

# **Ingeniería básica aplicada a la mejora de procesos**

*Guía con más de 50 ejemplos prácticos*

**Luis Eladio Rodríguez González**



Esta obra está licenciada bajo [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**© Ingeniería básica aplicada a la mejora de procesos**

© Luis Eladio Rodríguez González – lurodriguez@itcr.ac.cr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6459-2189>

Edición: Habib Succar  
Editorial BBB Producciones  
www.bbbproducciones.com  
correo-e: bbbproducciones@ice.co.cr  
Tel.: +506 8350-4357

**Consejo Editorial:**

Alejandro Durán Lostalo, Ph.D. – Costa Rica.

Dr. David J. Delgado Hernández – México.

Lic. Josué Arturo Minor Castilla - México.

Diseño y diagramación: Jorge Mora – moralaser@gmail.com

Revisión y corrección de textos: Habib Succar

Diseño de portada: José O. Brenes – grafika@gmail.com

Impresión digital y acabados finales: Gráfika – grafika@gmail.com

I.S.B.N.: 978-9930-565-54-4

Hecho en Costa Rica

Obra Literaria Registro Nacional Exped: 10544

Julio, 2024

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTA OBRA,  
SIN PERMISO PREVIO POR ESCRITO DEL AUTOR Y PROPIETARIO  
DE LOS DERECHOS INTELECTUALES.**

## TABLA DE CONTENIDO

	PÁGINA
PRÓLOGO .....	12
PRESENTACIÓN.....	13
<b>CAPÍTULO I. NECESIDAD DE MEJORAR LOS PROCESOS.....</b>	<b>15</b>
EL PRECIO LO DEFINE EL CLIENTE .....	15
VALOR AGREGADO .....	16
MEDICIÓN DEL DISEÑO DEL .....	19
PROCESO .....	19
<b>CAPÍTULO II. CONOCIMIENTO DEL PROCESO .....</b>	<b>24</b>
MATRIZ EFE .....	24
MATRIZ EFI .....	27
MATRIZ FODA .....	28
SIPOC.....	32
VSM .....	34
RPA.....	42
<b>CAPÍTULO III. CON ENFOQUE AL CLIENTE .....</b>	<b>45</b>
PARETOGRAMA SIMPLE .....	45
PARETOGRAMA CON .....	50
PONDERACIÓN .....	50
TÉCNICA VOC.....	53
DIAGRAMA DE AFINIDAD.....	55
REDACCIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	58
MODELO DE KANO .....	62
MATRICES L, A, X, T.....	69
MATRIZ DE PLANIFICACIÓN QFD .....	73
DIAGRAMA DE ÁRBOL .....	90
<b>CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE LA CAUSA RAÍZ .....</b>	<b>92</b>
CUADRO PARA DECLARACIÓN DEL PROBLEMA.....	92
CARTA DEL PROYECTO.....	97
TÉCNICA BRAINSTORM.....	102
DIAGRAMA COLA DE PESCADO .....	104
DIAGRAMA LOVEBUG.....	108
TÉCNICA MULTIVOTO.....	112
ESCALA LIKERT .....	115

DIAGRAMA DE RELACIONES .....	120
TÉCNICA 5: POR QUÉ.....	124
MAPA DE INFLUENCIA / DEPENDENCIA.....	126
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....</b>	<b>130</b>
MATRIZ IMPACTO / ESFUERZO .....	130
MATRIZ PRIORIZACIÓN DE.....	136
CRITERIOS.....	136
ANÁLISIS DE PARTES .....	141
MATRIZ PODER / INTERÉS.....	144
MATRIZ RASCI.....	148
ANÁLISIS DE CAMPOS DE FUERZAS.....	151
<b>CAPÍTULO VI. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....</b>	<b>153</b>
GRÁFICA P-Q.....	153
DIAGRAMA DE FLUJO DE .....	162
PROCESO .....	162
DIAGRAMA RECORRIDO MULTIPRODUCTO.....	165
TABLA MATRICIAL DE RECORRIDO.....	167
DIAGRAMA DE RECORRIDO .....	171
DIAGRAMA RELACIONAL DE .....	174
ACTIVIDADES .....	174
DIAGRAMA RELACIONAL DE .....	180
ESPACIOS.....	180
DIAGRAMA DE EMSAMBLE.....	187
(EXPLOSIÓN).....	187
DIAGRAMA BIMANUAL.....	189
PLAN PARA CADA PARTE (PFEP) .....	193
PLAN PARA CADA PERSONA (PPCP).....	195
<b>CAPÍTULO VII. CIERRE DE PROYECTOS.....</b>	<b>198</b>
ANÁLISIS AMFE .....	198
MATRIZ RAM .....	205
DIAGRAMA DE GANTT .....	209
HOJAS DE COMPROBACIÓN .....	213
CIERRE DE PROYECTO.....	215
<b>CAPÍTULO VIII. CASO APLICADO A SERVICIOS.....</b>	<b>219</b>
DESCRIPCIÓN DEL CASO .....	219

RECOPILAR OPINIÓN DE ASOCIADOS.....	219
AFINIDAD DE PALABRAS CLAVE .....	220
REDACCIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	221
CATEGORIZACIÓN DE REQUERIMIENTOS .....	225
REQUERIMIENTOS vrs. CARACTERÍSTICAS.....	228
MATRIZ DE REQUERIMIENTOS QFD.....	230
CONCLUSIONES GENERALES.....	233
<b>CAPÍTULO IX. OTRAS HERRAMIENTAS .....</b>	<b>235</b>
POKA YOKE .....	235
A3 .....	236
9's.....	238
6W + 3H.....	239
7 MUDAS .....	241
<b>CAPÍTULO X.METODOLOGÍAS DE MEJORA.....</b>	<b>242</b>
DMAIC .....	242
PHVA.....	242
MASP .....	243
8D .....	244
AGRADECIMIENTOS.....	246
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....	247
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	250
ACERCA DEL AUTOR.....	252

**ILUSTRACIONES**

	PÁGINA
ILUSTRACIÓN 1 -DEFINICIONES DEL PRECIO DE VENTA	16
ILUSTRACIÓN 2 -DATOS PARA EJEMPLO VALOR AGREGADO	18
ILUSTRACIÓN 3 -COMPOSICIÓN DEL TIEMPO DEL PROCESO	19
ILUSTRACIÓN 4 -TIEMPOS DE TAREAS Y OPERACIONES	21
ILUSTRACIÓN 5 -TIEMPO DE OPERACIONES DE UNA TAREA	22
ILUSTRACIÓN 6 -COMPOSICIÓN DEL DISEÑO DEL PROCESO	23
ILUSTRACIÓN 7 -EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS (EFE)	26
ILUSTRACIÓN 8 -EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS (EFI)	28
ILUSTRACIÓN 9 -RESULTADOS DE MATRIZ FODA	31
ILUSTRACIÓN 10 -SIPOC SUBPROCESO ENSAMBLE	33
ILUSTRACIÓN 11 -SIMBOLOGÍA BÁSICA PARA VSM	36
ILUSTRACIÓN 12 -ESTRUCTURA BÁSICA DEL VSM	37
ILUSTRACIÓN 13 -DATOS INICIALES PARA VSM	38
ILUSTRACIÓN 14 -CÁLCULOS PARA DEPARTAMENTO 1	38
ILUSTRACIÓN 15 -CÁLCULOS PARA DEPARTAMENTOS 2 Y 3	39
ILUSTRACIÓN 16 -CÁLCULOS PARA DEPARTAMENTOS 4 Y 5	40
ILUSTRACIÓN 17 -VSM PARA EL PROCESO ACTUAL	41
ILUSTRACIÓN 18 -GRÁFICO RADIAL PARA RPA	42
ILUSTRACIÓN 19 -RESULTADOS DE RPA EN PLANTA	44
ILUSTRACIÓN 20 -TABLA PARA REGISTRO DE DATOS PARETOGRAMA	46
ILUSTRACIÓN 21 -EJEMPLO ESTRUCTURA DE PARETOGRAMA	47
ILUSTRACIÓN 22 -REGISTRO DE DATOS PARETOGRAMA	48
ILUSTRACIÓN 23 -PARETOGRAMA SOBRE TIPOS DE CLIENTES	49
ILUSTRACIÓN 24 -FORMATO PARA PARETOGRAMA CON PONDERACIÓN	50
ILUSTRACIÓN 25 -REGISTRO DATOS PARETOGRAMA CON PONDERACIÓN	52
ILUSTRACIÓN 26 -TIPOS DE CLIENTES CON PONDERACIÓN	53
ILUSTRACIÓN 27 -FORMADO PARA RESUMIR LA VOZ DEL CLIENTE	54
ILUSTRACIÓN 28 -MATRIZ CON LA VOZ DEL CLIENTE	55
ILUSTRACIÓN 29 -DIAGRAMA DE AFINIDAD DE ASPECTOS CLAVES	57
ILUSTRACIÓN 30 -RESUMEN DE ASPECTOS PARA REDACCIÓN	59
ILUSTRACIÓN 31 -REVISIÓN DE REDACCIÓN DE REQUERIMIENTOS	61
ILUSTRACIÓN 32 -POSIBLES RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS KANO	62
ILUSTRACIÓN 33 -VALORACIÓN DE RESPUESTAS KANO	63
ILUSTRACIÓN 34 -FORMATO PARA RESUMEN DE KANO	65
ILUSTRACIÓN 35 -ZONAS DE LA GRÁFICA DE KANO	66

