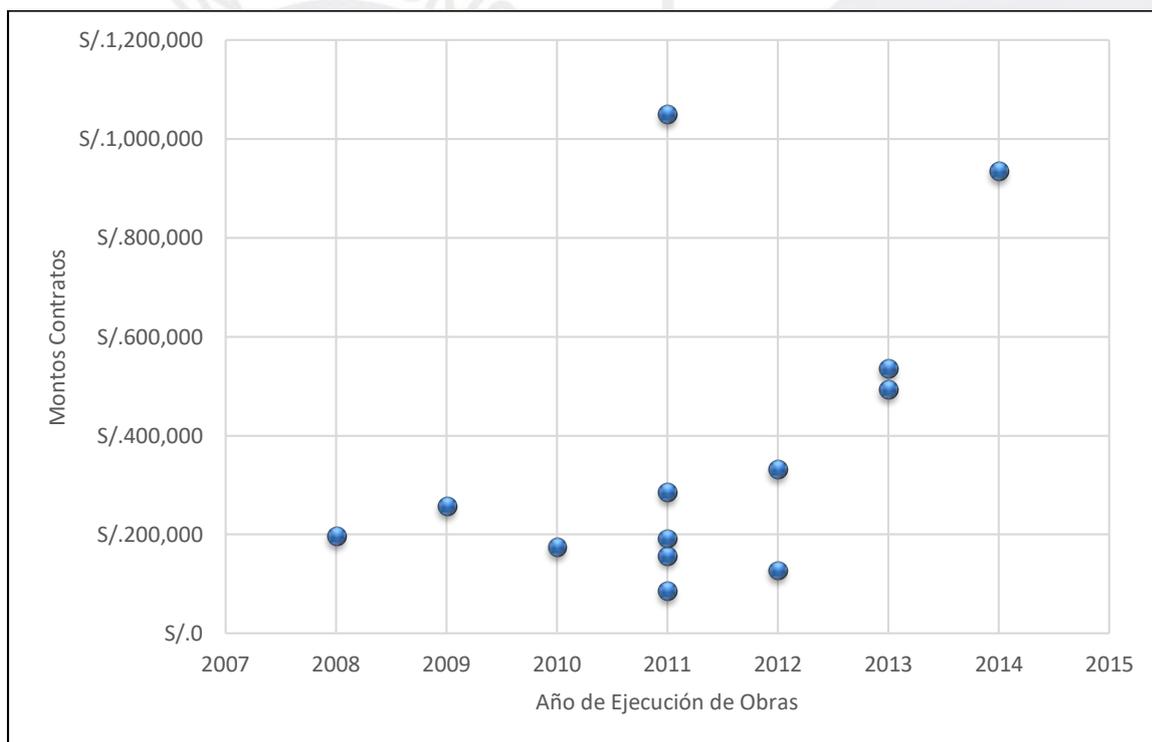


Figura 89. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en infraestructura de educación

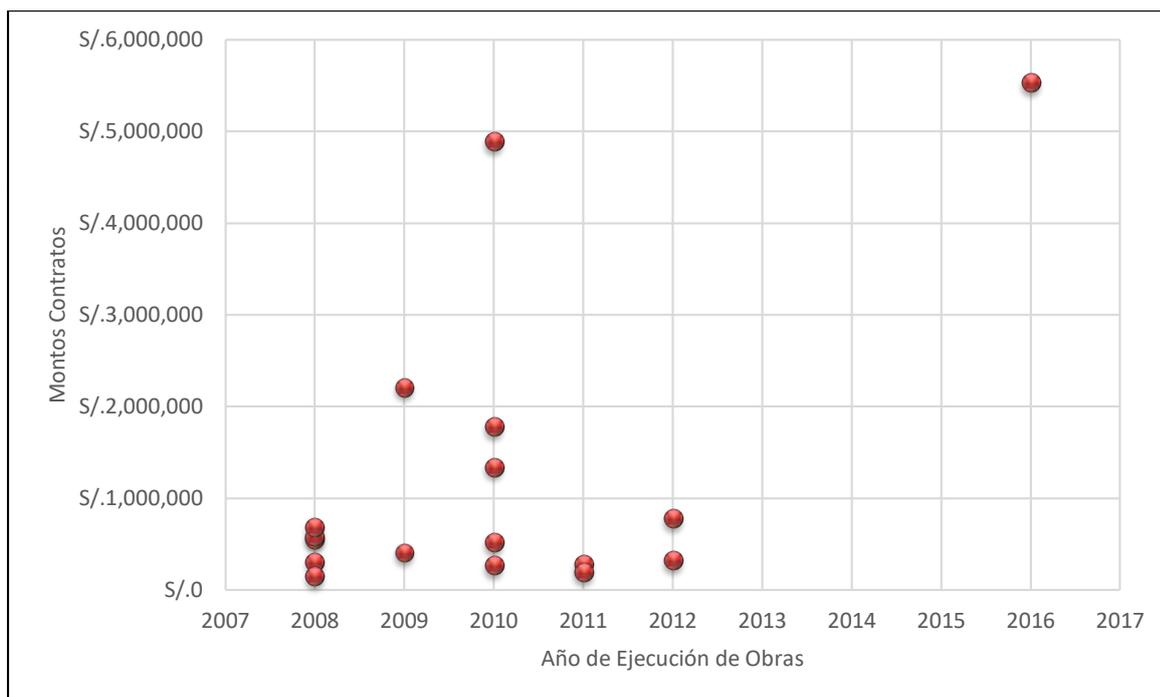


Figura 90. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en saneamiento.

Se puede identificar que los proyectos de saneamiento, son los que según la tendencia polinómica deben de desarrollarse en el futuro. Por lo tanto, ICYA debe de apuntar a ejecutar obras de saneamiento, seguido de los proyectos de riego y canales, y finalmente de infraestructura en educación.

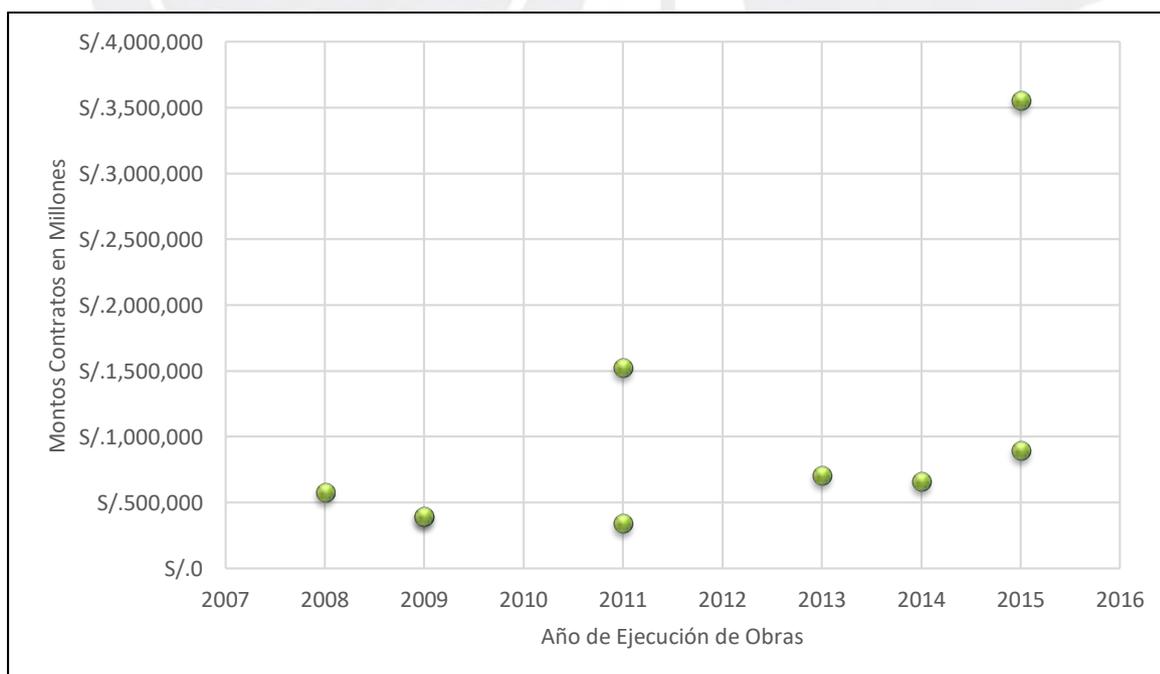


Figura 91. Mapeo de obras ejecutadas por ICYA en sistemas riego y canales.

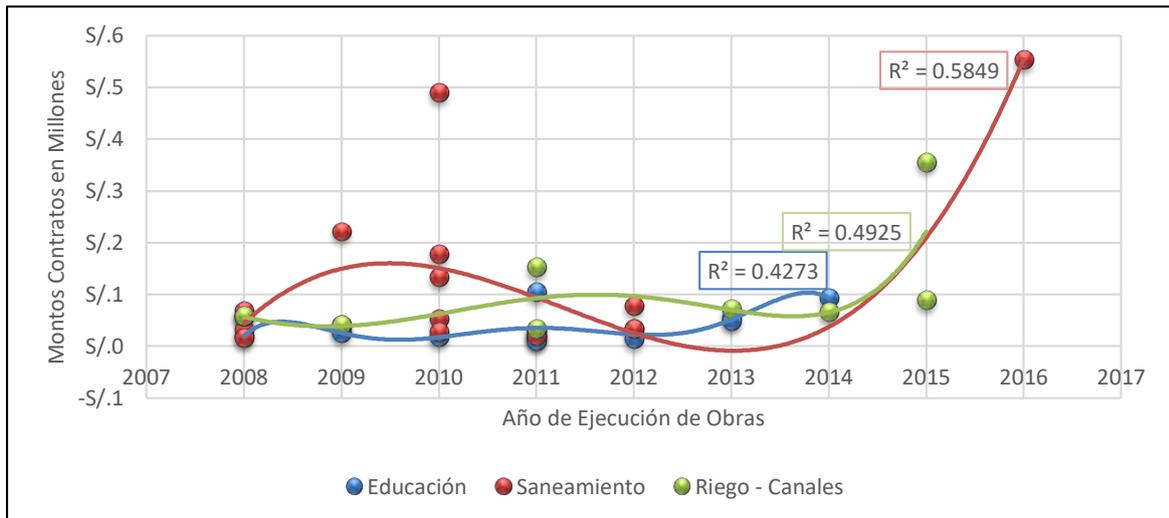


Figura 92. Tendencia polinómica de demanda futura de obras proyectada por ICYA.

#### 8.4 Planeamiento de recursos (Programa maestro)

Según lo indicado en el Item 8.2, con la planificación agregada se obtiene el plan de dirección de proyecto, donde uno de los entregables es el requerimiento de recursos o insumos en forma mensual, pero este requerimiento puede variar de un mes a otro ya que dependerá de las estrategias que se opte en reducir los tiempos y alguna variación que afecte directamente la programación, por ello una estrategia es acortar la duración de las actividades y tareas críticas mediante la adición de más recursos o modificando su alcance si fuera posible, a esta técnica se conoce como la compresión (Crashing).

Esta técnica de compresión del cronograma analiza las variaciones del costo y cronograma para determinar cómo obtener la mayor compresión con el mínimo incremento de costo, mientras la otra estrategia es la ejecución rápida (Fast tracking), que consiste en hacer que las actividades que normalmente se realizan en forma secuencial se realicen en paralelo o superpuestas. Para esto ICYA, no solo debe tener en cuenta y desarrollar las programaciones globales de sus obras tal como las viene elaborando, sino también las específicas de corto plazo tal como las programaciones semanales, para poder identificar las actividades en las que se puedan minimizar costos y maximizar entregables, con su respectiva asignación de recursos.

La programación de los recursos se realiza en esta etapa de planificación agregada, pero se va ajustando en la programación intermedia y semanal a medida de la necesidad. Para lo cual se usa la metodología del último planificador o Last Planner, que también es empleada por ICYA en menor proporción. Se parte de la planificación general, de donde se toma tres o cuatro semanas a fin de analizar las restricciones y se asignan los responsables para liberar las restricciones identificadas, definiendo fechas de levantamiento de las restricciones. Luego se hace la programación semanal, donde se programa para ejecutar todas las actividades que no tienen restricciones o están liberadas obteniendo así un requerimiento semanal más detallado.

### 8.5 Propuesta de Mejora

Utilizando el análisis de planeamiento agregado se puede observar deficiencias en la aplicación del PMBOK en la empresa ICYA, donde se identificó deficiencias en procesos de planificación, monitoreo y control, por lo que propone elaborar un plan de dirección del proyecto y cumplir con el porcentaje indicado (ver Tabla 27). En ICYA, se tiene el plan de dirección del proyecto, pero solo se cumple en un 72.3% en promedio todo lo indicado en el plan, el cual incrementa el costo total del proyecto, por lo que se proponen cumplir un 93% del plan como meta.

Tabla 27

#### *Plan de Dirección del Proyecto con Cumplimiento Actual y Meta en Porcentaje*

Plan para dirección del proyecto	% de cumplimiento actual	% de cumplimiento meta
Plan de gestión del Alcance	80	98
Plan de gestión del Tiempo	75	95
Plan de gestión de Costos	70	95
Plan de gestión de Calidad	80	98
Plan de gestión de Riesgo	70	95
Plan de gestión de Comunicaciones	80	98
Plan de gestión de Recurso Humano	60	90
Plan de gestión de Logística	70	95
Plan de gestión de Interesados	80	90
Plan de gestión de Fianzas	60	90
Plan de gestión de Seguridad y Salud	85	90
Plan de gestión de Medio Ambiente	70	90
Plan de gestión de Reclamos	60	85
% de cumplimiento promedio	72.3	93

## 8.6 Conclusiones

- La empresa ICYA, en la gestión de los proyectos según la guía del PMBOK solo viene cumpliendo en un 72.3% en promedio de los procesos y se plantea mejorar a 93% de cumplimiento. Esto significa que el plan debe ser mejorada, revisando todos los procesos a fin de esto se acerca más a la realidad y esto permitirá un incremento de las utilidades en las utilidades de la empresa.
- La demanda de obras en ICYA, no se puede estimar con facilidad debido a que no se puede vaticinar si en los procesos de licitación se obtendrá o no la buena pro. Pero según la tasa de crecimiento de la economía y el incremento del costo del cobre, la construcción va seguir en crecimiento.
- Existe una gran dispersión de datos entre las obras ejecutadas y sus montos de contratos, ya que no siempre se han realizado obras de alrededor el mismo monto. Pero si se puede concluir que ICYA tiene mayor experiencia en obras de saneamiento.
- Según el análisis realizado al grupo de procesos de gestión de proyectos, los puntos que requieren mejorar son: la gestión de riesgos ligados al alcance, calidad, gestión de costos, adquisiciones. En este último se requiere mejorar la capacidad de respuesta del área de logística para atender el requerimiento de insumos y en el área de recurso humano se requiere mejorar el reclutamiento del personal especializado para cada proyecto.

## Capítulo IX: Programación de Operaciones Productivas

En este capítulo se va a analizar la programación de las operaciones productivas es decir la puesta en marcha de la planificación, la secuencia de tareas y asignaciones de recursos y personal para ejecutar las operaciones productivas.

### 9.1 Optimización del Proceso Productivo

El proceso productivo de ICYA es definido por el ingeniero residente de obra y el maestro de obra; el secuenciamiento de los procesos productivos se define al inicio de los trabajos, luego en forma quincenal se van ajustando. Los principales procesos productivos de ICYA durante la ejecución de las obras son las presentadas a continuación (ver Tabla 28).

Tabla 28

#### *Descripción de Procesos Productivos en Obras de ICYA*

Proceso Productivo	Descripción
Trabajos Preliminares	Consisten en la movilización y desmovilización de herramientas, equipos, materiales y personal.
Trabajos provisionales	Consisten en la construcción de la planta en obra, señalizaciones, cercos.
Trabajo de movimiento de Tierra	Comprende la excavación de zanja, eliminación de material excedente, relleno y compactación.
Habilitado y Colocado de Acero	En este proceso se hace el corte, habilitado y colocación de acero según los planos.
Habilitado y Colocación del encofrado	En este proceso se hace el corte, habilitado y colocación del encofrado los planos, para luego colocar el concreto.
Preparación y colocación del Concreto	En este proceso se hace el corte, habilitado y colocación de acero según los planos.
Acabados	Comprende el tarrajeo, la pintura
Instalaciones Sanitarias	Comprende la instalación de agua y desagüe interior y exterior al proyecto
Instalaciones Eléctricas	Comprende la instalación de alumbrado y tomacorrientes interior y exterior al proyecto

Cada proceso productivo es analizado teniendo en cuenta la triple restricción, que son comunes en un proyecto (Alcance, costo y tiempo), donde se encontró que en los procesos productivos: habilitado y colocación de acero; habilitado y colocación de encofrado; y preparación del concreto, no hay una optimización a pesar que son procesos productivos principales de ICYA ya que estos se repiten en todas las obras que ejecuta y representa el 30% del costo de la obra, por lo que es importante la optimización de estos procesos

mediante el estudio de tiempos y movimientos, especializando al personal, haciendo que la actividad sea fácil de ejecutar, de esta manera se puede optimizar hasta el 3% del costo total del proyecto. Por otro lado, se ha podido encontrar que la empresa realiza muchas actividades que no generan valor, según el seguimiento realizado a la ejecución de una de las obras, donde se ha podido cuantificar que el costo de realizar actividades que no generan valor llega hasta 15% de costo total de la obra. Para el caso de una obra específica las actividades que no generan valor para en la obra cimentaciones del nuevo edificio de personal obrero que ejecuta ICYA (ver Tabla 29).