ILUSTRACIÓN 36 -EJEMPLO PARA UN SOLO REQUERIMIENTO	67
ILUSTRACIÓN 37 -RESUMEN DE KANO	68
ILUSTRACIÓN 38 -GRÁFICA DE KANO	69
ILUSTRACIÓN 39 -MATRICES L, A, X, T	70
ILUSTRACIÓN 40 -SIMBOLOGÍA Y VALORES PARA LA MATRIZ	71
ILUSTRACIÓN 41. -MATRIZ L, REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS	72
ILUSTRACIÓN 42 -ESTRUCTURA MATRIZ PLANIFICACIÓN QFD	73
ILUSTRACIÓN 43 -FORMATO EVALUACIÓN DE IMPORTANCIA	74
ILUSTRACIÓN 44 -SIMBOLOGÍA PARA LA CORRELACIÓN	75
ILUSTRACIÓN 45 -EJEMPLO DE CORRELACIÓN DE REQUERIMIENTOS	75
ILUSTRACIÓN 46 -SIMBOLOGÍA DE LA DIRECCIÓN DE MEJORA	76
ILUSTRACIÓN 47 -FORMATO PARA ESPECIFICACIONES ÓPTIMAS	77
ILUSTRACIÓN 48 -EJEMPLO PARA EL CÁLCULO DE LA SUMATORIA	77
ILUSTRACIÓN 49 -FORMATO EVALUACIÓN COMPETITIVA	78
ILUSTRACIÓN 50 -SIMBOLOGÍA PARA EVALUACIÓN COMPETITIVA	79
ILUSTRACIÓN 51 -RESUMEN DE RESULTADOS SOBRE IMPORTANCIA	81
ILUSTRACIÓN 52 -PARTE SUPERIOR DE LA MATRIZ QFD	82
ILUSTRACIÓN 53 -RELACIÓN REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS	83
ILUSTRACIÓN 54 -PARTE INFERIOR DE LA MATRIZ QFD	84
ILUSTRACIÓN 55 -RESUMEN RESULTADOS EVALUACIÓN COMPETITIVA	85
ILUSTRACIÓN 56 -CÁLCULO DEL VALOR META DE LA EVALUACIÓN	86
ILUSTRACIÓN 57 -CÁLCULO DEL % DE MEJORA	86
ILUSTRACIÓN 58 -CÁLCULO DEL PESO DE LA FILA	87
ILUSTRACIÓN 59 -PARTE LATERAL DERECHA DE LA MATRIZ QFD	88
ILUSTRACIÓN 60 -MATRIZ DE PLANIFICACIÓN QFD COMPLETA	89
ILUSTRACIÓN 61 -EJEMPLO DE DIAGRAMA DE ÁRBOL	91
ILUSTRACIÓN 62 -FORMATO PARA DECLARACIÓN DEL PROBLEMA	94
ILUSTRACIÓN 63 -EJEMPLO DECLARACIÓN DEL PROBLEMA	96
ILUSTRACIÓN 64 -FORMATO PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	98
ILUSTRACIÓN 65 -EJEMPLO DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	101
ILUSTRACIÓN 66 -EJEMPLO DE IDEAS DE CAUSAS DEL PROBLEMA	104
ILUSTRACIÓN 67 -EJEMPLO DE COLA DE PESCADO DE CAUSAS	107
ILUSTRACIÓN 68 -EJEMPLO DIAGRAMA LOVEBUG	110
ILUSTRACIÓN 69 -DESCRIPCIÓN DE CAUSAS Y EFECTOS	111
ILUSTRACIÓN 70 -APLICACIÓN DE MULTIVOTO. PRIMERA VOTACIÓN	113
ILUSTRACIÓN 71 -APLICACIÓN DE MULTIVOTO (CONTINUACIÓN)	114
ILUSTRACIÓN 72 -APLICACIÓN DE MULTIVOTO. SEGUNDA VOTACIÓN	115

ILUSTRACIÓN 73 -ESCALA PROPUESTA PARA APLICACIÓN LIKERT	116
ILUSTRACIÓN 74 -EJEMPLO DE APLICACIÓN LIKERT	118
ILUSTRACIÓN 75 -RESULTADOS APLICACIÓN LIKERT	119
ILUSTRACIÓN 76 -GRÁFICO DE RESULTADOS LIKERT	119
ILUSTRACIÓN 77 -FORMATO DE APLICACIÓN DIAGRAMA RELACIONES	121
ILUSTRACIÓN 78 -EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE RELACIONES	123
ILUSTRACIÓN 79 -FORMATO PARA RESPUESTAS 5 POR QUE	125
ILUSTRACIÓN 80 -RESPUESTAS DEL 5 POR QUE	126
ILUSTRACIÓN 81 -ESCALA DE INFLUENCIA	127
ILUSTRACIÓN 82 -FORMATO EVALUACIÓN INFLUENCIA	127
ILUSTRACIÓN 83 -CÁLCULOS PARA EVALUACIÓN DE INFLUENCIA	128
ILUSTRACIÓN 84 -MAPA DE INFLUENCIA / DEPENDENCIA	129
ILUSTRACIÓN 85 -ESCALA PARA VALORAR IMPACTO / ESFUERZO	131
ILUSTRACIÓN 86 -FORMATO DE MATRIZ IMPACTO / ESFUERZO	131
ILUSTRACIÓN 87 -FORMATO DE GRÁFICA IMPACTO / ESFUERZO	132
ILUSTRACIÓN 88 -EJEMPLO DE CALIFICACIÓN DE LA PROPUESTA A	134
ILUSTRACIÓN 89 -EJEMPLO DE MATRIZ IMPACTO / ESFUERZO	135
ILUSTRACIÓN 90 -EJEMPLO DE GRÁFICA IMPACTO/ESFUERZO	136
ILUSTRACIÓN 91 -ESCALA PARA NIVEL DE IMPORTANCIA	137
ILUSTRACIÓN 92 -ESCALA PARA NIVEL DE VALORACIÓN	137
ILUSTRACIÓN 93 -FORMATO MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS	138
ILUSTRACIÓN 94 -EJEMPLO DE VALORACIÓN DE PROPUESTAS B Y C	139
ILUSTRACIÓN 95 -EJEMPLO MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS	140
ILUSTRACIÓN 96 -FORMATO PARA REGISTRO PARTES INTERESADAS	142
ILUSTRACIÓN 97 -EJEMPLO DE REGISTRO DE PARTES INTERESADAS	143
ILUSTRACIÓN 98 -FORMATO PARA ANÁLISIS PODER / INTERÉS	145
ILUSTRACIÓN 99 -FORMATO MATRIZ PODER / INTERÉS	146
ILUSTRACIÓN 100 -EJEMPLO PARA ANÁLISIS PODER / INTERÉS	146
ILUSTRACIÓN 101 -EJEMPLO DE MATRIZ PODER / INTERÉS	147
ILUSTRACIÓN 102 -EJEMPLO MATRIZ RASCI	150
ILUSTRACIÓN 103 -EJEMPLO ANÁLISIS CAMPO DE FUERZAS	152
ILUSTRACIÓN 104 -ELABORACIÓN O MONTAJE EN LÍNEA	155
ILUSTRACIÓN 105 -PROCESOS EN SECCIONES	156
ILUSTRACIÓN 106 -PROCESO EN PUESTO FIJO	157
ILUSTRACIÓN 107 -EJEMPLO DE GRÁFICA P-Q	157
ILUSTRACIÓN 108 -GUÍA DE POSIBLES RESULTADOS P-Q	159
ILUSTRACIÓN 109 -DATOS REFERENCIA P-Q	160

ILUSTRACIÓN 110 -GRÁFICA P-Q PARA PROYECTO	161
ILUSTRACIÓN 111 -SIMBOLOGÍAS PARA FLUJO DE PROCESO	162
ILUSTRACIÓN 112 -SIMBOLOGÍAS PARA DIAGRAMA DE FLUJO	163
ILUSTRACIÓN 113 -EJEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUJO	164
ILUSTRACIÓN 114 -EJEMPLO DIAGRAMA RECORRIDO MULTIPRODUCTO	166
ILUSTRACIÓN 115 -EJEMPLO TABLA MATRICIAL (TOTAL RECORRIDO)	168
ILUSTRACIÓN 116 -EJEMPLO TABLA MATRICIAL (INTENSIDAD)	170
ILUSTRACIÓN 117 -PLANO A ESCALA DE PLANTA	172
ILUSTRACIÓN 118 -EJEMPLO DE DIAGRAMA DE RECORRIDO	173
ILUSTRACIÓN 119 -MOTIVOS DE RELACIÓN DE CERCANÍA	175
ILUSTRACIÓN 120 -CÓDIGOS DE RELACIÓN	175
ILUSTRACIÓN 121 -TABLA RELACIONAL ACTIVIDADES	176
ILUSTRACIÓN 122 -DIAGRAMA RELACIONAL ACTIVIDADES	177
ILUSTRACIÓN 123 -EJEMPLO DE TABLA RELACIONAL ACTIVIDADES	178
ILUSTRACIÓN 124 -EJEMPLO DIAGRAMA RELACIONAL ACTIVIDADES	179
ILUSTRACIÓN 125 -FORMATO PARA ESPACIOS NECESARIOS	181
ILUSTRACIÓN 126 -FORMATO PARA DETERMINAR CARACTERÍSTICAS	182
ILUSTRACIÓN 127 -DISTRIBUCIÓN INTERNA DE ARMADO	183
ILUSTRACIÓN 128 -RESUMEN DE ESPACIOS NECESARIOS	184
ILUSTRACIÓN 129 -EJEMPLO DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS	185
ILUSTRACIÓN 130 -EJEMPLO DIAGRAMA RELACIONAL ESPACIOS	186
ILUSTRACIÓN 131 -DIAGRAMA DE ENSAMBLE	188
ILUSTRACIÓN 132 -DIAGRAMA DE EXPLOSIÓN	189
ILUSTRACIÓN 133 -SIMBOLOGÍA DIAGRAMA BIMANUAL	190
ILUSTRACIÓN 134 -FORMATO DIAGRAMA BIMANUAL	190
ILUSTRACIÓN 135 -BIMANUAL ENSAMBLE DE SILLA 1/2	191
ILUSTRACIÓN 136 -BIMANUAL ENSAMBLE DE SILLA 2/2	192
ILUSTRACIÓN 137 -PFEP PARA LOS MATERIALES DEL PROCESO	195
ILUSTRACIÓN 138 -SIMBOLOGÍA PARA EL PPCP	196
ILUSTRACIÓN 139 -EJEMPLO DE APLICACIÓN DE UN PPCP	197
ILUSTRACIÓN 140 -ESCALA PARA ESTIMAR LA SEVERIDAD	201
ILUSTRACIÓN 141 -ESCALA PARA ESTIMAR LA OCURRENCIA	202
ILUSTRACIÓN 142 -ESCALA PARA ESTIMAR LA DETECCIÓN	203
ILUSTRACIÓN 143 -FORMATO PARA ANÁLISIS DE FALLAS Y EFECTOS	204
ILUSTRACIÓN 144 -EJEMPLO DE ANÁLISIS DE FALLAS Y EFECTOS	205
ILUSTRACIÓN 145 -FORMATO DE MATRIZ RAM	207
ILUSTRACIÓN 146 -DEFINICIONES DE MATRIZ RAM	208

ILUSTRACIÓN 147 -DEFINICIONES DE MATRIZ RAM	209
ILUSTRACIÓN 148 -REFERENCIA DE LÍNEAS PARA EL GANTT	211
ILUSTRACIÓN 149 -EJEMPLO DE DIAGRAMA DE GANTT	212
ILUSTRACIÓN 150 -APLICACIÓN DE LA HOJA DE COMPROBACIÓN	214
ILUSTRACIÓN 151 -FORMATO DE REPORTE DE CIERRE DE PROYECTO	217
ILUSTRACIÓN 152 -EJEMPLO DE CIERRE DE PROYECTO	218
ILUSTRACIÓN 153 -AFINIDAD DE PALABRAS CLAVES PARA REQUERIMIENTOS	222
ILUSTRACIÓN 154 -VERIFICACIÓN DE ASPECTOS DE REDACCIÓN	223
ILUSTRACIÓN 155 -EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS SEGÚN USUARIOS	224
ILUSTRACIÓN 156 -MUESTRA DE RESPUESTAS DEL PRIMER REQUERIMIENTO	226
ILUSTRACIÓN 157 -RESULTADO FINAL SEGÚN REQUERIMIENTOS DEFINIDOS	226
ILUSTRACIÓN 158 -CATEGORÍAS PARA LOS REQUERIMIENTOS DEFINIDOS	227
ILUSTRACIÓN 159 -ZONAS SEGÚN KANO PARA REQUERIMIENTOS	228
ILUSTRACIÓN 160 -SIMBOLOGÍA DE REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS	228
ILUSTRACIÓN 161 -MATRIZ L ENTRE REQUERIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS	229
ILUSTRACIÓN 162 -IMPORTANCIA PARA CADA REQUERIMIENTO	231
ILUSTRACIÓN 163 -CALIFICACIÓN PARA CADA REQUERIMIENTO	231
ILUSTRACIÓN 164 -EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS SEGÚN USUARIOS	232
ILUSTRACIÓN 165 -EJEMPLO DE A3	238
ILUSTRACIÓN 166 -FORMATO PARA REALIZAR 6W+3H	241

*Dedicatoria*

A Eladio y Ana María

A Maureen, Mariana y Sebastián

## PRÓLOGO

Desde los inicios de la ingeniería industrial allá por los años 1920, donde se destacaba el aporte de los esposos Gilbreth en el área de tiempos y movimientos y factores humanos en su trabajo pionero en Purdue University, siempre se resaltó la visión de sistemas y procesos para mejorar la calidad de vida de las personas y resolver problemas de la sociedad.

Casi 100 años después, el Profesor Luis Eladio Rodríguez González del Instituto Tecnológico de Costa Rica, hace una valiosa contribución al maravilloso mundo de la ingeniería industrial, al publicar una selección muy buena de herramientas para el análisis y mejora de procesos.

La obra presentada por el Profesor Rodríguez González hace un abordaje correcto sobre cómo se debe analizar un proceso para su mejora, a saber: Necesidades de Mejorar, Conocimiento del Proceso, Enfoque en el Cliente, Estudio de la Causa Raíz, Análisis de Propuesta de Solución, Cierre de Proyectos y Casos de Aplicación.