Tabla 29

*Actividades que No Generan Valor y su Impacto Económico*

Actividades que NO generan valor	% de sobre costo del proyecto	Sobrecostos en S/.
Espera por la autorización de liberación de campo	0.75	4,350.00
Espera por liberación de los protocolos	1	5,800.00
Espera por definición de los BM y niveles Topográficos	0.2	1,160.00
Espera por materiales	2	11,600.00
Traslado materiales	0.2	1,160.00
Traslado de equipos	0.5	2,900.00
Trabajar con Planos con versiones diferentes	0.5	2,900.00
No contar con planos Red Line	0.2	1,160.00
Espera por el combustible para los equipos	0.2	1,160.00
Espera por el personal	0.5	2,900.00
Resanes y reparación	1.5	8,700.00
Trabajo de Demoliciones	0.1	580.00
Reinducción del personal en temas de seguridad	0.35	2,030.00
Orden y limpieza inadecuado	0.25	1,450.00
Traslado de insumos en distancias largas	0.85	4,930.00
Manipuleo y almacenamiento materia sobrante	0.1	580.00
Manejo de desperdicios excesivos	0.15	870.00
Mermas por agregado u otros materiales por manipuleo.	0.2	1,160.00
Total del sobre costo	9.55	55,390.00

Según la tabla 29, los sobrecostos incurridos en este proyecto ascienden a la suma de S/.

55,390.00, si reducimos las actividades que no generan valor a 20%, el beneficio sería S/.

44,312.00, entonces al año para cinco proyectos sería S/. 221,560.00, para lo cual es necesario contratar un profesional especialista en construcciones sin pérdidas y dedicar 1 hora a la semana para las reuniones de programación de operaciones productivas e identificación de restricciones y liberación de restricciones, esto representa un costo de S/. 48,000.00.

## 9.2 Programación

En ICYA, la programación de ejecución de las actividades de un proyecto se hace siguiendo las recomendaciones en la guía del PMBOK, esto significa que: (a) se define las actividades; (b) se hace su secuenciamiento; (c) se estiman sus recursos; (d) se determinan su duración; y (e) se desarrolla su cronograma de ejecución. Definir las actividades, es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas para ejecutar un proyecto.

El secuenciamiento de actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. Para lo cual se usa como herramienta el método de diagramación de precedencia, y las actividades se pueden caracterizar las dependencias a través de los atributos de obligatoriedad, discrecionalidad, dependencias internas y externas. Estimar los recursos de las actividades consiste en estimar tipo y cantidad de materiales, mano de obra, equipos, etc., para poder ejecutar cada una de las actividades. Estimar las duraciones, consiste en estimar la duración de las actividades, para lo cual es necesario definir los rendimientos y las cuadrillas para cada actividad. Las herramientas para las estimaciones del rendimiento son las estimaciones paramétricas y la estimación por tres valores (valor probable, optimista y pesimista). Desarrollar el cronograma consiste en analizar el secuenciamiento de las actividades, con sus respectivas duraciones, dependencias, requisitos de recursos y las restricciones. Como herramienta ICYA usa el método de PERT-CPM, el cual es positivo en una empresa de construcción usar herramienta que permite ir modificando el cronograma de acuerdo a las condiciones propias de obra.

Asimismo, es importante definir los hitos de control, para realizar el seguimiento y control del cumplimiento de la programación, para lo cual ICYA usa el software MS Project y la metodología del valor ganado para saber si el proyecto esta adelantado o atrasado. Uno de sus indicadores es el SPI (Schedule Performance Index), que es un indicador de desempeño de la programación. Cuando SPI es mayor que 1 significa que la obra esta adelantado y en caso contrario está atrasado. El cual se obtiene de la curva S, donde está la curva programada y la curva del valor ganado. Para analizar esto, revisando el cronograma en obra y conversando con el residente de obra y el maestro de obra, se pudo encontrar algunos errores en la programación (ver Tabla 30). No considerar los puntos indicados pueden aumentar el plazo de ejecución, mayores gastos generales y esto puede llevar a incurrir a penalidades.

Tabla 30

*Errores Encontrados en la Programación de Obras en ICYA*

Errores encontrados en la programación
Hacer que el programa se adapte a las fechas del cliente.
Hacer la programación sin tener en cuenta la metodología de construcción
No se tiene en cuenta las condiciones climáticas en la programación
La programación de la construcción de las estructuras individuales sin tener en cuenta el impacto de las estructuras adyacentes
No considerar las restricciones del proyecto
No tener en cuenta el tiempo de las adquisiciones de los insumos.
No tener en cuenta los plazos de las inspecciones y pruebas.
No tener el tiempo de entrega de la obra ejecutada.
No tener en cuenta los rendimientos de los trabajadores de la zona.
Escases de la mano de obra Calificada y no calificada.
No actualizar el cronograma correctamente y no tomar acción correctiva cuando se produzca una variación en el proyecto.
No transmitir la programación para al equipo en el campo y a los subcontratistas.

### **9.3 Gestión de la información**

Para ICYA la gestión de la información es de gran importancia, ya que permite mejorar la comunicación entre los grupos de interés, mejora la comunicación con el cliente, mejora de las relaciones con los proveedores, permite la creación de condiciones para mejorar el ambiente de trabajo, mejora la comunicación interpersonal. Además, reduce el número de procesos de gestión/producción, simplifica los procesos de gestión/producción, aumenta la eficiencia en el uso de los recursos. Para esto, ICYA en cada proyecto crea una matriz de comunicaciones, donde se define la forma de comunicación (correo electrónico, informe semanal, informe mensual, reuniones, etc.). Asimismo, se define la estructura de las comunicaciones para el caso de comunicación formal. En caso de la comunicación sea informal se usa la comunicación verbal o por correo electrónico, esto depende de la importancia de comunicación. El control de la comunicación está a cargo de una persona que ocupa el cargo de control documentario, quien se encarga de la codificación y de transmitir la comunicación formal y a la vez registrar para contar con las evidencias.

### **9.4 Propuesta de Mejora**

ICYA a fin de reducir la variabilidad de la programación y reducir las actividades que no generan valor debe implementar como propuesta de mejora la herramienta de planificación y control propuesto por Ballard y Howell (2003), denominado el ultimo planificador (Last Planner System), esta herramienta relaciona la interdependencia entre los procesos productivos, reduciendo la variabilidad y asegura el cumplimiento de las actividades planificadas.

Para que funcione esta herramienta lo primero es que debe haber un compromiso desde la gerencia, residente de obra y todo el equipo de trabajo, para lo cual es importante que la gerencia ejerza un liderazgo para motivar al resto del personal, lo mismo se requiere en el liderazgo del residente de obra ya que es el responsable directo en campo de la producción.

Es importante también que participen los sub contratistas, los supervisores u otras personas que pueden influir directamente en la ejecución del proyecto.

Esta herramienta parte de que el ultimo planificador es la persona directamente que hace la planificación, ejecuta y hace seguimiento y controla lo realizado por las unidades de producción, este papel hace el residente de obra junto con el maestro de obra, siendo ellos los más indicados de implementarlo. Así también esta herramienta introduce adicionalmente a la planificación general de la obra (plan maestro), la planificación intermedia y la planificación semanal, para el seguimiento y control donde incorpora como indicador el porcentaje de asignaciones completadas (PAC), luego se procede a identificar las razones de incumplimiento, analizando causas raíz y a fin de tomar acciones para superar los problemas en la siguiente semana. Así, se muestra la secuencia de la planificación mediante el ultimo planificador y luego se describen cada uno de los programas (ver Figura 75).



Figura 93. Secuencia de planificación mediante la herramienta del último planificador Tomado de “Una Filosofía de Gestión: Lean Construction,” por Miguel Angel Jimenez Rodrigo, Madrid 1988 (<http://miguelangeljimenez.weebly.com/management/una-filosofia-de-gestion-lean-construction>)

**Programa maestro.** En esta etapa se listan todas las actividades que “deberían” ejecutarse de manera secuencial y respetando la interdependencia, el cual se hace usando el método de PERT-CPM, pero como el proyecto dura en algunos casos desde 3 hasta 10 meses, por lo cual es difícil que un programa maestro se cumpla ya que este programa ira variando según las condiciones propias del proyecto, por lo tanto solo sirve para definir el inicio, las

tendencias de ejecución de las actividades y la culminación. Por lo que es necesario ir simplificando, para lo cual es necesario dividir en fases y hacer una programación por Fases. Esto no quita de que la planificación maestra se debe realizar siguiendo las recomendaciones de la guía de gestión de proyectos del PMBOK, donde el poder de los grupos de interesados y la gestión de riesgos pueden aumentar o disminuir los plazos y las interdependencias de las actividades.

**Programación por Fases.** Esta programación consiste en dividir una obra por etapas o por fases, por ejemplo, cimentaciones de la etapa I y cimentaciones de etapa II; lo que se está haciendo es dividir la obra en varias partes o fases o partes más pequeños para mejorar la planificación y control. Si la obra es pequeña esta programación se puede prescindir ya que no se requiere dividir por su tamaño.

**Programación intermedia (Lookhead planning).** Esta programación consiste en tomar unas tres o cuatro semanas de la programación maestra, en esta parte aparecen todas las actividades que se “pueden” ejecutar, luego se revisa la relación de precedencias o interdependencias y se identifican las restricciones, las restricciones son los cuellos de botella que no permite ejecutar las actividades, razón por la cual el éxito de la planificación a este niveles es identificar todas las restricciones teniendo en cuenta el proceso constructivo, estas pueden ser materiales, mano de obra, herramientas, equipos, la calidad, seguridad, permisos, etc. Una vez identificado las restricciones lo que se hace es asignar responsables para que se encarguen de la liberación estableciendo una fecha determinada, que debe ser antes de que se realice la programación semanal.

**Programación Semanal.** En esta etapa se da la correcta relación de precedencia o interdependencia, donde el objetivo es definir todas las actividades que se “harán”, se revisan los procesos constructivos, la liberación de restricciones, se ajusta el requerimiento de personal, materiales, herramientas y equipos. Esto permite decir que las actividades

efectivamente se “*harán*”. Las actividades que son necesarias ejecutar y cuyas restricciones no han sido liberadas no se programan en esta semana y pasan para las siguientes semanas, sin dejar de hacer el seguimiento a los responsables del porque no pudieron liberar las restricciones. Una vez hecha esta programación se asignan los líderes de cuadrillas de trabajo y se comunica en forma clara antes de que inicien los trabajos indicando las metas a cumplir. Luego se inicia con los trabajos según esta programación semanal, con el apoyo del maestro de obra, los jefes de cuadrilla y el personal asignado a los procesos.

Cada fin de semana se mide el desempeño del plan de trabajo semanal, mediante el porcentaje de asignaciones completadas (PAC), que se obtiene al dividir el número de asignaciones completadas programadas por el número de asignaciones programadas para una semana dada. De esta manera, el PAC evalúa hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de anticiparse al trabajo que se haría en la semana siguiente, es decir, compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

Un buen logro de ejecución se da cuando “*hizo*” el 80% de lo planificado se ha ejecutado; un logro pobre está por debajo del 60%. Esto significa que a pesar de que se haría no se ha realizado al 100%, algunas actividades no se han completado, los cuales entraran en la programación de la siguiente semana. Algo más importante de esta medición de desempeño son las lecciones aprendidas y la identificación de las causas de no cumplimiento para tomar las acciones correctivas en la siguiente semana y seguir aplicando las cosas buenas que hicieron posible el cumplimiento de lo planificado. Asimismo, se debe implementar las recomendaciones específicas para las actividades que no generan valor encontradas en las obras ejecutas por ICYA.

Por los motivos indicados en la Tabla 31 es necesario reducir las actividades que no generan valor a fin de reducir los sobrecostos de 15% a 5%, el cual redonda en mayores

utilidades para ICYA. Además, ICYA, requiere mejorar los procesos productivos de los procesos de colocación de acero, encofrado y concreto ya que estos representan el 30% del valor de la obra. Para lo cual es importante cuantificar los tiempos productivos e improductivos, analizando la causa raíz a fin de plantear soluciones que mejoren el proceso productivo.

El trabajo en las obras de ICYA se divide en tres tipos, los cuales son: Trabajo productivo (TP), aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción; trabajo contributivo (TC), aquel trabajo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo en términos de apoyo a la producción; y el trabajo no contributivo (TNC), que son aquellas actividades que se realizadas que no están considerados en las dos categorías anteriores, complementando con la optimización de los procesos y la implementación de tecnología, para el caso de encofrado, se plantea usar encofrados metálicos, para el caso de acero, se ha implementado un equipo que hace el doblado del acero y para la preparación del concreto se ha implementado una auto hormigonera para producir el concreto, de esta manera se aumentará la productividad. En la tabla 31 se muestra los porcentajes de sobrecostos promedios para el total de obras ejecutadas por ICYA, y se plantea reducir un 10% de sobrecostos. Asimismo, a fin de reducir la variabilidad del cronograma, se debe implementar las recomendaciones para evitar errores en la programación (ver Tabla 32).

Tabla 31

*Porcentajes de Sobrecostos en Actividades que NO Generan Valor de ICYA*

Actividades que NO generan valor	% de sobrecosto actual	Recomendaciones para reducir el porcentaje de Sobrecosto	% de sobrecostos propuesto
Espera por la autorización de liberación de campo	1	Establecer claramente plazos para la liberación de campo	0.5
Espera por liberación de los protocolos	0.5	Llegar acuerdos de tiempos para la liberación de protocolos en control de calidad	0.25
Espera por definición de los BM y niveles Topográficos	0.5	Solicitar al operador de contratos las coordenadas del BM.	0.25
Espera por materiales	1	Hacer con plazo mayor y con mayor detalle el requerimiento de materiales	0.25
Traslado materiales	1	Requerimientos no programados e improvisados generan mayores costos de transporte y atención inoportuna.	0.25
Traslado de equipos	0.5	Equipos y herramientas se debe programar su entrega, en caso contrario el costo de atender y trasladar se incrementa.	0.25
Trabajar con Planos con versiones diferentes	1	Se debería en forma continua las versiones de los planos, de esta manera se evita rehechos	0.25
No contar con planos Red Line	0.5	Es recomendable que se lleve los planos Red Line a fin de anotar los cambios directamente en el plano y estas debe ser aprobadas en los mismo planos.	0
Espera por el combustible para los equipos	0.5	Los combustibles son asignados por el cliente, por lo que se debe encargar una persona exclusiva para esta responsabilidad, ya que sin combustible los equipos no pueden iniciar con el trabajo	0
Espera por el personal	1	Es recomendable definir el perfil del puesto y hacer requerimiento del personal en forma adelantada, sino se corre el riesgo de no conseguir la mano de obra calificada.	0.5
Resanes y reparación	3	Inadecuado proceso de calidad, y bajo nivel de control de calidad generan trabajos de resane y estos incrementan los costos y reducen el tiempo de entrega	0.5
Trabajo de Demoliciones	0.5	Inadecuado proceso de calidad, y bajo nivel de control de calidad generan trabajos de demolición y estos incrementan los costos y reducen el tiempo de entrega	0.25
Reinducción del personal en temas de seguridad	1	Si no se planifica el trabajo seguro, un incidente o accidente puede generar pérdidas económicas y costos de reinducción del todo el personal involucrado	0.25
Orden y limpieza inadecuado	1	Si no hay orden y limpieza se corre el riesgo de accidentes y desmotiva al trabajador cumplir con su tarea	0.5
Traslado de insumos en distancias largas	0.5	Mejorar la distribución de materiales para el trabajador no se traslade tramos largos	0.25
Manipuleo y almacenamiento materia sobrante	0.5	Se debe mejorar el requerimiento, para lo cual se requiere una mejor planificación	0.25
Manejo de desperdicios excesivos	0.5	Mucho desperdicio va afectar el presupuesto, por lo que requiere una planificación para el uso de los materiales	0.25
Mermas por agregado u otros materiales por manipuleo.	0.5	Traslado excesivo de un punto a otro puede generar mermas en el caso de agregados	0.25
Total del sobrecosto	15		5

Tabla 32

*Recomendaciones para Superar Errores de Programación de Obras de ICYA*

Errores encontrados en la programación	Recomendaciones
Hacer que el programa se adapte a las fechas del cliente.	Los programas deberían adaptarse a la secuenciamiento de las actividades, disponibilidad de recursos y al proceso constructivo.
Hacer la programación sin tener en cuenta la metodología de construcción	Para cada proceso debería definirse previamente la metodología de construcción o proceso constructivo
No se tiene en cuenta las condiciones climáticas en la programación	Hay que tener en cuenta las paralizaciones por alerta roja por la la presencia de lluvias.
La programación de la construcción de las estructuras individuales sin tener en cuenta el impacto de las estructuras adyacentes	La construcción de una estructura puede debilitar o restringir la construcción de las estructuras adyacentes
No considerar las restricciones del proyecto	La programación se debe realizar teniendo en cuenta las restricciones encontradas en cada proyecto.
No tener en cuenta el tiempo de las adquisiciones de los insumos.	En muchos casos algunos materiales requieren un plazo prolongado para poder ser entregado.
No tener en cuenta los plazos de las inspecciones y pruebas.	Hay que determinar los plazos para las inspecciones y pruebas
No tener el tiempo de entrega de la obra ejecutada.	El proceso de entrega y de transferencia requiere plazos prolongados ya que esto depende del cliente.
No tener en cuenta los rendimientos de los trabajadores de la zona.	Los rendimientos de la mano de obra varían considerablemente en cada zona de trabajo.
Escases de la mano de obra Calificada y no calificada.	En la zona puede escasear la cantidad de la mano de obra por la aparición de varios proyectos en la zona
No actualizar el cronograma correctamente y no tomar acción correctiva cuando se produzca una variación en el proyecto.	Es importante la actualización oportuna del cronograma
No transmitir la programación para al equipo en el campo y a los subcontratistas.	Cualquier modificación de la programación se debe comunicar a todo los miembros del grupo de interés

**9.5 Conclusiones**

- Para ICYA las operaciones productivas más importantes son el habilitado y colocado del acero y el encofrado, así como la preparación y colocación de concreto, ya que representan el 30% del costo de obra, razón por la que con un estudio de tiempos y movimientos e implementando nuevas tecnologías se puede reducir los costos de producción en un 5%.
- Implementando la metodología del Last Planner y teniendo en cuenta las recomendaciones para reducir las actividades que no generan valor se puede disminuir el costo producción en 10% del costo total del proyecto.