No cabe la duda que este libro será de mucha utilidad tanto para estudiantes de ingeniería industrial, como para profesionales en diferentes campos de la ingeniería y administración, que en un mundo globalizado y cambiante se ven involucrados en proyectos de mejora continua.

Cordialmente,

*Ing. Federico Picado Alvarado, Ph.D.*  
Profesor jubilado  
Tecnológico de Costa Rica  
Egresado Purdue University

## PRESENTACIÓN

Los problemas dentro del funcionamiento natural de toda empresa están a las órdenes del día y aunque se trabaje de buena forma es inevitable que estos sucedan con el paso del tiempo y de formas e intensidades muy variadas. Debido a que el tiempo es un factor relevante en el mundo globalizado de nuestros días, donde hay que avanzar de manera vertiginosa por los requerimientos del cliente y la amenaza de la competencia; la aparición de obstáculos debe ser resuelta de la manera más pronta y efectiva posible.

El tiempo invertido en la solución de cada problema dependerá del grupo de analistas que lo conforman, sin embargo, la efectividad de la propuesta que se genere estará muy relacionada con la profundidad del análisis realizado, por ello se plantean en esta obra herramientas que definirán proyectos, generarán ideas, ampliarán perspectivas, evaluarán criterios, concebirán fallas, programarán actividades, entre otras muchas funciones más.

La temática sobre la cual gira la presente obra se orienta en presentar una forma sistemática de analizar problemas reales utilizando herramientas funcionales que estructuren la forma de abordaje, de manera que la solución posea plena justificación de ser y que tenga de esta forma una alta probabilidad de convertirse en una mejora real para el proceso.

La obra es en su conjunto es un gran instrumento para ser utilizado de manera efectiva por personas de cualquier nivel de experiencia previo, desde empresarios que han aprendido a lidiar empíricamente con los problemas cotidianos hasta estudiantes que deseen adquirir destrezas para abordar de manera estructurada y sistematizada las dificultades a las cuales futuramente deberán enfrentar.

Uno de los objetivos planteados se centra en el hecho de poder generar un cambio en la tendencia de obtener propuestas de solución de manera inmediata, en donde en ocasiones, inclusive, se inicia con la implementación de la propuesta sin antes haber llevado a cabo todo un verdadero proceso de análisis. Es conocido que, en la mayoría de los casos, llega a ser un fracaso con el consiguiente aumento en costos, tiempo invertido, desarrollado logístico y otros costos intangibles difíciles de identificar y cuantificar.

La obra trata de darle relevancia al hilo conductor que debe prevalecer en cualquier análisis, sin embargo, todas las herramientas expuestas tienen significado por sí

mis-mas, es decir, no es necesario mantener una misma secuencia, sino que cada una se puede aplicar por separado y obtener los mismos resultados.

Las empresas de servicios han tomado cada vez más relevancia y por ello se presenta una sección para exponer la aplicación de herramientas a un caso práctico para este tipo de organizaciones. Acá también se expone la importancia del hilo conductor al usar de manera secuencial varios tipos de herramientas.

Los mayores aportes radican en el hecho de poder contar en un solo documento con una cantidad significativa de herramientas para aplicarlas en conjunto o individualmente en el análisis de problemas; con el fin de enrumbar la solución sobre la base de un análisis estructurado. Adicionalmente, el poder contar con ejemplos completos aplicados a cada una de las herramientas fortalece el entendimiento de estas y sirve de guía para la realización, por parte del lector, de sus propios desarrollos en las situaciones que deba resolver.

## CAPÍTULO I. NECESIDAD DE MEJORAR LOS PROCESOS

---

Deseo iniciar invitando al lector a reflexionar sobre la concepción tradicional de calcular el precio de venta, relacionada con el nivel de ganancia a obtener por los generadores de los productos o servicios ofrecidos al mercado, y cómo la misma ha evolucionado a una nueva estructura de costos, donde la fórmula de cálculo la determina ahora el cliente, basado en la relación costo-beneficio al adquirir el bien deseado.

Los aspectos analizados parten de la premisa del dominio del concepto de tiempo estándar por parte del lector, el cual corresponde al tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación.

Ligado al cambio en la estructura de costos mencionada, las empresas han debido darle una real importancia al análisis de valor agregado de sus procesos, ya que dentro de los mismos hay tareas que por sí mismas no agregan valor al producto o servicio, y hay otras tareas conformadas por operaciones, las cuales, podrían a su vez subdividirse en una operación que agrega valor y la que no lo hace.

Finalizamos mostrando cómo calcular mediante el uso de fórmulas matemá-

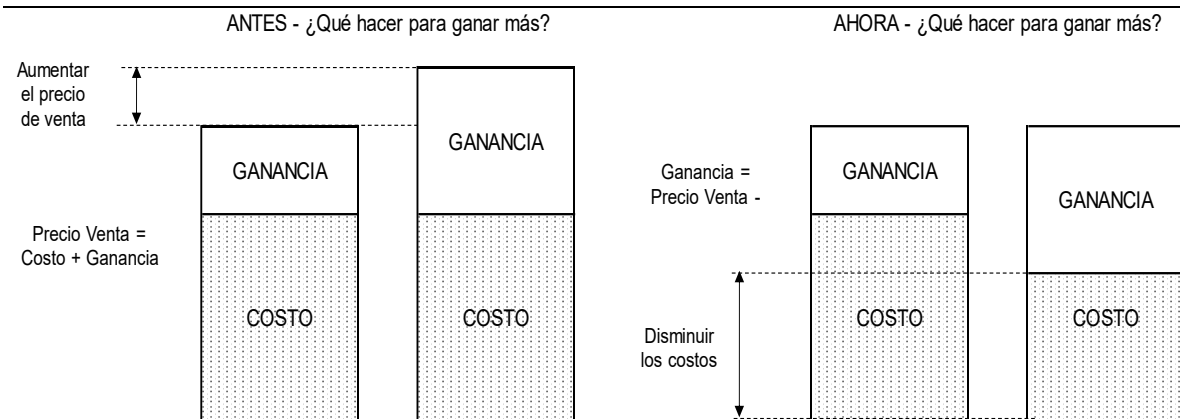
licas la relación entre tareas y operaciones, para medir si la forma como los administradores diseñaron el proceso es la adecuada o requiere acciones de mejora importantes.

### EL PRECIO LO DEFINE EL CLIENTE

Tradicionalmente el precio de venta se ha calculado como un incremento sobre el costo, mediante la forma:  $Precio\ Venta = Costo + Ganancia$ , es decir, el productor calcula sus costos asociados y a partir de ellos determinaba la ganancia que deseaba obtener; y cuando quería obtener mayores ingresos se aumentaba el precio vigente o trabajaba sobre el mercadeo para incrementar las ventas.

Los clientes son los que definen la calidad, los tiempos de entrega y también el precio de los productos, y todo este conjunto de factores adiciona presión para la reducción de costos, por tanto, esto debe ser considerado como parte de las estrategias empresariales. En la actualidad lo único constante es el cambio, por ello deben ejercerse acciones para movilizarse a una estructura de costos más eficiente. Lo mencionado se ilustra de la siguiente manera:

### Ilustración 1 - Definiciones del precio de venta



El cliente ha evolucionado y aunque el precio es uno de los factores al tomar su decisión, no es el único. Este utiliza su propia forma de cálculo: *Ganancia cliente = Beneficio – Costo*. Por ello cada vez hay que “dar más por menos costo”, es decir, además de trabajar en reducción del costo hay que dar beneficios sobre la funcionalidad, beneficios adicionales de servicio, estéticos, etc.

### VALOR AGREGADO

No solo el cliente externo busca valor agregado en su compra, también debe analizarse en qué medida se cuenta con un proceso productivo que se preocupa por agregar valor en cada una de sus tareas. El tiempo que realmente tarda el proceso está determinado por uno los siguientes elementos:

- **Diseño del método de trabajo:** un proceso está compuesto por una serie de tareas y a su vez cada una de ellas está formada por operaciones de valor agregado y operaciones sin valor agregado. Si al tiempo estándar definido para

cada operación se le resta el tiempo de las operaciones de valor agregado (T.E. - OVA) se obtiene el tiempo perdido por mal diseño del método de trabajo; y lo interesante acá es que son los encargados del proceso los que definen o diseñan el método a ejecutar en el proceso.