## Capítulo X: Gestión Logística

En este capítulo se analizará la gestión logística de la empresa ICYA, que provee el soporte a las operaciones de los recursos básicos para asegurar la ejecución de las operaciones productivas.

### 10.1 Diagnóstico de la Función de Compras y Abastecimiento

ICYA, por su naturaleza ejecuta proyectos únicos en un periodo de tiempo reducido, donde la logística cumple un rol muy importante, ya que de acuerdo a los presupuestos de cada proyecto, los materiales, equipos y herramientas representan el 40 a 50% del costo total del proyecto, y son administrados por el área de logística de la empresa, la logística actualmente cumple la función de compras, almacenamiento, gestión de inventarios y se encarga de la distribución, en cada proyecto de ICYA.

Para ICYA el área de logística, funciona como logística interna porque las obras que ejecuta están ubicadas en un punto donde el cliente lo establece. Razón por la cual no hace logística externa. Como logística interna hace la compra de materiales, equipos menores, herramientas, alquila equipo pesado y maquinaria que no tiene la empresa, además se encarga de la tercerización de algunos trabajos como cerrajería, carpintería, etc.

Para cumplir con este requerimiento ICYA cuenta actualmente con 02 personas en la oficina central que se encargan de la logística y se contrata almaceneros por cada proyecto (estos últimos contratados por el tiempo que dura el proyecto). Existe un responsable de la logística quien se encarga de la adquisición y el segundo se encarga del almacén y entrega de los insumos a obra (ver Figura 76).

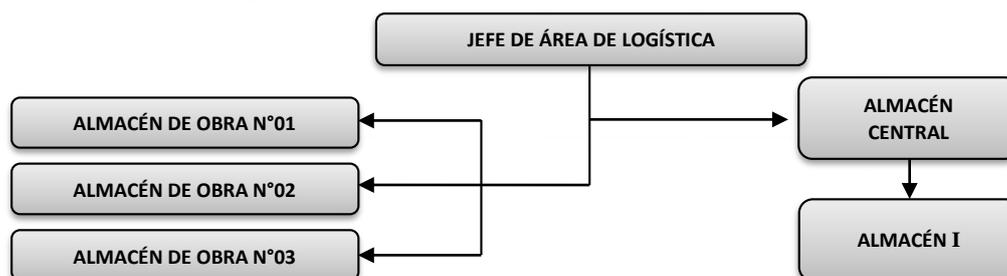


Figura 94. Organigrama del área de logística ICYA

ICYA ha optado por aplicar las filosofías de la producción JIT (Just in time) y lean construcción, dado que los inventarios repercuten directamente en el flujo de caja, es decir los costos se incrementan por el costo del capital invertido en material almacenado sin usar, costo del espacio de almacenamiento, costo de manipuleo o manejo en el almacén para ingresar y dar salida, costo por deterioro, el costo por obsolescencia y el costo por hurto, además de los costos de transporte.

Pero la implementación de modelo de JIT, no está siendo eficiente y está generando problemas en la producción, impactando en sobrecostos por la incapacidad de respuesta, retraso de entrega de materiales, mayor costo de transporte por el traslado de materiales de bajo volumen, mayores costos por la compra de insumos en menor cantidad, mayor tiempo invertido en las cotizaciones y contacto con proveedores.

Por otro lado, se ha identificado que en el diagrama de flujo de proceso de compra no existe la aprobación del área técnica y de la gerencia, directamente se viene atendiendo el requerimiento del residente de obra, el cual es perjudicial porque no hay un filtro del requerimiento realizado por el personal de obra (ver Figura 77).

## **10.2 La Función de Almacenes**

ICYA, cuenta con un almacén en la sede central y otros almacenes junto a la obra que viene ejecutando, manteniéndose relacionados directamente. La función del almacén central, sirve para almacenar los materiales de uso frecuente, materiales que son difíciles de conseguir en el mercado, accesorios de herramientas, equipos de protección personal y equipo mínimo, este almacén maximiza el beneficio de la ubicación para ICYA, por estar cerca a sus oficinas en la sede central, donde puede tenerse un mejor control e inventariado de todas las cosas que posee la empresa. Los almacenes en los proyectos de ICYA son ubicados junto a las obras y cumplen la función de abastecer, almacenar materiales, equipos, herramientas y equipos, estos dependen de la distribución de la obra y pueden ser ubicados en distintos lugares a la

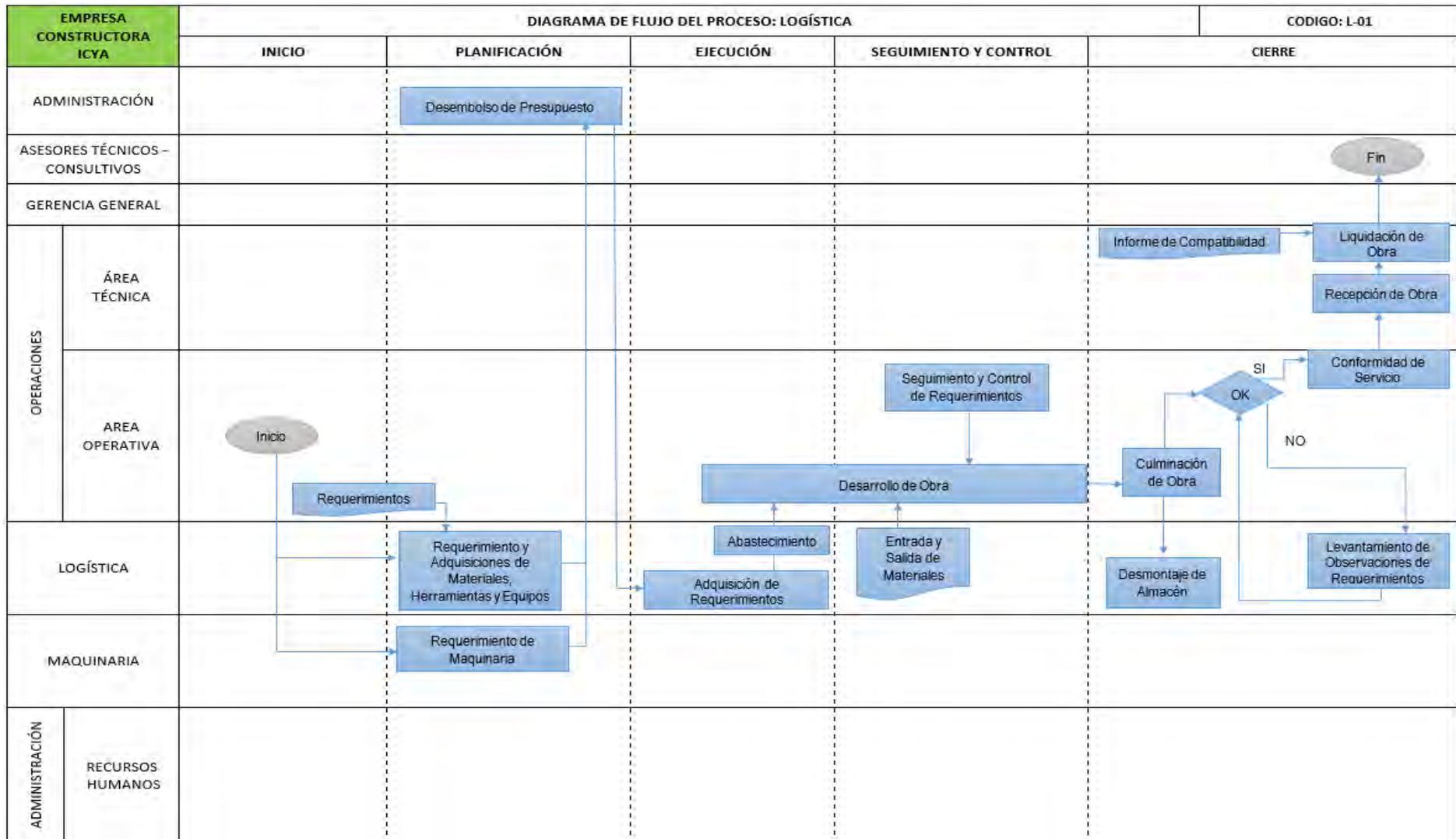


Figura 95. Diagrama de flujo del proceso de logística ICYA

vez, así como también pueden ser únicos en relación a la envergadura de los proyectos. El almacenamiento de los insumos en estos almacenes es de forma temporal, como máximo es durante el periodo de ejecución de la obra. La infraestructura de estos almacenes por su naturaleza temporal son infraestructuras desmontables, transportables como contenedor o prefabricados, esto permite ir cambiando de posición a medida que la construcción de la obra avanza. Estos son localizados estratégicamente, para abastecer en forma rápida y que no obstaculicen el libre movimiento del personal y de los equipos.

Ambos almacenes, tanto de la sede central como de los proyectos en las obras que realiza ICYA, tiene una distribución que cumple parcialmente la metodología de 5S, Esto significa que está clasificados, ordenado, existe limpieza en las áreas del almacén, pero no estandarizados y aun es débil la cultura a seguir mejorando.

### **10.3 Inventarios**

Las razones más importantes para llevar inventarios son: Capacidad de predicción, fluctuación en la demanda, inestabilidad del suministro (falta de confiabilidad de proveedores o cuando escasea un artículo), protección de precios (compra acertada de inventario en momentos adecuados ayuda a evitar el impacto de la inflación de costos), descuento por cantidad de compra, menores de costos de pedido, costo de transporte (permite el traslado de materiales con capacidad completa del vehículo) y menor tiempo en pago de proveedores por la cantidad de pedidos o compras realizadas. ICYA, como ejecuta proyectos únicos y en un periodo determinado, no requiere tener inventarios significativos, esto significa que se hace las adquisiciones según el requerimiento en el momento de la construcción a medida que avanza el proyecto, esto hace que ICYA tenga solo inventario mínimo. Solamente dentro del almacén central los inventarios se controlan siguiendo un análisis ABC. El análisis ABC es el proceso de dividir los insumos, de acuerdo a su valor de uso. ICYA tiene como inventario un tamaño denominado “Lote económico”, a fin de evitar el costo excesivo de mantener el

inventario, pero suficientemente alto para reducir los costos de preparación y de ordenar.

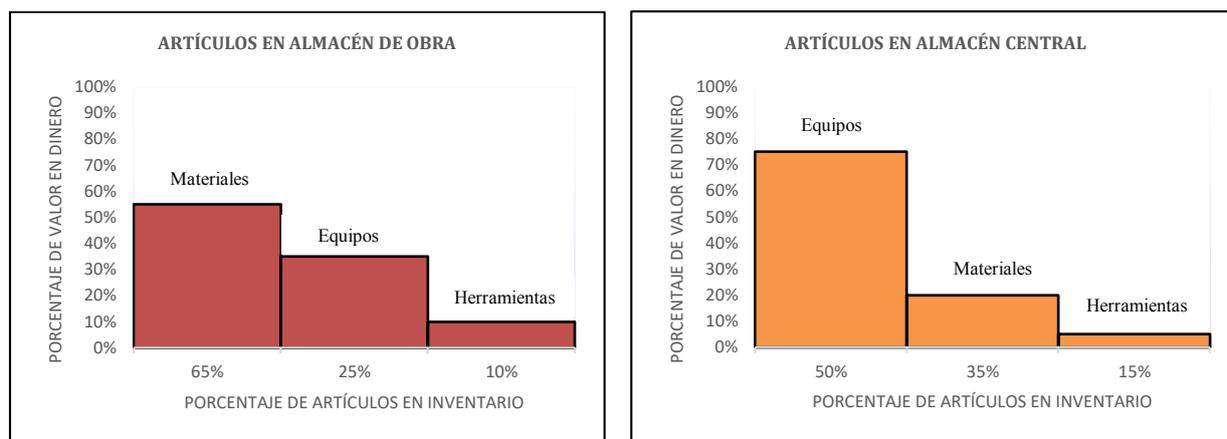


Figura 96. Análisis ABC, según reporte de gerencia en ICYA

ICYA, requiere contar con un stock mínimo de materiales, equipos, herramientas y repuestos de uso más frecuentes ubicados en su almacén central, los cuales se muestran en las Tablas 33, 34, 35, 36 y 37, donde el volumen de inventario es pequeño.

Tabla 33

*Inventario Mínimo de Materiales de ICYA*

MATERIALES			
DESCRIPCION	USO	FRECUENCIA	JUSTIFICACION
100 m de Tubería HDPE de 8" y 6"	Para Instalación de Agua	Mensual	La fabricación demora más de 10 días y venden en cantidades mayores
500 m <sup>2</sup> Geomembrana HDPE de 1.5mm	Para Instalación de Agua	Mensual	Solo venden en cantidades mayores
10 kg de Material de Aporte de Soldadura	Para la soldadura de geomembrana	Mensual	Es difícil su adquisición
10 gln de Aceite para Equipos y Herramientas	Para los equipos y herramientas que se encuentran en Obra	Semanal	Los equipos ingresan y salen en forma semanal
200 m <sup>2</sup> Malla galvanizada No. 08 No.10	Cercos perimétricos	Mensual	No se encuentra con el Galván exigido por el cliente
20 und de Tubería de fierro galvanizado	Cercos perimétricos	Mensual	No se encuentra con el Galván exigido por el cliente
10 und Tomacorrientes trifásico y monofásico	Para equipos eléctricos	Mensual	Se malogran muy rápido
200 m de Cables Vulcanizados No 8	Para equipos eléctricos	Mensual	Se malogran muy rápido

Tabla 34

*Inventario Mínimo de Equipos Menores y Herramientas de ICYA*

EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS			
DESCRIPCION	USO	FRECUENCIA	JUSTIFICACION
01 Bomba de Agua de 4"	Para eliminar agua	Semanal	Obligatorio
01 Cortadoras de concreto	Para cortar concreto	Semanal	Obligatorio
04 Planchas compactadoras	Para compactar el suelo	Semanal	Obligatorio
02 Vibro pisón	Para compactar el suelo	Semanal	Obligatorio
20 Discos de corte	Para cortar concreto, acero y madera	Semanal	Obligatorio
02 Vibradoras	Para vibrar el concreto	Semanal	Obligatorio
02 Mezcladora de Concreto	Para preparar el concreto	Semanal	Obligatorio
01 Reglas Vibratorias	Para el acabado del concreto	Semanal	Obligatorio
01 Rodillo compactador	Para compactar el suelo	Semanal	Obligatorio
04 Amoladoras	Para cortar el concreto y acero	Semanal	Obligatorio
20 Picos, lampas	Para excavación de zanja y eliminación de material	Diario	Obligatorio
05 Carretilla – Buggis	Para eliminar material excavado	Semanal	Obligatorio
02 Grupos electrógenos	Para los equipos eléctricos	Semanal	Obligatorio
01 Juego de andamios	Para trabajo en altura	Semanal	Obligatorio

Tabla 35

*Inventario Mínimo de Equipos de ICYA*

EQUIPOS			
DESCRIPCION	USO	FRECUENCIA	JUSTIFICACION
01 Grua	Para izaje de carga	Semanal	Obligatorio para izaje de cargas por tema de seguridad
02 Camionetas	Para el traslado de personal de mando	Diario	Obligatoria
01 SemiBus	Para el traslado de personal obrero	Diario	Obligatoria
01 Camion de 4 ton	Para el traslado de materiales y herramientas	Diario	Es difícil encontrar vehículo que cuente con autorización de acceso a Mina
01 Retroexcavadora	Para la excavación de zanja	Semanal	Es difícil encontrar equipo que cuente con autorización de acceso a Mina
01 Bomba de Concreto	Para colocación de concreto	Semanal	Es difícil encontrar equipo que cuente con autorización de acceso a Mina

Tabla 36

*Inventario Mínimo de Equipo de Protección de ICYA*

EQUIPO DE PROTECCION PERSONA Y PORTECCION COLECTIVA			
DESCRIPCION	USO	FRECUENCIA	JUSTIFICACION
50 Cascos	Para el personal	Semanal	Obligatorio
100 Lentes	Para el personal	Semanal	Obligatorio
50 Uniforme	Para el personal	Semanal	Obligatorio
50 Guantes	Para el personal	Semanal	Obligatorio
50 Zapatos	Para el personal	Semanal	Obligatorio
05 Cintas de Seguridad	Para señalización	Semanal	Obligatorio
200 Mascarillas	Para el personal	Semanal	Obligatorio
05 Mallas de seguridad	Para señalización	Semanal	Obligatorio
20 Cajas de Agua para trabajadores	Para el personal	Semanal	Obligatorio
02 Botiquín	Para emergencia	Mensual	Obligatorio
04 Extintores	Para emergencia	Mensual	Obligatorio

Tabla 37

*Inventario Mínimo de Repuestos de ICYA*

REPUESTOS			
DESCRIPCION	USO	FRECUENCIA	JUSTIFICACION
20 Bugía	Para quipos eléctricos	Semanal	Obligatorio
05 Fajas de Mezcladora	Para mezcladora y plancha compactadora	Semanal	Obligatorio
02 Manguera vibradora	Para el la vibradora de concreto	Semanal	Obligatorio
02 Juego de Llaves	Para armar y desarmar herramientas eléctricos y mecánicos	Semanal	Obligatorio
10 Arrancadores manuales de equipos eléctricos	Para motobombas y equipos eléctricos	Semanal	Obligatorio
02 Tableros eléctricos	Para equipos eléctricos	Semanal	Obligatorio

**10.4 La Función de Transporte**

Para ICYA, debido al modelo de producción JIT. El transporte es el componente más importante, ya que el transporte es el responsable de mover los insumos para las obras que se encuentran dispersos geográficamente y ubicadas a muchos kilómetros de la oficina central y

de los proveedores. Esta función es considerada como uno de los costos logísticos más elevados y constituye una proporción representativa de los precios de los productos. Los costos asociados con el transporte son altamente representativos en la cadena de abastecimiento y están involucrados directamente con la relación que se tiene con proveedores. Por lo que cada proyecto cuenta con presupuesto denominado flete terrestre y flete rural, estas deben ser analizadas con mucho cuidado ya que el cálculo del costo de transporte se realiza considerando que el vehículo va trasladar los materiales con su capacidad máxima. Esto no se dan en el caso de construcción ya que el material que se requiere obedecen a una programación, por lo que no siempre el vehículo que transporta no carga con su capacidad máxima y genera mayores costos de transporte.

En ICYA una caja de clavos que cuesta S/ 60 en la ferretería de la zona donde se ubica la empresa, puede llegar a costar en obra S/ 85, esto porque el traslado de pocos materiales no compensa con los costos del flete cuando el camión no traslada la carga según su capacidad máxima, por lo que requiere es necesario balancear la capacidad de carga con el requerimiento. A esto se incrementa la pérdida de materiales, equipos y herramientas por inadecuado uso de vehículo de transporte el costo crece en forma exponencial, por lo que la única forma de afrontar este incremento de costo es mejorando la etapa de planificación, donde se determine la frecuencia de entrega de materiales, el cronograma de adquisición y la cantidad que debe ser coordinado con la capacidad de transporte y el tipo de transporte, estos deberán ir plasmados en el plan de logística o adquisiciones.

### **10.5 Definición de los Principales Costos Logísticos**

Para ICYA existen solo existe los costos de la logística de entrada desde los proveedores y no existen costos de la logística de salida, porque las obras que ejecuta son productos no transportables. Los costos logísticos de entrada son: (a) Costos del tiempo que se invierte en las cotizaciones u buscar nuevos proveedores; (b) costos del tiempo en realizar

cuadros comparativos de precios; (c) costos de compra de insumos, costos del tiempo que se demora en realizar el pago y costos de espacio de almacenamiento; (d) costo de manipuleo en el almacén para ingresar y dar salida; (e) costo por deterioro y obsolescencia; (f) costo por hurto o pérdida, (g) costo de alquiler del almacén central; y (h) costo de transporte; este último se vuelven más críticos en caso de pedidos de materiales, herramientas y equipos por partes ya que el costo de transporte se duplica y la cantidad de viajes se incrementa hasta un 50 a 80% más.

En cada presupuesto de obra, siempre debe figurar el término “flete”, ya sea rural o terrestre que hace mención como costo de transporte, este último siendo uno de los ocho costos logísticos listados anteriormente, pero el resto nunca aparecen en los presupuestos de obra, por lo que la empresa ICYA asume estos costos, razón por la cual es necesario brindarle atención al resto de los costos citados.

### **10.6 Propuesta de Mejora**

Primero, en el proceso de logística de ICYA, se observó que todos los requerimientos de materiales, herramientas y equipos, no tenían ninguna aprobación y mucho menos una verificación por parte de los responsables, pasando directamente a la adquisición, la cual ha originado muchas veces problemas en los requerimientos finales, por requerimientos erróneos debido a mala coordinación o por malas especificaciones; por esto se propone mejorar el diagrama de flujo para las adquisiciones del área de logística ICYA, tal como lo muestra la Figura 79, en la que se agregan algunos subprocesos de aprobación de requerimientos.

Segundo, a fin de minimizar los costos de inventario lo recomendable es mejorar la implementación del modelo de producción justo a tiempo (JIT). Asimismo, se recomienda mantener los niveles de stock mínimos en sus almacenes, para satisfacer las necesidades básicas en la ejecución de una obra. A continuación, se muestra los puntos a mejorar en la gestión de logística.

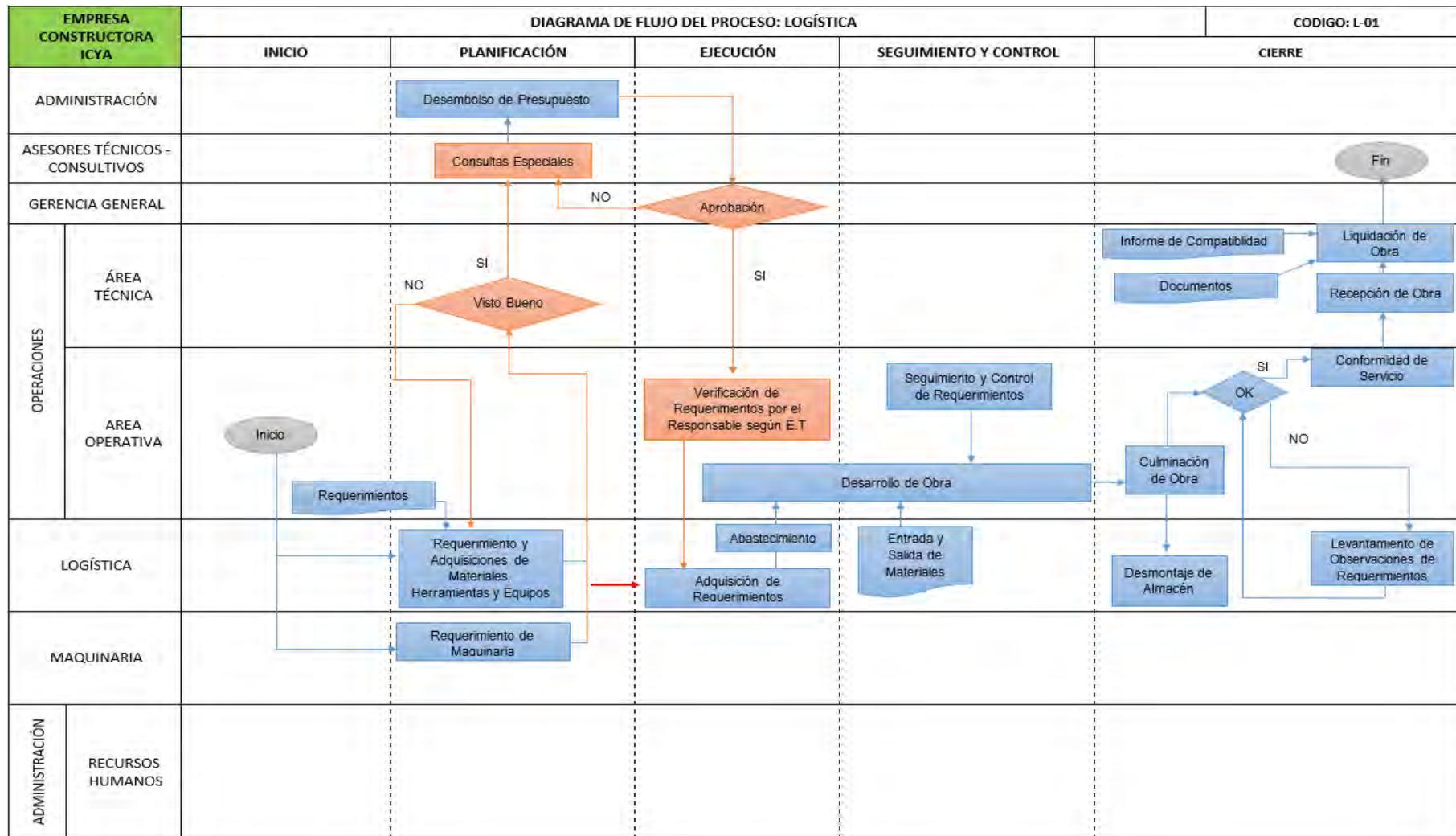


Figura 97. Diagrama de flujo del proceso mejora de logística ICYA

Tabla 38

*Actividades a Mejorar con Inversión y Beneficio en ICYA*

Actividades a mejorar	Inversión S/.	Beneficio
Capacitación del personal en temas de logística y cadena de suministro	26000	Reducción de precio de compra en un 2.5% por mejorar la capacidad de negociación
Incrementar la base de datos de Proveedores de materiales, herramientas y equipos	1000	Reducción en 5% el precio de compra de los materiales, herramientas y equipos
Incrementar la base de datos de proveedores con vehículos de diferentes tamaños para el traslado de materiales, herramientas en volúmenes menores	1500	Reducción del 10% de los del flete terrestre
Elaborar un plan de gestión de adquisiciones, elaborar un cronograma de adquisiciones balanceando el costo del transporte y volumen de carga	2000	Reducción del costo de transporte en 15%, reducción de tiempo de compra en un 50% y reducción de tiempo en contactar a proveedores en un 60%
Contactar Proveedores Internacionales	1500	Reducción del 15 % del valor de equipo
Mitigación de riesgo por Manejo de Inventario Mínimo	3000	Reducción del 0.5% del valor de la Obra

En ICYA existirán beneficios por cada actividad a mejorar con inversión previa para su capacitación o elaboración de planes y/o estrategias, tal como se muestra en la Tabla 38 y 31, que reflejados en el valor total de la obra equivalen al 1% del costo del proyecto, los que se traducen como beneficio en las utilidades de ICYA.

De las actividades citadas en la tabla 38, la actividad de capacitación del personal en temas logísticos y cadena de suministro es la más fácil, el costo que se incurriría sería S/. 26,000.00, el beneficio sería la reducción de la compra de materiales en 2.5%, esto significa, si la compra de materiales en forma anual es de S/. 4'800,000.00, entonces el beneficio total sería S/. 120,000.00.

## 10.7 Conclusiones

- El proceso del área de logística de ICYA, carecía de procesos de aprobación, la cual ha originado sobre costos por la frecuencia de compra y por la compra de materiales en exceso y materiales no usados.
- La función de transporte es un factor que merece atención ya que genera un sobre costo elevado por lo que es necesario balancear el volumen de requerimiento con la capacidad del camión
- La filosofía JIT, permite a ICYA reducir los costos de inventarios, manipuleo, costo almacenamiento, etc. Por lo que se debe implementar la recomendación hecha a fin de mejorar la capacidad de respuesta y entregar oportuna de los insumos para la obra.



## Capítulo XI: Gestión de Costos

En este capítulo se analizará los costos de la operación, mantenimiento y administrativos del inventario así como también los elementos de los costos incurridos en los procesos de transformación.

### 11.1 Costeo por Órdenes de Trabajo

ICYA ejecuta proyectos de construcción, por lo que el costeo se realiza por el sistema de costos por órdenes de trabajo, ya que un proyecto es único y tiene que realizarse un costeo específico para cada orden de trabajo. Esto significa que cada proyecto tendrá su propio presupuesto. Asimismo, este presupuesto debe considerar los costos directos y costos indirectos (ver Tabla 39).

Tabla 39

*Costos Directos e Indirectos de ICYA*

Costos Directos	Costos Indirectos
Costo de mano de obra	Costos de Licencias
Costo de Materiales	Costos de Servicios
Costos de Flete	Costos Financieros
Costo de Equipos	Costos Administrativos
Costo de Herramientas	Costos de estadía y Alojamiento
Costos de Calidad	Costo de Alquiler de Oficina
Costo de Seguridad	
Costos de Gestión de proyecto	
Costo de Mitigación ambiental	
Costos de Gestión de riesgo	

#### 11.1.1 Costos directos:

- **Costo de Mano de Obra:** Este costo incluye el costo de los peones, oficiales, operarios, electricistas, gasfiteros, soldadores, operadores, pintores, almaceneros, vigilantes, paleteros, carpinteros, etc. Los costos son expresados en hora hombre (hh)
- **Costo de materiales:** Esto incluye el costo de los materiales de construcción, maderas, agregados, concreto premezclado, tubería, acero, ladrillos, pinturas, materiales eléctricos, acabados, etc.

- **Costos de Flete:** Es el costo de traslado de materiales, equipos, herramientas desde el proveedor hasta la obra, conocido como flete terrestre. Asimismo, existe flete rural, el cual se da en lugares donde no puede ingresar vehículos, por lo que tiene que trasladarse con acémilas o personal desde el punto donde deja el vehículo hasta el pie de obra.
- **Costos de Equipos:** Consiste en el costo de equipo pesado y equipos menores como el cargador frontal, la excavadora, la retroexcavadora, bomba de concreto, grúas, Autohormigoneras, plancha compactadora, cortadora de concreto, vibradoras, mezcladoras, etc.
- **Costo de Herramientas:** Consiste en el costo de las herramientas como picos, lampas, barretas, combas, martillos, winchas, carretillas, etc.
- **Costo de calidad:** Este incluye el costo de capacitación, costo de inspecciones, costo de ensayos, Calibración de equipos, costo de documentar procesos, costo de mantener el responsable de la calidad, Materiales para realizar de ensayos.
- **Costo de Seguridad y Salud Ocupacional:** Esto incluye el costo implementación plan de gestión, de Equipos de protección colectiva, Equipos de protección personal, equipos para el plan de emergencia.
- **Costo de Mitigación Ambiental:** Este costo incluye la mitigación zona impactada, manejo del polvo, manejo de residuos sólidos.
- **Costos de Gestión de proyectos:** Esto incluye el pago del equipo técnico, los vehículos, alimentación, seguro contra todo riesgo (SCTR), exámenes médicos ocupacionales.
- **Costos de Gestión de Riesgo:** esto puede ir dentro del costo de actividades o puede ir separado, esto incluye el costo de mitigación de riesgos técnicos, socio ambientales, riesgos del equipo técnico, grupo de interés, etc.

### **11.1.2 Costos directos**

Como su nombre indica son los costos que no están relacionados directamente con el proyecto, pero son necesarias para el cumplimiento del proyecto. Estas son las licencias, los gastos financieros, alquiler de oficina, gastos de servicio de luz, agua, teléfono, internet, etc. Según esta clasificación, los costos directos representan el 95% del costo total del proyecto, razón por la cual es importante prestar atención al costo directo. Otra clasificación de los costos son los costos fijos y variables. En caso de proyectos los costos variables son los de mayor porcentaje que representan el 90% del presupuesto de proyecto, se debe tener cuidado ya que es se puede volver crítico cuando el avance es lento, puede superar este porcentaje fácilmente pudiendo impactar negativamente en el costo del proyecto.

Lo mismo sucede en la oficina central, los costos fijos son los más altas, porque se cuenta con personal permanente y estas puede impactar negativamente cuando la empresa no tiene continuidad en la ejecución de las obras, por lo que ICYA debería implementar dos soluciones, la primera para mantener personal fijo debe incrementar el área de ventas o licitaciones para tener continuidad de ejecución de obras y la segunda es reducir al mínimo personal fijo y contratar personal por proyecto.

### **11.2 Costeo Basado en Actividades**

ICYA en cada proyecto elabora su presupuesto mediante el costeo por actividades (ABC), para lo cual primero se define todas las actividades necesarias para ejecutar un proyecto de construcción. Para cada una de las actividades se elabora el análisis de precios unitarios, donde se define el rendimiento, cuadrillas, materiales, herramientas y equipos.

En esta etapa se ha podido encontrar que ICYA no cuenta con base de datos de precio de insumos actualizados, el cual hace que se invierta más tiempo de lo necesario en cotizaciones, el cual se vuelve más crítico cuando se va elaborar una propuesta económica, y puede conllevar a un riesgo de incumplimiento de contrato por haber cotizado con precios

inadecuados. Por otro lado, ICYA no cuenta con la base de datos de las cuadrillas, rendimientos, costos unitarios reales para cada actividad; es decir, no maneja información de lecciones aprendidas y mucho menos costo de otros proyectos similares, el cual genera riesgo de incurrir en sobre estimación de precios o sub estimación; en caso de la primera, la competencia la desplazará y en, el según caso, se corre el riesgo de incumplir el contrato, por lo que requiere superar este problema. A continuación, se muestra un modelo de costos unitarios que maneja ICYA para estimar el costo de ejecución de la obra (ver Figura 80).