- **Desempeño de los trabajadores:** se determina el desempeño ideal en concordancia con el tiempo estándar calculado para cada operación, de manera que todo el tiempo que ocurra sobre el tiempo estándar deberá ser considerado como desperdicio. Aunque será un desperdicio dinámico porque varía día con día, no hay que olvidar que la causa de este puede no ser exclusiva del operario, es decir, puede estar lejos del puesto de trabajo.
- **Fallas operativas del proceso:** sucede cuando las tareas se realizan en un tiempo superior al tiempo estándar, debido a problemas de corte administrativo como por ejemplo que se detenga el proceso por

falta de materiales, cuellos de botella, reprocesos por falta de calidad, averías, etc.

- **Tiempo realmente necesario:** es la cantidad mínima de tiempo que necesita un proceso formado por varias tareas para su realización. Infiere que cada tarea se desarrolle con solamente operaciones de valor agregado (OVA).

Para mostrar la necesidad de generar valor dentro de los procesos se crea el ejemplo mostrado en la ilustración 2, con los elementos descritos anteriormente. Puede verse un proceso compuesto por 12 tareas donde a cada una de ellas se le ha establecido su tiempo estándar por medio de un estudio previo de tiempos y movimientos. Seguidamente se determinan las tareas sin valor agregado (TSVA) las cuales corresponden a la numeración 1, 10, 11 y 12 ya que, en ellas, como su palabra lo dice, no agregan valor al producto que se está elaborando.

Luego, las restantes tareas como corte, lijado, pintura, etc., corresponderán a tareas de valor agregado. Dentro de cada una de estas, se ejecutan operaciones de valor agregado y sin valor agregado, por ello hay que determinar qué parte del tiempo estándar les corresponde y esto se muestra en las columnas donde se indica el tiempo de las operaciones.

Además, se hace un seguimiento al desempeño de los trabajadores en cada una de las tareas y se muestran los resultados finales en porcentaje, siendo así que, por ejemplo, la tarea de corte primario tiene una pérdida de 0,066 min/unidad calculada según un rendimiento del 98.4% sobre su tiempo estándar, el cual había sido determinado en 4,25 min/unidad. Un rendimiento del 100% indicaría que se cumple exactamente con el estándar establecido por la administración.

En cuanto a fallas operativas del proceso, para este ejemplo vamos a suponer que se realiza un estudio de los tiempos en los cuales se ha detenido el proceso por causas relacionadas a falta de materiales, cuellos de botella, reprocesos por falta de calidad, averías u otras razones dentro de un periodo de tiempo igual para todos los casos; y se muestran los resultados obtenidos. Para el caso específico de la tarea de pintura, el total de tiempo perdido en el periodo determinado fue de 0,23 min/unidad y ocasionado principalmente por las veces en las que la falta de materiales interrumpió la producción, por lo cual las acciones podrán estar eventualmente encaminadas en la mejora de este aspecto.

## Ilustración 2 - Datos para ejemplo valor agregado

N°	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	Tiempo estandar establecido (T.E.)	Tiempo de las operaciones		Desempeño de los trabajadores en el puesto		Fallas operativas del proceso			
			Valor agregado (OVA)	Sin valor agregado (OSVA)	%	Tiempo	Averías	Materiales	Otros	TOTAL
1	Bodega Materia Prima	3,00	0,00	3,00	96,5%	0,106	0,000	0,100	0,023	0,12
2	Dpto corte primario	4,25	4,00	0,25	98,4%	0,066	0,135	0,225	0,000	0,36
3	Dpto lijado	5,75	4,75	1,00	94,1%	0,341	0,030	0,173	0,058	0,26
4	Dpto pintura	3,25	1,75	1,50	93,3%	0,217	0,065	0,163	0,000	0,23
5	Hornos secado	6,50	4,75	1,75	96,9%	0,203	0,340	0,255	0,000	0,60
6	Dpto acabado	8,25	5,75	2,50	88,5%	0,949	0,330	0,330	0,000	0,66
7	Dpto armado	6,00	3,00	3,00	98,4%	0,094	0,000	0,000	0,000	0,00
8	Codificado	2,00	2,00	0,00	94,1%	0,119	0,340	0,000	0,000	0,34
9	Área empaque	2,50	2,00	0,50	93,3%	0,167	0,000	0,000	0,000	0,00
10	Inspección final	2,00	0,00	2,00	93,3%	0,133	0,000	0,340	0,000	0,34
11	Bodega Producto Terminado	2,25	0,00	2,25	98,8%	0,027	0,000	0,135	0,045	0,18
12	Transporte	2,25	0,00	2,25	94,5%	0,125	0,000	0,060	0,040	0,10
<b>TOTAL</b>		<b>48,00</b>	<b>28,00</b>	<b>20,00</b>	<b>--</b>	<b>2,55</b>	<b>1,24</b>	<b>1,78</b>	<b>0,17</b>	<b>3,19</b>

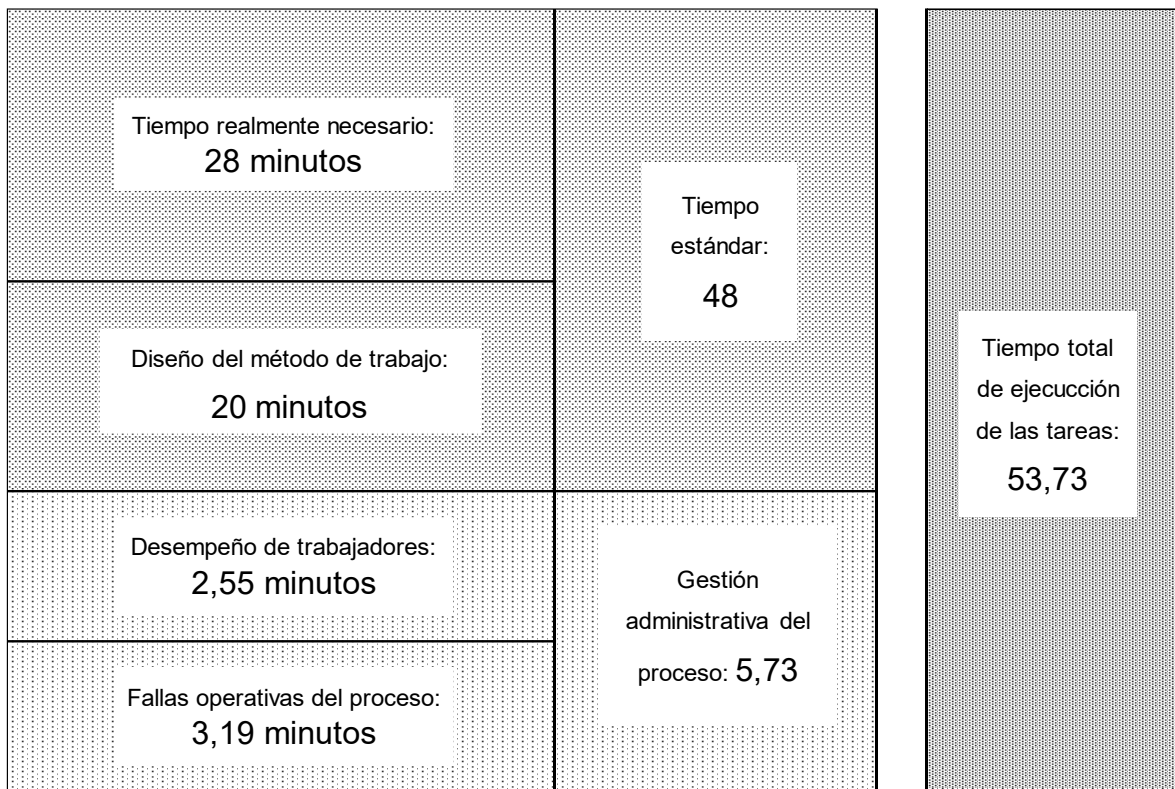
Como resultado de primera mano del ejemplo ilustrativo, puede indicarse que este proceso cuenta con un 58% de tiempo realmente útil para producir (28 min) que está compuesto por las operaciones que agregan valor dentro de las tareas.