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0102021 MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL CANAL DE IRRIGACION SEQUION DEL DISTRITO DE TICAPAMPA, PROVINCIA DE RECUAY-REGION ANCASH							
Subpresupuesto	003 CANAL SEQUION TICAPAMPA						Fecha presupuesto	14/11/2015
Partida	05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2			76.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	16.08	10.72		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	13.79	9.19		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	12.43	8.29		
							<b>28.20</b>	
<b>Materiales</b>								
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.1000	3.56	0.36		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	3.22	0.64		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		2.9600	4.30	12.73		
02310500010005	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 18 mm	und		0.3300	101.70	33.56		
							<b>47.29</b>	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	28.20	0.85		
							<b>0.85</b>	

Figura 98. Modelo de análisis de costos unitarios en ICYA

En la etapa de elaboración del costo del proyecto se debe tener en cuenta además los costos de calidad, costo de seguridad, costos de gestión de riesgos, costos de contingencia, costos de gestión de proyectos, costo de gestión de interesados, costos de mitigación ambiental.

ICYA ha optado por una estructura de costos indicados por Mulcahy (2013) en su libro de preparación para el examen PMP, que es similar a lo indicado en la guía de gestión de proyectos PMBOK. Los costos de los proyectos tienen un presupuesto que es la suma de

los costos de las actividades (ver Figura 81). Según esta estructura para un proyecto de construcción se presenta la estructura del presupuesto.

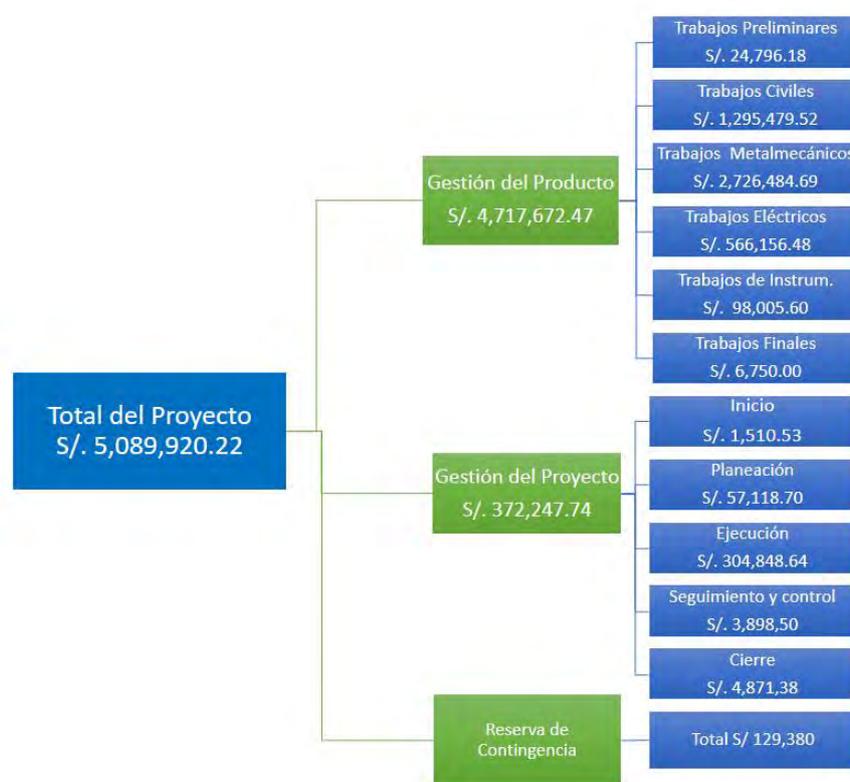


Figura 99. Estructura de presupuesto en obras de ICYA

### 11.3 El Costeo de inventarios

Para ICYA el costeo de inventario es mínimo dado que se ha implementado las recomendaciones del modelo de producción de Justo a Tiempo. El costo de los inventarios son las de manipuleo, almacenamiento, control de ingreso y salida de almacén, se han reducido dado que los inventarios son muy reducidos, solo se cuenta con materiales sobrantes y materiales de uso más frecuente.

En obra los insumos son de carácter temporal, y las adquisiciones de los insumos obedecen a un plan de requerimiento a fin de disminuir el costo de materiales por usar.

Esto si bien es una metodología muy potente para empresas de construcción, existe riesgos altos. Si la planificación de la adquisición de los materiales no es adecuada, esto puede generar mayores costos de transporte y puede impactar directamente en el costo de

producción y atraso en la culminación del proyecto, a esto se debe sumar las penalidades por atraso en entrega del proyecto global. Implica pérdida credibilidad e imagen de ICYA.

#### 11.4 Control de Costos

Para ICYA el control de costos es vital, pero durante la visita a la sede central y a las obras se pudo constatar que no se controla el costo por obra, se controla a nivel de contabilidad, el cual no permite saber en qué proyecto se gana o se pierde. A la fecha ICYA para el control de costos está iniciando a usar la metodología del valor ganado con la ayuda del ERP S10, el cual permitirá comparar los costos ejecutados o incurridos y el valor ganado.

Como indicador se usará el índice de desempeño del costo (CPI), este es una medida de eficiencia de costos de los recursos presupuestados, expresados como la razón entre el valor ganado y el costo real incurrido ( $CPI = EV/AC$ ), un valor de CPI inferior a 1 indica un costo superior a lo planificado con respecto al trabajo completado. Esto significa que se está gastando más de lo previsto. El objetivo en cualquier proyecto es que el CPI siempre sea mayor que 1. Este valor de CPI se obtiene de la curva S (ver Figura 82 y 83).

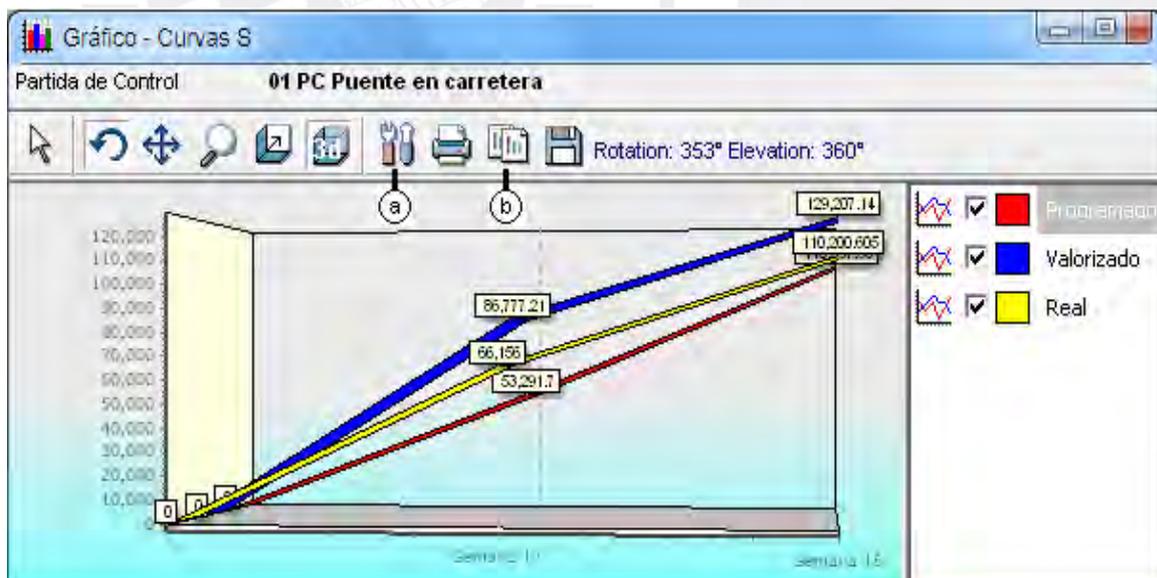


Figura 100. Muestra la curva S de valor programado, valor ganado y costo real Tomada de “Manual del módulo de gerencia de proyectos,” por ERP S10, S10 Costos

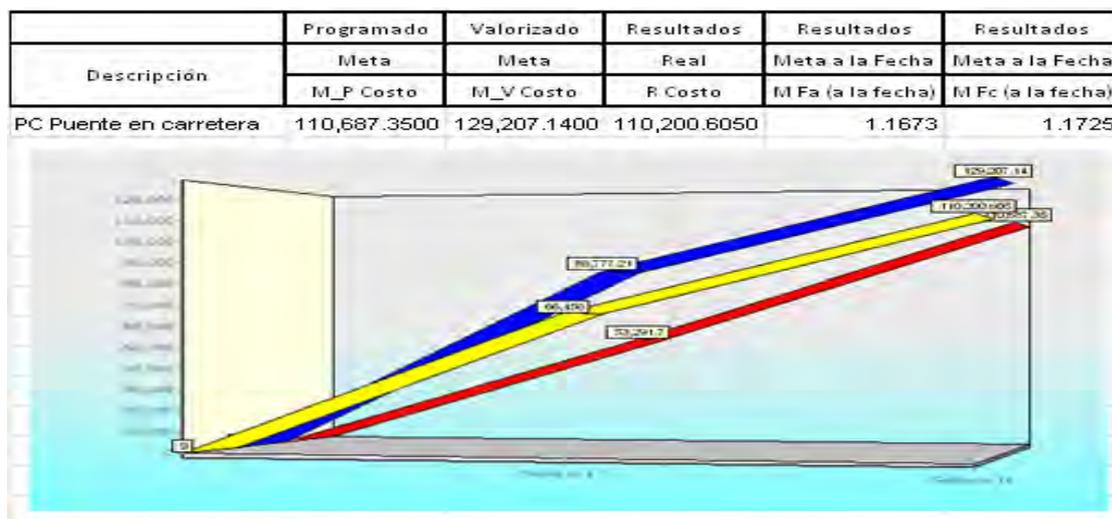


Figura 101. Curva S tridimensional del valor programado, valor ganado y costo real. Tomado de “Manual del módulo de gerencia de proyectos,” por ERP S10, S10 Costos

### 11.5 Propuesta de Mejora

ICYA, deberá implementar el ERP S10 en todos sus proyectos a fin de agilizar el control de costos por obra. Asimismo, aplicar la metodología del valor ganado para el control de costo y control de avance. La propuesta de mejora es que antes de iniciar los trabajos deberá elaborar el presupuesto meta o presupuesto de control, que es diferente al presupuesto de venta. Los controles se deben realizar al presupuesto meta, ya que este presupuesto refleja con mayor aproximación el costo de la obra. Todo ello aplicando el control de costos anteriormente mencionado con valores CPI y SPI.

Por otro lado, es recomendable implementar la base de datos de costos para que de esta manera no se cometa errores durante la estimación de costos. En el cuadro siguiente se muestra el costo y el beneficio de la implementación, para lo cual se requiere el compromiso de la gerencia y de todo el equipo técnico (ver Tabla 40).

Tabla 40

*Implementación de Base de Datos de Costos en ICYA*

Acciones	Costo S/.	Mejora	Beneficio Por propuesta	Beneficio por el valor de la obra
Adquisición del ERP S10	40000	Reducción del tiempo para elaboración de las propuestas	S/ 1200 por cada propuesta	-
Capacitación de equipo técnico	35000	Reducción del tiempo de cotización	S/. 600 Por cada Propuesta	-
Adquisición de una base de Datos	8000	Mejorar la incertidumbre en las propuestas económicas	-	0.2% de monto total de la obra
Adquisición de IP público para acceso a la base de datos	5000	Control de costos por obra para la toma de decisión de acción correctiva en forma oportuna	-	0.1% del costo total de la obra
Mantenimiento de la Base de Datos	400 mensuales	Reducción del tiempo de control	S/. 6000 por cada proyecto	-
Pago por el tiempo de la capacitación	16000	Seguimiento del proyecto con menor incertidumbre	Mejorar la calidad de vida, reducción del estrés	
Cambiar el sistema de gestión de proyectos	8000	Mejoramiento de la Imagen de ICYA ante los clientes	Mayor oportunidad de encontrar más contratos de obra	
Total	Mínimo S/112,400	Total de Beneficio (S/) (Para un proyecto)	S/. 7800	0.3% del valor de la obra

Analizando el periodo de recuperación del monto de inversión inicial para la implementación de la base de datos en ICYA como mínimo de S/112,400 soles, se puede obtener un beneficio para el proyecto cimentaciones para nuevo edificio de personal obrero, la suma de S/ 7,800.00 por elaboración de la propuesta y un beneficio por el valor de la obra de S/ 1,740.00, que sumados son S/ 9,540.00. Al año se elabora 48 propuestas y se ejecuta 05 proyectos al año, entonces el beneficio total por año sería S/ 383,100.00

## 11.6 Conclusiones

- ICYA tiene un procedimiento adecuado para la estimación de costos, pero requiere de manera urgente implementar el control de costos por obra.
- Implementar el ERP S10 requiere que todo el personal se capacite a fin de aprovechar esta herramienta en forma eficiente.
- Para el éxito de la implementación dependerá del grado de compromiso de la gerencia y del equipo técnico.
- La implementación del ERP S10, puede reducir los costos de control y costos de corrección al tomar las acciones en forma oportuna reduciendo así la incertidumbre.



## Capítulo XII: Gestión y Control de la Calidad

En este capítulo se analizará la gestión y control de la calidad de la empresa ICYA, para determinar las causas de los problemas de calidad que actualmente viene presentando las obras, con el objetivo de satisfacer las expectativas del cliente al momento de entregar las obras.

### 12.1 Diagnóstico de Calidad ICYA

ICYA, es consciente de que la única forma de seguir en el mercado es enfocándose en la calidad de la gestión del proyecto como la de sus entregables o producto, cada día los clientes son más exigentes en la calidad, por lo que las empresas, ya sean grande, mediano o pequeño tienen que cumplir con la calidad. ICYA tiene definido de manera clara que la calidad es el cumplimiento de los requisitos del producto exigido por el cliente, el cual va acompañado de la calidad de la gestión del proyecto.

Se pudo evidenciar que ICYA gestiona la calidad, siguiendo el modelo de PMBOK, que inicia con la planificación de la gestión de la calidad, siguiendo con el aseguramiento de la calidad y finalmente el control de calidad. Cada uno de estos procesos se ha analizado, los cuales se detalla a continuación:

Planificación de la gestión de la calidad: inicia con la identificación de los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables de finidos por el cliente, el beneficio de este trabajo es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionara y validará la calidad a lo largo del proyecto. Este trabajo lo realiza el residente de obra junto con el ingeniero de calidad y supervisores de campo antes del inicio de los trabajos. ICYA cuenta con formatos y procedimientos de trabajo para sus actividades principales, pero no cuenta con un documento que recopile las lecciones aprendidas de los proyectos pasados, ocasionando que los mismos errores se repitan en diversos proyectos.

Según el análisis de los partes diarios de la obra visitada se evidenció que el costo de no conformidad (costos internos por fallas) ha significado costo y tiempo, solo en la etapa de entrega de obra se ha trabajado tres semanas adicionales, significando un sobre costo de S/. 78,0000, en pago de planillas, materiales para la reparación o levantamiento de observaciones, a esto si se incluye los costos financieros por mantenimiento de las cartas de fianza y costos del dinero inmovilizado, los sobre costos llegan a ser más del 2% del monto total del proyecto. Aun no se puede determinar costo externo por fallas (responsabilidad, trabajo por garantía), ya que el proyecto recién se viene culminándose con el proceso de entrega y recepción. Pero según el gerente la empresa viene gastando a la fecha casi el 1% en costos de reparaciones por temas de garantía. Esto significa que el costo total de calidad por refacción y por reparación asciende al 3% del costo total del proyecto.

Como herramienta para el control de la calidad, se viene usando algunas herramientas como el histogramas y hojas de verificación, razón por la se recomienda la implementación de las siete herramientas básicas de calidad, como es el diagrama de Causa – Efecto, para identificar fallas en la colocación del concreto; diagrama de Flujo, para definir la secuencia de trabajos; hojas de verificación, para revisar el cumplimiento del plan de calidad; diagrama de pareto, para enfocarse en los problemas más frecuentes durante la ejecución del proyecto; histogramas, para definir la resistencia del concreto, la resistencia a la tensión de las pegas de tubería HDPE, resistencia a tensión y corte de las pegas de geomembrana; diagrama de dispersión, para definir la relación entre el rendimiento del personal y los días de trabajo; diagramas de control, para definir los límites máximos y mínimos de la resistencia del concreto.

Como salida del proceso de la gestión de la calidad es el plan de gestión de la calidad, este documento describe la manera que el residente de obra y el ingeniero de calidad planean cumplir con los requisitos establecidos para el proyecto. Es obligatorio que

el cliente valide este plan de calidad, ya que en caso de empresas mineras cuentan con estándares aprobados por ellos.

## 12.2 Sistema de Gestión de la Calidad ICYA

Ingeniería del concreto y Albañilería EIRL (ICYA), cuenta con un sistema de gestión de la calidad, donde como empresa asume el compromiso de ejecutar los proyectos bajo la premisa de cumplir con los requisitos de calidad del cliente, tomando como referencia la Norma ISO 9001:2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad” la cual se basa en la filosofía de la gestión de la calidad y la mejora continua (ver Figura 84).

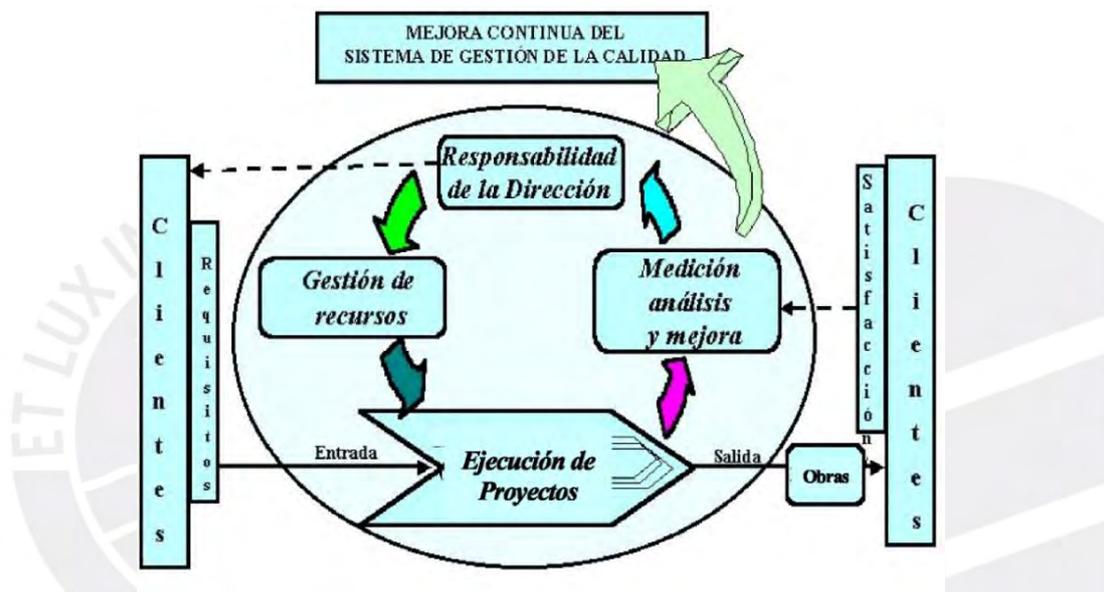


Figura 102. Modelo conceptual del PGC  
Tomado de “Norma ISO 9001:2008,” por Organización Internacional para la Normalización, 2008

Donde la estructura del sistema de sistema de gestión de la calidad está constituida por:

- Manual de Gestión de la Calidad (MGC).
- Procedimientos de Calidad (PC).
- Instrucciones de Trabajo (IT), se elaborará para cada uno de los procesos operativos de producción.

- Instrucciones Complementarias (IC), se elaborará para describir con mayor detalle un proceso operativo que por su naturaleza requiere mayor cuidado en la producción o los controles que requieren realizar.
- Registros: son documentos que se obtiene durante la ejecución de la obra en cumplimiento al plan de calidad, estas serán archivadas para evidenciar los procedimientos cumplidos y los controles realizados durante la ejecución de la obra. Para lo cual se usarán formatos de protocolo pre definidos y aprobados.
- La estructura del sistema de gestión de calidad se puede apreciar en la Figura 85.



Figura 103. Estructura documental del sistema de gestión pública PGC

### 12.2.1 Procedimientos para el aseguramiento de la calidad

En cada una de las obras que ejecuta ICYA implementa el siguiente procedimiento para el aseguramiento de la calidad.

**Control de Documentos.** En esta etapa se hace un listado de toda la documentación que se cuenta, luego se revisa el contrato, absolución de consultas, el alcance del proyecto, las especificaciones técnicas, procedimientos de trabajo o estándares, planos, memoria descriptiva, ingeniería de detalle, normas técnicas nacionales e internacionales. Pero durante la visita no se ha podido evidenciar, esto significa que no existe un control documentario eficiente, el cual no permite identificar fácilmente toda la documentación y los cambios de las versiones.

**Control de Registros.** Los registros se establecen y mantienen para proporcionar evidencia de la conformidad con las especificaciones técnicas y cumplimiento del proceso de trabajo. En este caso ICYA lleva un control de registros, dado que es un documento exigido por el cliente, que debe ser anexado a la liquidación de obra. Es importante que ICYA digitalice esta documentación a fin de tener como evidencia para posteriores auditorías y pueda verificar los trabajos realizados en el periodo de la garantía.

**Control de No Conformidad.** ICYA se asegura que toda no conformidad debe ser levantado, para lo cual ICYA mantiene los reportes de no conformidades donde se evidencia el seguimiento de la misma.

**Acciones correctivas y preventivas.** ICYA ha establecido acciones preventivas como la capacitación, procedimientos de trabajo, tiene elaborado el diagrama de flujo de los procesos más críticos. Asimismo, es necesario la sensibilización del personal en temas de calidad y su impacto. Como acción correctiva, primero se identifica y analiza las causas de las no conformidades, para implementar las acciones correctivas. Es importante que ICYA trabaje más en la parte preventiva, ya que una no conformidad es reflejo de que algo salió mal, el cual va directamente contra de la imagen de la empresa. Por lo que cada vez que se genera una no conformidad se debe comunicar su impacto al personal y a la empresa a fin de sensibilizar al personal en temas de calidad y su impacto.

**Control de equipos de medición y ensayo.** Todo equipo debe ser calibrado, pero ICYA no tiene un registro de calibración de los equipos y la cantidad de ensayos debería ser mayor y es necesario hacer la interpretación de los resultados con mayor certeza, para lo cual es necesario mejorar en la planificación, en la cantidad de ensayos a realizar asignándoles un presupuesto adecuado para los ensayos.

**Capacitaciones al personal operativo.** Algo positivo encontrado, es que ICYA antes del inicio de cada proyecto implementa un programa de capacitación en temas de la calidad,

proceso constructivo, mermas, desperdicios, control de calidad, etc. Pero que requiere mejorar con procedimientos, trípticos, imágenes, videos ya que por la característica de la empresa existe una elevada rotación del personal y esto hace que la capacitación sea más frecuente.

**Plan de Calidad.** ICYA para cada proyecto elabora un plan de calidad, donde está incluido los puntos anteriores, es específico para cada proyecto. Este contiene el objetivo, el alcance, normas aplicables, organigrama, funciones y responsabilidades del cuadro de mando, matriz de ensayos, auditorias, formatos de protocolos, Procedimiento constructivo y los controles de calidad.

**Auditorias.** ICYA hace auditorías internas a fin de garantizar el aseguramiento de la calidad. Mediante auditorias se verifica el cumplimiento de los requisitos de calidad y los resultados de las mediciones de control de calidad, donde mediante las auditorias se puede evidenciar si viene cumpliendo o no el plan de calidad.

### **12.2.2 Capacitaciones**

ICYA en cada obra que ejecuta, define un programa de capacitaciones que se encuentra en el plan de calidad, estos deben ser cumplidos según el cronograma de capacitaciones y según las condiciones que la obra lo requiere. (ver Tabla 41)

### **12.2.3 Responsabilidades**

**Gerente la empresa.** Para la ejecución de las obras de ICA la gerencia deberá cumplir las siguientes responsabilidades.

- Designar a los responsables del proyecto.
- Proveer soporte técnico en temas de calidad, mediante asesoría especializada, para cumplir con el requerimiento del cliente.

**Residente de Obra.** Al frente de la organización en el lugar de ejecución de los trabajos, como responsable de obra se encuentra el Residente de Obra. Las funciones principales del residente de obra son:

- Representar con toda autoridad a ICYA durante la ejecución de la obra, coordinar con el cliente o su representante sobre asuntos que conciernen al desarrollo de la obra, tales como variaciones, adicionales, cambios en los planos y/o especificaciones técnicas.
- Revisar los aspectos contractuales y administrar el contrato de obra.
- Es el responsable de la Calidad, para lo cual debe cumplir con las especificaciones técnicas, los procesos constructivos adecuados y con el plan de calidad.

Tabla 41

*Programa de Capacitaciones*

TEMA	OBJETIVO	ASISTENTES	FECHAS/ FRECUENCIA	DURACIÓN
PLAN DE CALIDAD DE LA OBRA	Dar a conocer el Plan de Gestión de Calidad de la Obra; con el fin de sensibilizar al personal de mando y entregar un producto conforme a los estándares y los requerimientos del cliente	Residente de obra Supervisores Personal de apoyo	Antes del Inicio del proyecto	2 horas
GESTION DE CALIDAD	Capacitar y entrenar en la implementación de la gestión de la calidad, enfocándose en la importancia de la calidad y el éxito de la gestión de la calidad en obra.	Residente de Obra Supervisores Personal de apoyo	Antes de Inicio del proyecto	2 horas
PROCEDIMIENTOS	Capacitar al personal involucrado en cada uno de lo procesos productivos del proyecto. Instruyéndolos en los puntos de control que se tomarán por cada proceso.	Supervisor Capataz Obreros	Antes de iniciar la actividad	10 min
CHARLAS TECNICAS ESPECÍFICAS	Capacitar al personal involucrado en la actividad que está desarrollando. Para lo cual es importante contar con videos, folletos, etc..	Supervisor Capataz Obreros	Mensual	30 min
Colocación de concreto Instalación tuberías HDPE Acabados, Instalaciones eléctricas, Instalaciones sanitarias, traslape y doblez del acero corrugado				

**Jefe de Calidad.** Es el responsable de:

- Elaborar el plan de gestión de calidad y obtener la aprobación del cliente de ser necesario.
- Implementar y mantener el plan de gestión de calidad, para lo cual contará con todo el apoyo del ingeniero residente de obra.
- Asesorar a los ingenieros de producción en la elaboración de los procedimientos de trabajo o instrucciones de trabajo.
- Elaborar las instrucciones complementarias para los trabajos críticos.
- Revisar y conocer las especificaciones técnicas del proyecto y verificar su cumplimiento durante la ejecución de las obras.
- Verificar el estado y la distribución de los documentos del Plan de Gestión de Calidad.
- Verificar el levantamiento de las no conformidades, así como la implementación de las acciones correctivas.
- Verificar la operatividad y calibración de los equipos de medición para el control de calidad.
- Interpretar los resultados de los ensayos, comunicar al residente de obra el análisis de la interpretación y custodiar el dossier de calidad.
- Presentar el informe final de calidad adjuntando el dossier de calidad.

#### **12.2.4 Control de la calidad**

ICYA, en el plan de calidad, define los métodos apropiados para realizar el control de calidad. El control de calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. En este plan se indican los requisitos que hay que cumplir y las pruebas que hay que realizar, las frecuencias, y cumplimiento de las normas. Los cuales son

expresados en una matriz de ensayos y pruebas. A continuación, se muestran un ejemplo de matriz de ensayos y pruebas. Donde se describen las actividades a inspeccionar, las características a inspeccionar por cada actividad, los métodos de inspección, la documentación de referencia y los registros, protocolos aplicables.

### 12.2.5 Matriz de ensayos y pruebas

En la Tabla 42 se presenta la Matriz de ensayos y pruebas.

Tabla 42

#### Matriz de Ensayos y Pruebas

ACTIVIDAD	INSPECCIONES	ENSAYO/ PRUEBA	REGISTRO/ PROTOCOLO	FRECUENCIA
Trazo y replanteo	Reporte topográfico			Para cada estructura, equipo, montaje, etc.
Excavaciones	Reporte topográfico			Para todo tipo de excavaciones
Colocación y compactación de rellenos	Control de densidad-humedad	Cono de arena + speedy	X	01 ensayo por capa de relleno, por cada 110 m <sup>2</sup>
		Distribución granulométrica	X	
		Contenido de componentes Orgánicos	X	
Análisis de material para relleno	Control de material propio para rellenos	Contenido de humedad	X	01 Ensayo
		Peso específico	X	
		Límites de Atterberg	X	
		Densidad proctor modificado	X	
		Densidad relativa	X	
Colocación de concreto	Autorización de vaciado		X	Cada vez que se realiza la colocación del concreto
		Chequeo de la temperatura	X	
Colocación de concreto	Control de concreto en obra	Chequeo del revenimiento	X	01 vez al día, cada 100 m <sup>3</sup>
		Elaboración de 06 Testigos	X	
Verificación de la calidad del concreto	Ensayo de resistencia	Rotura a la compresión de Testigos	X	02 testigo a los 7 días del vaciado, 02 testigos a los 14 y 02 a los 28 días del vaciado
Encofrado	Control de alineamientos, verticalidad y estabilidad		X	Para cada estructura, antes que colocar el concreto
Acero Corrugado fy=4200 Kg/cm <sup>2</sup>	Control de Espaciamiento, Recubrimientos, traslape, doblez		X	Para cada estructura, antes iniciar el encofrado y durante el proceso habilitado e instalación.

### 12.3 Propuesta de mejora

Según el análisis ICYA cuenta con un sistema de gestión de la calidad, que viene cumpliendo en un 60%, el incumplimiento representa un gasto del 2% del costo del proyecto en levantamiento de no conformidades en la etapa de entrega. Esto es consecuencia de que la empresa ICYA no está trabajando adecuadamente en la parte de aseguramiento de la calidad, no hay registros del control de la auditoría en los requisitos de la calidad y los resultados obtenidos a partir de las medidas de control.

Por lo que se plantea implementar un conjunto de acciones al momento de la elaboración del plan de calidad, con la finalidad asegurar la calidad del producto final. Estas acciones son la implementación de las herramientas de gestión y control de calidad como son: el diagrama de afinidad, gráficas de programación de decisiones de proceso, diagramas de interrelaciones, diagramas de árbol, matrices de priorización, diagrama de red de actividades y diagramas matriciales (ver Tabla 43).

Tabla 43

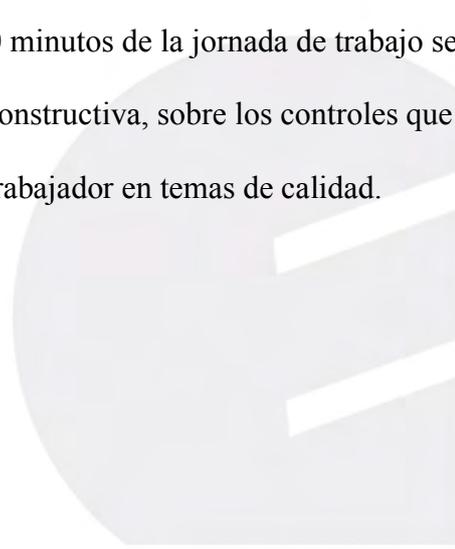
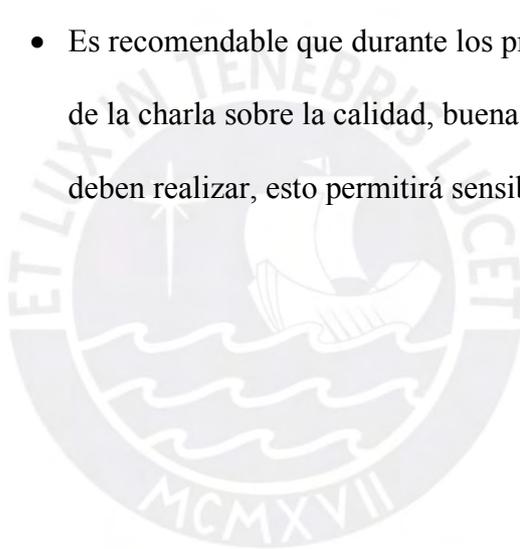
*Matriz de Ensayos y Pruebas Área: Obras civiles*

Acciones	Costo S/.	Beneficio
Elaborar un plan de calidad con la participación de residente, ingeniero de calidad y maestro de obra para cada proyecto	2,000	
Capacitación de equipo técnico en temas de calidad al inicio del proyecto	3,000	
Elaborar procedimiento para el aseguramiento de la calidad para cada obra	8,000	
Programar charlas en forma quincenal de 10 minutos	5,000	
Realizar las auditorías en forma mensual	4,000	
Capacitar al personal obrero en temas de proceso constructivo de las actividades más importantes	6,000	
Cambiar el sistema de gestión de proyectos	8,000	
Totales	36,000	Reducción de 3 a 0.5% del costo total de la obra

Asumiendo la obra mediana realizada por ICYA en la localidad de Pashpa del valor de S/5'200,000.00, se tendrá como costo de gestión de calidad S/ 36,000.00 y un beneficio de S/ 78,000.00, a esto se suma el costo de la imagen de la empresa que pueda perder.

## 12.4 Conclusiones

- Para el éxito de la gestión de la calidad, para ICYA debe partir del compromiso desde la gerencia, en implementar un sistema de gestión de la calidad orientado al cumplimiento de requisitos y a la mejora continua.
- ICYA para reducir los costos incurridos durante y después del proyecto (costo de retrabajos y costos de falla por la por trabajos de garantía), debe invertir mejor en costos de prevención y evaluación, ya que estos siempre son menores a las primeras.
- ICYA debería dar mayor atención a las capacitaciones de sensibilización en temas de calidad y procesos constructivos, debido a la alta rotación del personal.
- Es recomendable que durante los primeros 10 minutos de la jornada de trabajo se de la charla sobre la calidad, buena práctica constructiva, sobre los controles que se deben realizar, esto permitirá sensibilizar al trabajador en temas de calidad.



### Capítulo XIII: Gestión del Mantenimiento

En este capítulo se analizará la gestión del mantenimiento de la empresa ICYA. Es importante resaltar que ICYA, en su organigrama empresarial, tiene un área de maquinarias que se encarga de la administración de equipos y herramientas. Además, posee la ventaja de contar con equipos mínimos que son difíciles de encontrar en proveedores cercanos al proyecto o acreditados; pero la gestión de mantenimiento es importante ya que contribuyen al proceso productivo que realiza ICYA. Un equipo sin mantenimiento puede generar mucha pérdida, por lo que ICYA cuenta con un plan de mantenimiento de los equipos en el que se muestra los equipos de ICYA y la justificación de la tenencia de equipo propio (ver Tabla 44 y 45).