El 41,7% del tiempo restante no agrega valor al cliente final y está conformado por tareas sin valor agregado TSVA  $\approx$  20% del tiempo (9.5 minutos) y operaciones de no valor agregado

OSVA  $\approx$  22% del tiempo (mal diseño del método = 20 min).

El 41,7% del tiempo restante corresponde a un mal diseño del método que contabiliza un total de 20 minutos. Este porcentaje se divide en 10.5 minutos en operaciones de no valor agregado (OSVA = 21.9%) y 9.5 minutos en tareas de no valor agregado (TSVA = 19.8%). La forma final, con la que realmente está compuesto el tiempo de proceso se muestra a continuación.

Ilustración 3 - Composición del tiempo del proceso



### MEDICIÓN DEL DISEÑO DEL PROCESO

El diseño de la secuencia de trabajo está definido por los administradores del proceso, pero muchas veces no se acostumbra a medir esta secuencia por lo que, de una manera resumida, se pretende en este apartado exponer una forma de cuantificar el proceso para justificar eventuales acciones de mejora. Podrán considerarse dos aspectos para medir el diseño del proceso que son la relaciones entre las tareas del proceso y la relación entre las operaciones que componen cada tarea.

**Relación entre las tareas del proceso:** cuantifica la pérdida de tiempo

con respecto al tiempo del proceso perfecto (solo tareas de valor agregado TVA). Mide qué tan mal están relacionadas las tareas entre sí (TSVA / TVA), siendo el valor de 1 el resultado ideal. Algunas causas comunes de una mala relación podrían ser:

- El diseño de la planta de fabricación.
- La distancia entre tareas.
- El orden de las tareas.
- La política de stock o inventario.

Este aspecto, parte del concepto en el cual las tareas podrán estar bien diseñadas si se observan de manera individualizada, pero podría no ser así cuando se mide qué tan bien o mal es-

tán relacionadas entre sí todas ellas. El resultado se interpreta de la siguiente forma: “por cada X unidades de tiempo de TSVA, hay Y unidades

de tiempo de pérdida por mal diseño del proceso” y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Relación entre tareas} = \frac{\sum TNVA}{\sum TVA} = \frac{\sum T.E.}{\sum TVA} - 1$$

**Relación entre operaciones dentro de cada tarea:** todo lo que dentro de una tarea no sean operaciones de valor agregado (OVA) será un desperdicio por causa de un mal diseño del método. Será un desperdicio con respecto al tiempo realmente necesario e

indica la relación entre (OSVA / OVA). Se interpreta como “por cada X unidades de tiempo de OSVA, hay Y unidades de tiempo de pérdida por mal diseño del proceso” y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Relación entre operaciones} = \frac{\sum OVA + \sum OSVA}{\sum OVA} - 1 = \frac{\sum T.E.}{\sum OVA} - 1$$

Para ejemplificar lo anterior se toma un proceso compuesto por varias tareas a las cuales se les determina el

tipo de tarea y sus tiempos estándar correspondientes y la información se muestra de la siguiente manera:

## Ilustración 4 - Tiempos de tareas y operaciones

N°	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS	Tiempo estandar establecido (T.E.)	Tiempo de las Tareas		Tiempo de las operaciones	
			Valor agregado (TVA)	NO valor agregado (TNVA)	Valor agregado (OVA)	NO valor agregado (OSVA)
1	Bodega Materia Prima	3,00		3,00	0,00	
2	Dpto corte primario	4,25	4,25		4,00	0,25
3	Dpto lijado	5,75	5,75		4,75	1,00
4	Dpto pintura	3,25	3,25		1,75	1,50
5	Hornos secado	6,50	6,50		4,75	1,75
6	Dpto acabado	8,25	8,25		5,75	2,50
7	Dpto armado	6,00	6,00		3,00	3,00
8	Codificado	2,00	2,00		2,00	0,00
9	Área empaque	2,50	2,50		2,00	0,50
10	Inspección final	2,00		2,00	0,00	
11	Bodega Producto Terminado	2,25		2,25	0,00	
12	Transporte	2,25		2,25	0,00	
<b>TOTAL</b>		<b>48,00</b>	<b>38,50</b>	<b>9,50</b>	<b>28,00</b>	<b>10,50</b>

Para evaluar la relación entre tareas se toman los tiempos estándar establecidos para cada una de ellas y se relacionan para determinar, luego de











los cálculos, que: “por cada hora de TVA hay:  $60 \times 0,247 = 14,80$  minutos del tiempo perdido por mal diseño en las tareas proceso”.

$$\text{Relación entre tareas} = \frac{\sum TNVA}{\sum TVA} = \frac{(3,0 + 2,0 + 2,25 + 2,25)}{(4,25 + \dots + 2,5)} = 0,247$$

Luego, se toma la información de los tiempos estándar del proceso y se calculan los tiempos de las operaciones que conforman cada una de las tareas. Sin embargo, para ilustrar se presen-

tan solo los datos de las operaciones que forman parte de la tarea de “Lijado”, pero debe usarse la misma lógica para todas las demás tareas.

Ilustración 5 - Tiempo de operaciones de una tarea

Tarea	Descripción	Símbolo	Valor agregado (OVA)	NO valor agregado (OSVA)
Lijado	Desplazamiento hacia lijado		--	0,2
	Ubicación de piezas en molde		0,03	--
	Ajuste de piezas en molde		0,03	--
	Lijado superior		1,9	--
	Inspección 1		--	0,5
	Lijado de acabado		2	--
	Inspección 2		--	0,3
	Desajuste de piezas en molde		0,01	--
	Montar subconjunto		0,33	--
	Ajustar piezas		0,45	--
<b>TOTAL</b>			<b>4,75</b>	<b>1</b>

En el caso de la relación de operaciones hay que realizar un trabajo extra que consiste en determinar para todas las tareas, la cantidad de operaciones de valor agregado y sin valor agregado

dentro de ellas. La conclusión luego de los cálculos es: *“por cada minuto de OVA hay 0,714 minutos del tiempo perdido por mal Diseño del Método”* y se muestra a continuación:

$$\text{Relación entre operaciones} = \frac{\sum T.E.}{\sum OVA} - 1 = \frac{48}{28} - 1 = 0,714$$

Ilustración 6 - Composición del diseño del proceso

Aspecto	Tiempo (minutos)	%
Tiempo realmente útil	28,00	58,3%
Tiempo por operaciones de no valor agregado (OSVA)	10,50	21,9%
Tiempo por tareas de no valor agregado (TNVA)	9,50	19,8%
Tiempo estándar	48,00	100%

En resumen, en este ejemplo se toma un proceso en funcionamiento para determinar si la forma en que fue diseñado aporta valor al mismo. Hay muchas operaciones que fueron establecidas para cumplir con cada tarea, que no contribuyen a optimizar el proceso, por lo cual puede ser relevante enfocar los esfuerzos en la reducción de las

OSVA o en el rediseño de las tareas de forma tal que algunas operaciones dentro de ellas puedan ser eliminadas. Las tareas que íntegramente no aportan valor constituyen un reto mayor, aunque no escapan del concepto de mejora continua que debe prevalecer en todo proceso.

## CAPÍTULO II. CONOCIMIENTO DEL PROCESO

---

Una empresa nace con la idea de alcanzar un objetivo predefinido, y para ello se relacionan una gran cantidad de personas, que trabajan en común en la búsqueda de los beneficios que se obtendrán al lograr ese objetivo.