Tabla 44

#### *Inventario de Equipos Menores y Herramientas para Mantenimiento de ICYA*

EQUIPOS MENORES Y HERRAMIENTAS			
DESCRIPCION	USO	CANTIDAD	JUSTIFICACION
Bombas de Agua de 4"	Para eliminar agua	01	Obligatorio
Cortadoras de concreto	Para cortar concreto	04	Obligatorio
Planchas compactadoras	Para compactar el suelo	04	Obligatorio
Vibro pisón	Para compactar el suelo	02	Obligatorio
Discos de corte	Para cortar concreto, acero y madera	02 Docenas	Obligatorio
Vibradoras	Para vibrar el concreto	02	Obligatorio
Mezcladora de Concreto	Para preparar el concreto	04	Obligatorio
Reglas Vibratorias	Para el acabado del concreto	02	Obligatorio
Rodillo compactador	Para compactar el suelo	01	Obligatorio
Amoladoras	Para cortar el concreto y acero	04	Obligatorio
Picos, lampas	Para excavación de zanja y eliminación de material	50	Obligatorio
Carretilla – Buggis	Para eliminar material excavado	20	Obligatorio
Grupo electrógeno	Para los equipos eléctricos	05	Obligatorio
Juego de andamios homologados	Para trabajo en altura	06	Obligatorio

Tabla 45

*Inventario de Equipos para Mantenimiento de ICYA*

DESCRIPCION	USO	EQUIPOS	
		CANTIDAD	JUSTIFICACION
Grúa Articulada	Para izaje de carga	01	Obligatorio para izaje de cargas por tema de seguridad
Camionetas	Para el traslado de personal de mando	02	Obligatoria
SemiBus	Para el personal obrero	01	Obligatoria
Camión de 4 ton	Para el traslado de materiales, herramientas	01	Es difícil encontrar vehículo que cuente con autorización de acceso a Mina
Retroexcavadora	Para el personal	01	Es difícil encontrar equipo que cuente con autorización de acceso a Mina
Bomba de Concreto	Para señalización	01	Es difícil encontrar equipo que cuente con autorización de acceso a Mina

**13.1 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo de los equipos de ICYA, se hace cada vez que el equipo da una alerta de la falla y el objetivo es evitar o reducir consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Los trabajos de mantenimiento preventivo incluyen la revisión mecánica, limpieza, cambios de piezas desgastadas. Este mantenimiento consiste en garantizar las condiciones operativas de durabilidad y confiabilidad de un equipo. Muchas veces este tipo de mantenimiento no se puede programar, por lo que es importante colocar sensores que den avisos cuando la maquina requiere mantenimiento, antes de que le equipo falle. ICYA cuenta con un jefe de maquinarias que es el responsable directo, pero no cuenta con un mecánico, por eso todo el mantenimiento es subcontratado o tercerizado.

**13.2 Mantenimiento preventivo**

ICYA, realiza el mantenimiento preventivo en base al tiempo o el uso, esto significa que los equipos tienen un mantenimiento planeado según las horas de operación. Para esto ICYA solo tiene elaborado un plan de mantenimientos en base a horas de trabajo en el caso de retroexcavadora y la bomba concretera o distancias recorridas, en el caso de vehículos.

### 13.3 Análisis de Mantenimientos en ICYA

Uno de los conceptos de mantenimiento que más se adecua a la empresa ICYA, es el concepto de criticidad, Es aquella que utiliza variables indicados en la Tabla 45, donde se indica el valor ponderado para cada máquina y se agrupa según la clasificación de la escala de referencia que se muestra, así como una distribución con sesgo izquierdo. Estos valores de ponderación son de acuerdo al tipo de empresa y la incidencia de sus activos en las operaciones. Para este caso se utilizará todas las variables (ver Tabla 46).

Tabla 46

*Concepto de la Criticidad de las Máquinas para ICYA*

VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACIÓN	
Producción	Para	4	
	Reduce	2	
	No para	0	
Valor Técnico económico	Alto	4	
	Medio	2	
	Bajo	1	
Daños consecuenciales	A la máquina en si	Sí	2
		No	0
	Al proceso	Sí	3
		No	0
Al personal operador	Riesgo	1	
	Sin riesgo	0	
Dependencia logística	Extranjero	2	
	Local	0	
Dependencia mano de obra	Terceros	2	
	Propia	0	
Probabilidad de falla (Confiabilidad)	Alta	1	
	Baja	0	
Facilidad de reparación (Mantenibilidad)	Alta	1	
	Baja	0	
Flexibilidad en el sistema	Simple	2	
	By-pass	1	
	Dual	0	

*Nota:* Adaptada de “Administración de las operaciones productivas,” por F. A. D’Alessio, 2013, 2a ed., p. 460. México D. F., México: Pearson.

Este análisis de criticidad para las máquinas de ICYA con las variables, conceptos y ponderaciones señalados en la Tabla 46, se realizan para buscar el nivel óptimo de la

actividad de mantenimiento y buscar el menor costo, reconociendo sus mantenimientos preventivos y correctivos de acuerdo a su ponderación (ver Tabla 47 y Figura 86).

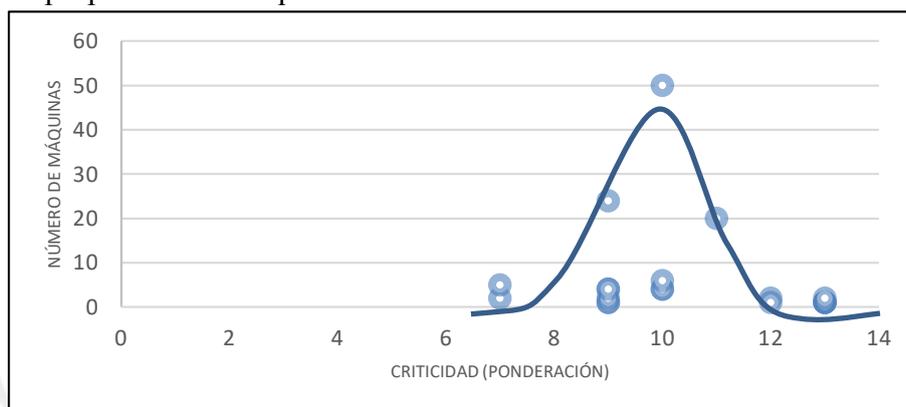
Con el análisis anterior se puede observar, que la mayor parte de las máquinas y/o herramientas de ICYA, necesitan un mantenimiento preventivo, clasificados como críticas e importantes según su criticidad por tener ponderaciones altas, debido a que afectan la producción, tienen alto valor técnico económico, se dañan las máquinas, dependen muchas veces de repuestos importados, dependen de operarios externos, y son muchas veces difíciles de reparar, aumentando considerablemente el tiempo del mantenimiento.

Tabla 47

*Criticidad para Mantenimiento en ICYA*

MÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ICYA	CANT.	PONDERACIONES DE VARIABLES								Ponderación Total
		Producción	Valor Técnico – Económico	Daños Consecuenciales	Dependencia Logística	Dependencia mano de obra	Probabilidad de Falla	Facilidad de reparación	Flexibilidad en el sistema	
Grúa Articulada	01	0	4	3	2	2	1	0	1	13
Camionetas	02	0	2	2	0	2	0	0	1	7
SemiBus	01	2	2	2	0	2	0	0	1	9
Camión de 4 ton	01	2	2	2	0	2	0	0	1	9
Retroexcavadora	01	0	4	3	2	2	1	0	1	13
Bomba de Concreto	01	2	4	3	0	2	1	0	1	13
Bombas de Agua de 4"	01	4	2	3	0	2	1	0	1	13
Cortadoras de concreto	04	2	2	1	0	2	0	1	1	9
Planchas compactadoras	04	2	2	2	0	2	0	1	1	10
Vibro pisón	02	4	2	2	0	2	0	1	1	12
Discos de corte	24	2	2	1	0	2	0	1	1	9
Vibradoras	02	0	2	2	0	2	1	1	1	9
Mezcladora de Concreto	04	0	2	3	0	2	1	1	1	10
Reglas Vibratorias	02	4	2	3	0	2	0	1	1	13
Rodillo compactador	01	2	2	3	0	2	1	1	1	12
Amoladoras	04	2	2	1	0	2	0	1	1	9
Picos, lampas	50	4	1	3	0	0	0	1	1	10
Carretilla – Buggis	20	4	1	3	0	0	1	1	1	11
Grupo electrógeno	05	0	2	1	0	2	1	0	1	7
Juego de andamios homologados	06	2	4	1	0	2	0	0	1	10

Por otro lado, los mantenimientos correctivos son para pocas máquinas de ICYA, por presentarse eventualmente las fallas durante el proceso de producción con dependencia logística local y confiabilidad y mantenibilidad baja. Asimismo, estos mantenimientos reconocidos por este método están exentos del programa de mantenimientos que se establezcan, pero establecen los criterios para ponderar sus máquinas y/o herramientas según su concepto, según variables que influyen dentro de la producción de bienes en ICYA, y por características propias de las máquinas.



1. Crítica	11	A	13	} Mantenimiento Preventivo
2. Importante	9	A	11	
3. Conveniente	7	A	9	} Mantenimiento Correctivo
4. Opcional	0	A	7	

Figura 104. Criticidad de máquinas ICYA

### 13.3 Propuesta de mejora

De acuerdo al análisis de criticidad de los equipos y herramientas realizado, ICYA debe realizar un plan de mantenimiento de equipos que permita diferenciar y priorizar los mantenimientos preventivos y correctivos que necesiten determinados equipos y/o herramientas, con el objetivo de darle una mayor disponibilidad a los mismos y que no afecte el normal desempeño de las operaciones generando una mayor utilización de los equipos, traduciéndose en un ahorro para la empresa. Asimismo, se ha podido observar que muchos de los operarios actualmente no hacen buen uso de las herramientas de trabajo haciendo que estos estén malográndose antes de tiempo por lo que se plantea capacitar a todos los trabajadores a través de los mismos fabricantes y/o a través de certificaciones de uso. Ante

esta propuesta se plantea que quien realice el plan de mantenimiento de equipos sea un especialista o técnico en mecánica (ver Tabla 48).

Tabla 48

*Concepto de la Criticidad de las Máquinas para ICYA*

	Disponibilidad Mecánica (%)	Utilización (%)	Costo (S./)
Plan de Mantenimiento Actual (escenario actual)	86 %	90 %	23,500
Plan de Mantenimiento Diferenciado (escenario futuro)	90 %	95 %	20,000

Analizando la rentabilidad del mantenimiento, el beneficio está en la diferencia de costos totales en planes de mantenimientos actuales y futuros que es de una disminución de S/ 3,500.00 al costo normal, que maximiza la disponibilidad mecánica con una mayor utilización, para un mismo costo base de S/ 20,000.00, para cual el beneficio/costo es de 1.18 obtenido de la relación entre el costo del plan de mantenimiento actual y diferenciado.

Con el fin de mejorar la calidad del servicio de mantenimiento de los equipos se plantea buscar otra empresa en el mercado que brinde la garantía de buen servicio en el mantenimiento ya que las actuales empresas con la que se trabaja aparte de ser muy elevado sus costos no brindan una buena calidad de servicio.

### 13.4 Conclusiones

- El mantenimiento preventivo y correctivo, se realiza en ICYA de manera trivial, sin una diferenciación a cuál de estas máquinas, equipos o herramientas debe de hacerse el tratamiento respectivo.
- En el plan de ICYA solo se realizan mantenimientos programados según horas o distancias recorridas, más no por producción u otros factores descritos, por ello una ponderación cuantitativa relaciona sus principales variables críticas con sus características, determinando una escala importancia del mantenimiento dividiéndolo en preventivo y correctivo por su ponderación, cuyos datos sirven a futuro para una programación, tomando en cuenta otros análisis de costos .

## Capítulo XIV: Cadena de Suministro

En este capítulo se analizará la estrategia de la cadena de suministro compuesta por proveedores, transportistas, fabricantes, almacenes, operadores logísticos y distribuidores.

### 14.1 Definición del Producto y la Situación Actual del Suministro ICYA

#### 14.1.1 Definición del producto

ICYA tiene como producto principal la ejecución de obras civiles, que están relacionado con el concreto, revestimiento con geomembranas de HDPE y sistemas de tubería con HDPE y los componentes que lo conforman. Para estos productos que realiza ICYA la cadena de suministro desde el fabricante y proveedores hasta el producto final y su entrega al cliente (ver Figura 87, 88, 89).



Figura 105. Cadena de suministro para obras civiles que incluyen concreto

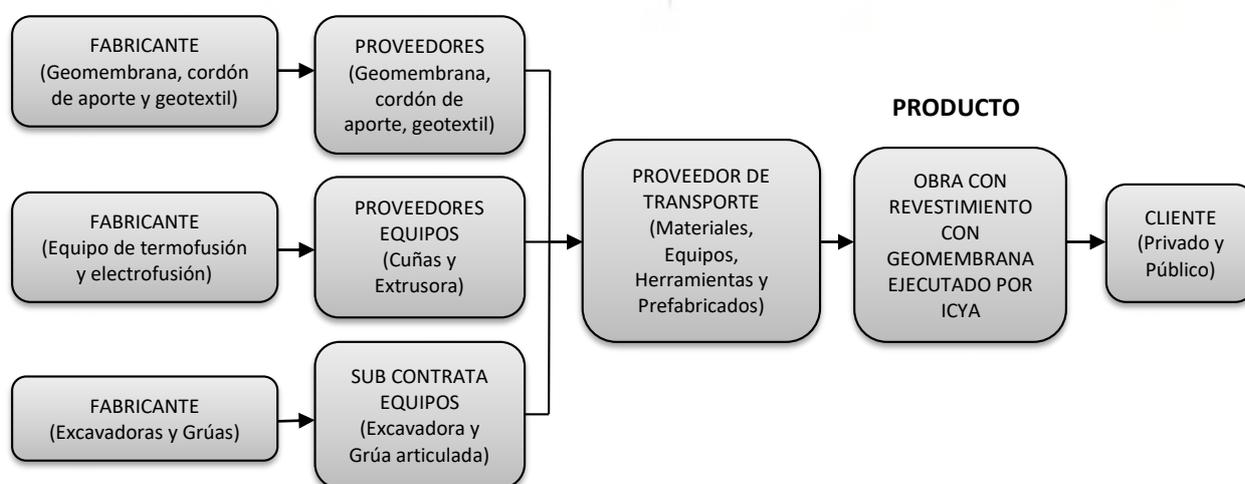


Figura 106. Cadena de suministro para obras con revestimiento de geomembrana HDPE

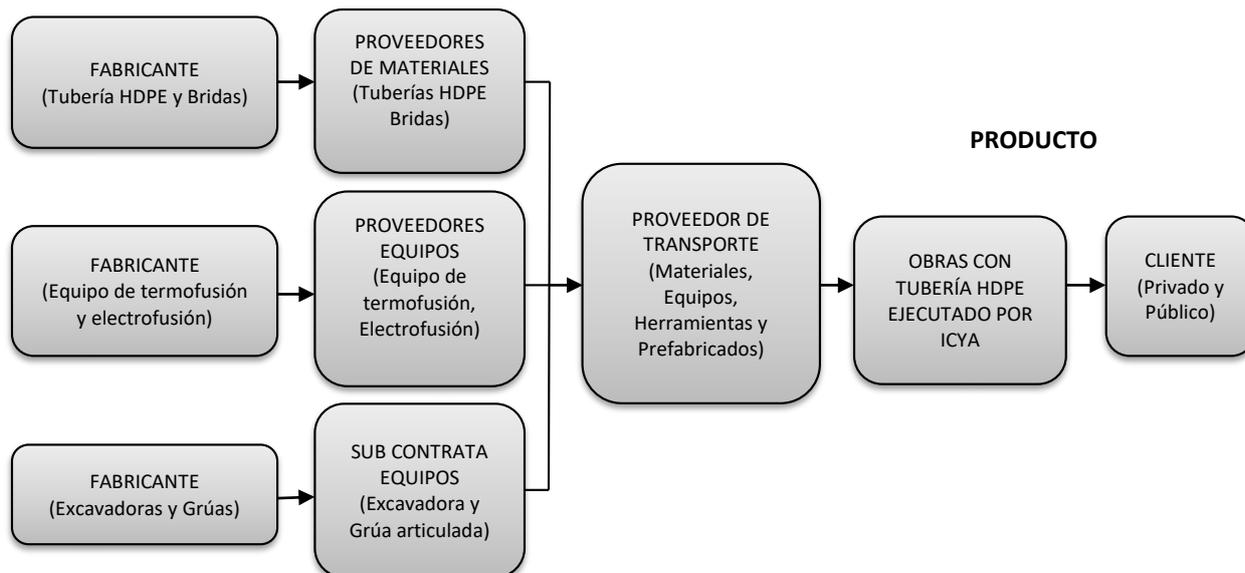


Figura 107. Cadena de suministro para para obras con tubería HDPE

#### 14.1.2 Situación actual del suministro ICYA

La cadena de suministro para ICYA es muy importante, ya que esto permite maximizar sus utilidades, por la capacidad de respuesta que tiene hacia sus clientes y hacia el requerimiento de los insumos para las obras que ejecuta. Esto no siendo aprovechada adecuadamente, a pesar de que una adecuada cadena de suministro implica un flujo constante de información de nuevos productos, nuevas tecnologías, nuevos sistemas de gestión, que permitiría mejorar la satisfacción de sus clientes y maximizar el valor total generado para la empresa, esto traduce como la diferencia entre lo que vale el producto y los costos en los que se incurre para cumplir la solicitud del cliente.