En este capítulo, se parte de la premisa de que antes de iniciar con un proceso de mejora, en aras de facilitar el logro de objetivos, debe conocerse a profundidad la empresa y el proceso que va a ser intervenido. Luego de ello, todas las partes que conforman la empresa deben tener claro su rol y sus responsabilidades.

De esta forma, el conocimiento de los factores externos e internos son evaluados mediante matrices que desembocan en una evaluación cuantitativa que toma en cuenta varios factores para obtener resultados ponderados, que, a su vez, son considerados como elementos formadores de estrategias en una matriz de FODA; son elementos importantes en el conocimiento previo a los procesos de mejora, que acá son tomados en cuenta.

Adicionalmente, se abordan herramientas como SIPOC o VSM que permiten conocer las principales etapas de un proceso, abarcando aspectos como el flujo de información, relación entre proveedores, entradas y salidas claves, etc. Todo ello para diseñar decisiones óptimas de mejoría.

Se finaliza con una propuesta metodológica para hacer una evaluación rápida de planta (RPA), mediante preguntas sencillas que deben ser contestadas básicamente con pura observación y un poco de sentido común, aunque también pueden funcionar como parámetros de comparación entre empresas.

### MATRIZ EFE

#### Utilización

La matriz de evaluación de factores externos (EFE), es una herramienta de diagnóstico que permite a los analistas de la empresa evaluar oportunidades y amenazas desde una perspectiva externa, tanto económica, social, cultural, demográfica, competitiva, política, legal y tecnológica, para conocimiento de la empresa misma y para la formulación de las estrategias que ameriten.

#### Procedimiento

Todo el equipo de trabajo realiza una lista de oportunidades y amenazas (lo más específico y preferiblemente agregando cifras o datos de respaldo) tomando en cuenta las fuerzas del entorno las cuales se describen a continuación:

- **Político, legales:** son, por ejemplo; cambios en leyes, condición política de otros países, políticas

- equidad de equidad de género, tamaño del presupuesto nacional, tratados de libre comercio, etc.
- **Competitivas:** análisis de competidores, alianzas entre competidores.
- **Sociales, culturales y demográficas:** aumento de adultos mayores, estilos de vida no tradicionales, cambios en hábitos de compra, reciclaje, contaminación del agua, aire, esperanza de vida, aumento en la educación del consumidor, etc.
- **Económicas:** aumento de intereses, tasas de inflación, nivel de desempleo, nivel de productividad de los trabajadores, disponibilidad de créditos, etc.
- **Tecnológicas:** Inversión en I&D + i (investigación + desarrollo + innovación), uso de Internet, educación en nuevas tecnologías, infraestructura para ciencia y tecnología, etc.

Asignar a cada factor externo un valor que va de: 0 = sin importancia hasta 1 = muy importante. Las amenazas pueden recibir valores altos si son demasiado severas. Hacer la comparación relacionando a los competidores exitosos con los no exitosos. La suma de todos los valores asignados debe ser igual a 1.

Realizar la calificación indicando la eficacia con que la empresa puede responder a cada factor externo.

- Respuesta excelente: 4

- Respuesta por encima del promedio: 3
- Respuesta promedio: 2
- Respuesta deficiente: 1

Multiplicar “Valor” x “Clasificación” para obtener un “Valor ponderado”. Sumar los valores ponderados para obtener un total que servirá para comparar la empresa con otras similares.

- “Valor ponderado” máximo = 4, indicaría que la empresa responde de una forma sorprendente.
- “Valor ponderado” = 2.5, es una empresa promedio.
- “Valor ponderado” mínimo = 1, no se provechan oportunidades ni evitan amenazas.

Finalmente, realizar el análisis y hacer las conclusiones respectivas.

### Ejemplo

El grupo de analistas estratégicos, con la finalidad de estudiar y conocer su empresa se han dado a la tarea de reunir información verificable para determinar los factores externos que deben considerarse para la formulación del plan estratégico futuro.

Luego de la evaluación de factores externos (EFE) mostrada, se detecta que la empresa está por debajo del promedio general de referencia primaria al ser su ponderado inferior a 2.5. Además, se considera aumentar la participación internacional por medio de la integración con otras empresas como

algo muy relevante, por lo que debe trabajarse en incrementar la capacidad de reacción ante esta oportunidad. Adicionalmente, se determina que podrían considerarse otros aspectos de mejora importantes, como por ejemplo una redistribución de planta.

Ilustración 7 - Evaluación de factores externos (EFE)

<b>MATRIZ DE EVALUACION DEL FACTOR EXTERNO (EFE)</b>				
FACTORES EXTERNOS CLAVES		VALOR	CLASIF.	PONDERADO
<i>Oportunidades</i>				
1	Generar una cultura de aprovechamiento de los residuos obtenidos en el proceso de producción.	0,080	1	0,080
2	Proyección estable de la demanda en los próximos 10 años	0,095	1	0,095
3	Nueva y eficiente tecnología ambiental	0,095	2	0,190
4	Nuevas líneas de crédito para crecimiento de la industria	0,095	3	0,285
5	Integración con otras empresas para aumentar participación internacional	0,150	2	0,300
6	Estímulos económicos en legislación nacional para proveedores de materia prima	0,060	1	0,060
<i>Amenazas</i>				
1	Los periodos ya definidos de baja demanda en el año	0,085	2	0,170
2	Materiales sustitutos en la fabricación de los productos, como el plástico y el metal.	0,120	2	0,240
3	Periodos de pago extensos por parte de grandes empresas por la compra de los productos	0,095	3	0,285
4	Inexistencia de líneas de crédito en caso de emergencia nacional para apoyo en periodos de crisis	0,035	1	0,035
5	Tratados de libre comercio por apertura de productos provenientes de otros países	0,085	1	0,085
6				
<b>TOTALES</b>		<b>1,00</b>	<b>----</b>	<b>1,825</b>

## MATRIZ EFI

### Utilización

La matriz de evaluación de factores internos (EFI), es una herramienta de diagnóstico que permite a los analistas evaluar internamente las áreas y relaciones funcionales de una empresa, con el fin de acrecentar las fortalezas y aminorar las debilidades.

### Procedimiento

Se inicia elaborando una lista de fortalezas y debilidades (lo más específico y si es posible agregando cifras o datos de respaldo) tomando en cuenta áreas como gerencia, finanzas, sistemas de información, producción, mercadeo, investigación y desarrollo, entre otras. También, considerar en la lista las perspectivas financieras, de cliente, de proceso y de crecimiento.

Asignar a cada factor interno de la lista un valor que va de: 0 = sin importancia hasta 1 = muy importante, considerando la importancia de dicho factor para tener éxito en el sector de la empresa.

Realizar la calificación indicando la eficacia con que responden las estrategias de la empresa, a cada factor interno.

- Fortaleza mayor: 4
- Fortaleza menor: 3
- Debilidad menor: 2
- Debilidad mayor: 1

Evaluar sin importar si es fortaleza o debilidad. Ubicar valores altos a los factores que producen mayor efecto en el rendimiento. La suma de todos los valores asignados debe ser igual a 1.

Multiplicar “Valor” x “Clasificación” para obtener un “Valor ponderado”. Sumar los valores ponderados para obtener un total que servirá para comparar la empresa con otras similares.

- “Valor ponderado” máximo = 4, la empresa responde sorprendentemente.
- “Valor ponderado” = 2.5, es una empresa promedio.
- “Valor ponderado” mínimo = 1, no se aprovechan fortalezas ni se mejoran las debilidades.

Finalmente, realizar el análisis y hacer las conclusiones respectivas.

### Ejemplo

Luego de recopilar la información a lo interno y hacer los cálculos respectivos se detecta que la empresa está cerca del promedio general de referencia primaria al ser su ponderado de 2.39.

Además, se recomienda aumentar las gestiones realizadas hasta el momento para gestar alianzas estratégicas con grandes comercializadoras por ser una fortaleza determinante y centrar esfuerzos para reducir los desperdicios del proceso.