La empresa ICYA no tiene una cadena de suministro bien definido, y no tiene claro que parte de la cadena requiere mejorar, pero está realizando una integración vertical hacia atrás, basada en la necesidad urgente que se le presenta en sus proyectos, pero esta integración no nace del planeamiento estratégico. A la fecha ICYA requiere fortalecer las relaciones con los proveedores y los fabricantes a fin de encontrar insumos para la ejecución de la obra en el momento oportuno. Este fortalecimiento de las relaciones de los proveedores no solo debe ser nacionales, sino también con proveedores internacionales.

ICYA, por ser una empresa constructora en las adquisiciones puede reducir normalmente el costo unitario en un 5% aproximadamente, pero si se mejorara las relaciones con los proveedores se podría reducir hasta 2% más. Por otro lado la integración vertical debe responder a una planificación estratégica y tal como viene realizando a la fecha, respondiendo a los problemas de cada proyecto.

## **14.2 Descripción de las Empresas de la Cadena de Suministro**

### **14.2.1 Primera etapa: Fabricantes**

La primera etapa de la cadena de suministro para ICYA, empieza a través de los fabricantes que son aquellos que suministran y procesan la materia prima para suministrar materiales y/o transformarlos en equipos especializados y comercializarlos a las empresas proveedoras en su línea de suministro. ICYA en su cadena tiene a los siguientes fabricantes:

#### ***Fabricantes de materiales.***

Como fabricantes de materiales: Cementos Lima, Aceros Arequipa, Sider Peru.

#### ***Fabricante de equipos especializados.***

Fabricante de Cuñas y extrusora: empresa Leister Technologies, Demtech Services.

Fabricante de equipo de Concreto: empresa Putzmeister, Carmix. Fabricante de equipo de termo fusión y Electrofusion: empresa GF Piping Systems, McElroy Manufacturing's, Ritmo S.P.A.

Fabricante de equipo Pesado: empresa Caterpillar, Gruas Hiab, Gruas PM, Grúas FASSI.

### **14.2.2 Segunda etapa: Proveedores**

La segunda etapa de la cadena de suministro de la empresa, empieza a través de los proveedores que son aquellos que suministran lo procesado por el fabricante para el uso directo, tal es el caso de materiales y/o equipos o subcontratos, que ICYA utiliza en la ejecución de sus proyectos, los cuales son:

### ***Proveedores de materiales.***

Proveedor de geomembrana CIDELSA, TDM y Prodac, proveedor de tubería HDPE, está la empresa CALPLAST, Tigre, Tuboplast. Como Proveedor de cemento esta la Viga, CAF y proveedor de materiales de construcción está la ferretería Miky, y ferretería Metropoli.

### ***Proveedor de equipos especializados.***

Proveedor de equipos para concreto, soldadura de geomembrana y termofusión y electrofusión, están la empresas como Química Suiza, Thiesen y Peru, Unimac. Proveedor de Equipos Pesado: Como proveedores de equipo pesado y grúas está la empresa Ortiz, Unimac, Chacongesa, Gruas Gercar, y Grúas San Jose.

### ***Proveedor de estructuras metálicas.***

ICYA sub contrata los trabajos de estructuras metálicas, como proveedores esta la empresa Esmetal, Opseplant.

### ***Proveedores de transportes.***

Los proveedores de transporte son de dos tipos, proveedores de transporte de personal y proveedores de transporte de materiales y transporte de equipos. como transporte publico esta cruz del Sur, Transportes Shecta, Transportes Hijos de Ayash. y transporte de carga y de equipos esta la empresa Nolasco.

### **14.2.3 Tercera etapa: Producto**

La tercera etapa de la cadena es el producto, es el bien físico que realiza ICYA en la ejecución de obra, utilizando los insumos, equipos, herramientas suministrado por los proveedores y hecho por los fabricantes, al cual le da un valor agregado en la calidad del mismo y luego se entrega al cliente. Este producto tiene a su vez requerimientos técnicos indicadas en las especificaciones técnicas para cada proyecto que ejecuta ICYA.

#### 14.2.4 Cuarta etapa: Cliente

Los clientes de ICYA son empresas privadas como Antamina y Barrick y las entidades públicas como municipalidades, gobiernos regionales y ministerios, para quienes se suministra el producto (ver Figura 90).

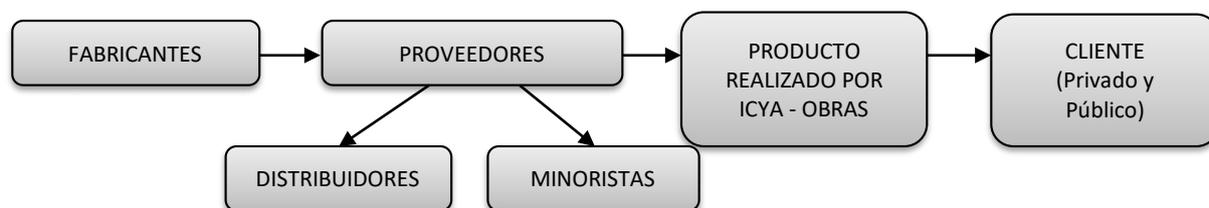


Figura 108. Cadena de suministro con ICYA y el cliente

### 14.3 Descripción del Nivel de Integración

#### 14.3.1 Integración

La integración vertical de ICYA, es relevante para producir sus productos principales, y se realiza en sus actividades principales de obras que ejecuta, esta integración vertical es hacia atrás. A continuación, se describe la integración vertical hacia atrás de algunas actividades.

Para el concreto premezclado, la preparación del concreto lo hace la empresa, para lo cual cuenta con Autohormigoneras que preparan el concreto, para la colocación cuenta con una bomba de concreto. Para habilitar el acero se cuenta con unas cortadoras y dobladoras propias, por lo que ICYA se encarga de cortar, habilitar y colocar en obra. Para el traslado de materiales en altura, se cuenta con una grúa propia de 10 Ton, montado sobre un camión de 32 ton. El cual sirve para carguío, traslado los materiales y descarga de materiales, asimismo cuenta con un camión de cuatro toneladas que sirve para trasladar los materiales y herramientas en menor cantidad. Para la instalación de geomembrana y tubería, el grado integración es elevada, ya que el material puede directamente adquirir desde el fabricante, dado que tiene grúa para transportar la tubería, geomembrana y geotextil, asimismo cuenta con equipos propios para realizar este trabajo. El control de calidad también lo realiza la

misma empresa para lo cual cuenta con equipos de pruebas destructivas, y equipos para detectar fugas de agua.

Para ICYA, la tercerización o sub contratación son mínimas, básicamente terceriza las actividades como los encofrados metálicos, los trabajos de estructuras metálicas, transporte de carga de pasajeros masivo, transporte de carga de materiales de grandes volúmenes y de equipos pesados, ya que requiere cama-bajas para este tipo de transporte. Esto se da pocas veces ya que el tamaño del proyecto que ejecuta ICYA no requiere materiales en grandes volúmenes y traslado personal masivo.

#### **14.3.2 Liderazgo**

Conformadas por las empresas que tiene liderazgo en la cadena de suministro o que tienen a su cargo varias marcas como proveedores, y estas tienen un modelo de negocio:

En el caso de concreto, es UNIMAQ y Metal técnica son representantes de la Marca Caterpillar, Carmix y Putzmeister respectivamente. Tiene liderazgo en la participación del mercado peruano, su estrategia es que se encarga del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos que distribuyen. Asimismo, venden los repuestos de los equipos. En el caso de equipos para geomembrana, es Química Suiza, es el representante de la marca Leister. De igual modo tiene liderazgo en la participación el mercado peruano, cuya estrategia es que se encarga del mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos que distribuyen.

Asimismo, son los únicos que venden los repuestos de estos equipos.

En caso de termofusión: La empresa ORM Maquinarias es representante de la marca Ritmo y Thiesen Perú es representante de la marca Mcleory, su estrategia es similar a Química Suiza.

#### **14.4 Descripción de estrategias del Canal de Distribución al Consumidor Final**

Dado la característica de la empresa ICYA no cuenta con canal de distribución, por que las obras que ejecuta se encuentran en el lugar donde el cliente lo establece.

### 14.5 Propuesta de Mejora al Desempeño de la Cadena

ICYA debería enfocarse en el proceso macro de suministro que consisten en la administrar la relación con el cliente, luego en la administración del suministro interno y en la administración de la relación con el cliente.

Estos tres procesos administran el flujo de la información y la integración de estos procesos de suministro es crucial para el éxito de una empresa.

- La integración vertical hacia atrás se debe hacer en el caso de la geomembrana, para lo cual se debe eliminar los intermediarios y tratar directamente con los fabricantes.
- Se recomienda que la integración no solo debe ser con proveedores nacionales, sino también con los proveedores internacionales, de esta manera se puede mejorar la capacidad de respuesta y reducir el precio de los insumos.

### 14.6 Conclusiones

- En la cadena de suministro de ICYA, no existen distribuidores, enfocados hacia el cliente o consumidor final
- Un adecuado diseño, planificación y operación de la cadena de suministro define el éxito de ICYA, mejorando la respuesta y reduciendo los precios de los insumos que sirven para ejecutar las obras, de esta manera se puede reducir hasta un 7% del costo de materiales.

## Capítulo XV: Conclusiones y Recomendaciones

### 15.1 Conclusiones

1. La empresa ICYA tiene una estructura organizacional de tipo matricial, el éxito de los proyectos depende del liderazgo individual de las personas, que pueden aportar con sus habilidades y conocimiento, enfocándose en el objetivo común que es la ejecución del proyecto a satisfacción del cliente.
2. La empresa ICYA según la clasificación de sus operaciones, es una empresa que produce un bien físico, cuya especialidad es la manufactura y se encarga de la construcción de obras. Según la matriz de transformación ICYA produce artículos únicos y una sola vez, los que se conocen como proyectos, en un periodo determinado, es decir que tiene un inicio y un fin.
3. Es importante que la empresa ICYA incorpore en su organigrama de obra, un responsable del control de proyectos, encargado del monitoreo y control del proyecto, utilizando la metodología del valor ganado, estableciendo los indicadores de desempeño SPI y el CPI.
4. De acuerdo al análisis de la ubicación de ICYA, es conveniente que su oficina principal permanezca en la ciudad de Huaraz, sin embargo se le recomienda complementarlo con una oficina en la ciudad de Lima, donde pueda llevar a cabo actividades de marketing y planeamiento estratégico, esto le permitirá incrementar el alcance a sus potenciales clientes, además de encontrar una mayor oferta de mano de obra especializada.
5. El producto de ICYA son las obras civiles cuyo monto de inversión varía de S/. 100,000 a S/. 10'000,000. Estos han sido definidos según su capacidad financiera y experiencia de la empresa donde pueda entregar productos de valor.
6. Resumen de costos y beneficios por las mejoras planteadas.

Tabla 49

*Resumen de costos y beneficios por las mejoras planteadas.*

Actividades	Costo incurrido S/.	Beneficio S/.
Optimización de DAP	28,000.00	191,787.80
Reducción de actividades que no generan valor	48,000.00	221,560.00
Implementación del área de control de proyectos e implementación del ERP S10	112,000.00	383,100.00
Capacitación del personal de logística en temas compras, cadena de suministro y negociación	26,000.00	120,000.00
Total	214,000.00	916,447.00

7. ICYA no cuenta con sistema de control de costos, el cual no permite tomar acciones correctivas en momento oportuno.
8. Es necesario adecuar las recomendaciones de la guía de gestión de proyectos del PMBOK, acorde al tamaño y condiciones propias de la empresa.
9. Para ICYA los procesos productivos más importantes son: el habilitado y colocación de acero, habilitado y colocación del encofrado, preparación y colocación de concreto en obra, estas representan en costo el 30% del costo total de obra, a pesar de esto no hay un procedimiento para la optimización.
10. En el diagnóstico realizado en la programación de operaciones productivas se pudo identificar que un alto porcentaje de actividades no agregan valor, llegando a superar a más de 50%.
11. En el análisis del área de logística, se ha podido determinar que esta área maneja entre 40 a 50% del costo total de la obra y existe retrasos frecuentes en la entrega de insumos por la baja capacidad del personal asignado.
12. Para el planeamiento y diseño de trabajo, la empresa ICYA ha establecido como estrategia, la especialización para el personal temporal y la expansión horizontal para el personal fijo. Como el volumen de personal temporal es el más alto, y se contrata por obra, esto eleva los costos de reclutamiento y las remuneraciones por la contratación temporal.

13. Según el pronóstico, la empresa tiene mejor opción de contratar proyectos de saneamiento, esto debe ser aprovechado por la coyuntura política y económica.
14. En cuanto a inventarios, ICYA ha optado por usar el método de producción de Justo a Tiempo (JIT), donde el inventario debe ser cero, pero esto no está funcionando como debe ser por la ineficiencia del área de logística.
15. Con el planteamiento de mejora podemos reducir los costos en un 10% del costo total y por ende aumentar la utilidad en 10%.

## 15.2 Recomendaciones

1. ICYA debe implementar de manera urgente un personal, para que pueda controlar mediante los indicadores de desempeño como el SPI y el CPI, la situación de la obra en forma semanal, quincenal y mensual.
2. Se recomienda que la sede central de ICYA se mantenga en Huaraz, pero esto se debe complementar con una apertura de oficina en la ciudad de Lima, para su uso como oficina de planeamiento estratégico para llegar más fácil a los clientes y poder captar la mano de obra especializada para desarrollar cada una de las actividades que conforman el proyecto.
3. ICYA a fin de permanecer en el mercado debe tomar la estrategia de incrementar su capacidad financiera y contratar obras mayores a S/. 10'000,000 o mejorar su eficiencia en la gestión a fin de seguir siendo competitivo, en comparación a nuevas empresas entrantes y existentes.
4. Implementar los planes de mejora propuesto a fin de incrementar la utilidad en un 10%.
5. Uno de los puntos más importantes en ICYA es mejorar la programación de operaciones productivas, ya que a la fecha se hace un alto porcentaje de actividades no productivas que no generan valor y estos representan el 30% del costo total de

- obra. Para lo cual es necesario mejorar la gestión, para lo cual se recomienda usar el enfoque lean Construction o construcción sin pérdida y como herramienta el last planner o el último planificador. La herramienta es bastante simple, pero requiere el compromiso de las personas que están al frente de la obra o proyecto.
6. Es necesario capacitar el personal de logística en temas de negociación, cadena de suministro, y se incrementará la base de datos de proveedores de insumos, transportistas.
  7. ICYA debería enfocarse más a los proyectos de saneamiento, para aprovechar la coyuntura política y económica. Dado que cuenta con experiencia en este tipo de proyectos.



## Referencias

- Agile and Lean Applied to Construction (2011, 22 de setiembre). *Ennova*. Recuperado de <http://ennova.com.au/blog/2011/09/agile-lean-compared-applied-construction>
- Ballard, G. y Howell (2003). "An Update to the Last Planner". IGLC 11, Virginia, USA.
- Barndt, S. E., & Carvey, D. W. (1982) *Essentials of operations management*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Besterfiel D. H. (2009). *Control de Calidad* (7a ed.). México D. F., México: Pearson
- Chase R. B., Jacobs F. R. & Aquilano N. J. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros* (12va ed.). México D. F., México: Mc Graw hill
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro* (3a ed.). México D. F., México: Pearson Educación.
- D'Alessio, F. A. (2013). *Administración de las operaciones productivas: Un enfoque en procesos para la gerencia* (2a ed.). México D. F., México: Pearson Educación.
- Dearden, J. (1962) *Cost and budget analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Garvin, D. A. (1988). *Competir en las ocho dimensiones de la calidad*. Harvard Deusto Business Review, 34, 37-48.
- Heizer J. & Render B. (2009). *Principios de administración de operaciones: producción y cadena de suministros* (7a ed.). México D. F., México: Pearson.
- Juran J. M. (1996). *Juran y la calidad por el diseño: Nuevos pasos para planificar la calidad de bienes y de servicios*. Madrid, España: Diaz de Santos
- Juran J. M. (1990). *Juran y el liderazgo para la calidad: Manual para ejecutivos*. Madrid, España: Diaz de Santos
- Kotler, P. (2001). *Dirección de marketing. La edición del milenio*. México D.F., México:

Prentice Hall.

Krajewski L. J., Ritzman L. P. & Malhotra M. K. (2013). *Administración de las operaciones:*

*Procesos y cadena de suministro* (10a ed.). México D. F., México: Pearson Educación.

Maslow, A. H. (1963). *Motivación y personalidad*. Barcelona, España: Sagitario

Mulcahy, R. (2013). *PMP Exam prep* (8a ed.). U.S, United States: RMC Publications

Pinto, J.K. (2015). *“Project Management: Achieving competitive advantage”*. (4a ed.). USA,

USA: Pearson.

Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge*

*(PMBOK guide)*. Newtown Square, Pa: Project Management Institute.

Schroeder, Meyer y Rungtusanathan J. M. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos*

*y casos contemporáneos*. New York, USA: Mc. Graw Hill