Ilustración 8 - Evaluación de factores internos (EFI)

<b>MATRIZ DE EVALUACION DEL FACTOR INTERNO (EFI)</b>				
FACTORES INTERNOS CLAVES		VALOR	CLASIF.	PONDERADO
<i>Fortalezas</i>				
1	Certificaciones de calidad obtenidas en la elaboración del producto	0,100	3	0,300
2	Recurso humano calificado ya contratado	0,080	3	0,240
3	Disponibilidad de más cantidad de mano de obra calificada en el sector	0,060	3	0,180
4	Bajo nivel de endeudamiento de la empresa	0,095	4	0,380
5	Se han realizado acciones para gestar alianzas estratégicas con grandes comercializadoras	0,100	4	0,400
6	Se tiene conciencia de la necesidad de expansión y oferta de productos finales	0,095	3	0,285
<i>Debilidades</i>				
1	Falta de actualización en las investigaciones de los requerimientos actuales de los clientes	0,085	1	0,085
2	No hay acciones claras para definir estrategias de búsqueda de nuevos mercados	0,120	1	0,120
3	Incrementos en nivel de desperdicio por falta o inadecuado control de proceso	0,095	2	0,190
4	No hay inversión en investigación y desarrollo por parte de la empresa	0,040	1	0,040
5	No se maneja una adecuada misión empresarial, ni una visión a corto, mediano y largo plazo	0,090	1	0,090
6	Falta de integración a nivel interno de los diferentes departamentos. En especial producción con mercadeo y ventas	0,040	2	0,080
<b>TOTALES</b>		<b>1,00</b>	<b>----</b>	<b>2,390</b>

## MATRIZ FODA

### Utilización

Es una herramienta que realiza un análisis de factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) para determinar la combinación de estos que pueda generar una o varias estrategias beneficiosas para la situación de la empresa.

### Procedimiento

Se realiza un análisis conjunto tanto de factores externos como internos para generar propuestas de estrategias a implementar. Estas estrategias nacerán por la unión de 2 o más factores que la conformarían (puede darse el caso de que haya varios factores del mismo tipo). Los tipos de uniones serían los siguientes:

- Estrategias FO: es la unión de fortalezas y oportunidades. Son las que generalmente se les da mayor énfasis y consisten en utilizar las fortalezas para explotar las oportunidades. Pueden ser de prioridad estratégica.
- Estrategias DO: es la unión de debilidades y oportunidades. En este caso referidas a cómo corregir las debilidades para alcanzar las oportunidades.
- Estrategias FA: es la unión de fortalezas y amenazas. Referidas a cómo aprovechar las fortalezas para repeler o minimizar las amenazas.
- Estrategias DA: es la unión de debilidades y amenazas. Están encaminadas a fortalecer las debilidades para evitar las amenazas.

#### Un par de ejemplos:

- Estrategia FO-01: F4+O2+6; significa que la estrategia fortaleza-oportunidad número 1 está conformada por la unión de la fortaleza N°4 con las oportunidades N°2 y N°6.
- Estrategia FA-03: F3+F4+A5; significa que la estrategia fortaleza-amenaza número 3 estará enfocada en indicar estratégicamente cómo la unión de las fortalezas N°3 y N°4 será el instrumento para evitar que la amenaza N°5 tenga repercusiones graves en la empresa.

También está la opción de basarse en estrategias genéricas ya existentes como las que se mencionan a continuación.

**Estrategias de integración hacia adelante:** referidas al control sobre distribuidores o vendedores minoristas, por ejemplo, con sitios web para vender directamente a consumidores o por medio de franquicias para distribuir los productos.

**Estrategias de integración hacia atrás:** control sobre los proveedores, por ejemplo, con reabastecimientos automáticos por el proveedor, Redes Keiretsu (grupos de empresas que unifican esfuerzos y posteriormente realizan un reparto equitativo de los resultados) o Grupos Zaibatsu (grupos de empresas que tienen acciones de otras empresas del grupo; participación cruzada).

**Estrategias de Integración horizontal:** control sobre los competidores, por ejemplo, con fusiones o adquisiciones para incremento en economías de escala.

**Estrategias de penetración en el mercado:** aumento en participación de productos actuales, por ejemplo, aumento en el número de vendedores, incremento en publicidad o más ofertas y promociones.

**Estrategias de desarrollo de mercados:** introducir productos actuales en nuevas áreas geográficas, por ejemplo, desarrollo global por medio de Internet en especial si hay exceso de capacidad de producción.

**Estrategias de desarrollo de productos:** aumento ventas por mejora en productos actuales, por ejemplo, inversión en I&D considerando nuevas necesidades de los clientes.

**Estrategias de diversificación concéntrica:** por adición de productos nuevos pero relacionados, por ejemplo, cuando se compite en una industria sin crecimiento o de crecimiento lento, o los nuevos productos relacionados mejoran las ventas de los productos actuales.

**Estrategias de diversificación horizontal:** productos nuevos, no relacionados, para clientes actuales, por ejemplo, cuando los canales de distribución permiten vender los nuevos productos a clientes actuales.

**Estrategias de diversificación de conglomerados:** Productos nuevos, no relacionados, pero para clientes nuevos, más eficaz cuando bajan las ventas de la industria o los mercados actuales para productos actuales están saturados.

**Estrategias de recorte de gastos:** reducción de activos y costos, por ejemplo, con venta de terrenos y edificios, reducción de líneas de productos, cierre de sucursales, automatización de procesos, disminución de empleados o creación de sistemas de control de gastos.

**Estrategias de enajenación:** ventas de una parte de la empresa, para obtener capital para inversiones, para deshacerse de empresas no rentables, para concentrarse en fortalezas principales o disminuir el nivel de diversificación.

**Estrategias de liquidación:** venta en partes de todos los activos de la empresa, más aún cuando se han dado recorte de gastos y enajenación, pero no hay mejoras o se quiere reducir pérdidas por medio de la venta de activos.

**Estrategias de liderazgo en costos:** consiste en mantener precios bajos para ganar participación del mercado, en especial si muchos consumidores son sensibles al precio, pocas formas de diferenciar los productos o hay muchos compradores con poder de negociación.

**Estrategias de diferenciación:** vender un producto único, aunque los riesgos son que los competidores lo imiten con facilidad o que los clientes podrían no valorar la exclusividad tanto como para justificar su precio.

**Estrategias de enfoque:** concentrarse en un segmento específico, pero los riesgos podrían ser realizar una mala segmentación y que se dejen de atender otros mercados, que los competidores copien las estrategias de diferenciación con rapidez o que el consumidor cambie sus preferencias.

### **Ejemplo**

Se decide realizar un análisis FODA para tener un conocimiento real del entorno de la empresa y para definir posibles estrategias a implementar. La selección de la mejor estrategia deberá realizarse en análisis posteriores como por ejemplo con la utilización de la matriz de planeación estratégica cuantitativa (MPEC).

Ilustración 9 - Resultados de Matriz FODA

		FORTALEZAS			DEBILIDADES		
		DESCRIPCIÓN	VALOR	CLASE	DESCRIPCIÓN	VALOR	CLASE
<b>MATRIZ FODA ESTRATEGIAS</b>							
1	Generar una cultura de aprovechamiento de los residuos obtenidos en el proceso de producción.	8,0%	1	1	Certificaciones de calidad obtenidas en la elaboración del producto	10,0%	3
2	Proyección estable de la demanda en los próximos 10 años	9,5%	1	2	Recurso humano calificado ya contratado	8,0%	3
3	Nueva y eficiente tecnología ambiental	9,5%	2	3	Disponibilidad de más cantidad de mano de obra calificada en el sector	6,0%	3
4	Nuevas líneas de crédito para crecimiento de la industria	9,5%	3	4	Bajo nivel de endeudamiento de la empresa	9,5%	4
5	Integración con otras empresas para aumentar participación internacional	15,0%	2	5	Se han realizado acciones para gestar alianzas estratégicas con grandes comercializadoras	10,0%	4
6	Estímulos económicos en legislación nacional para proveedores de materia prima	6,0%	1	6	Se tiene conciencia de la necesidad de expansión y oferta de productos finales	9,5%	3
<b>OPORTUNIDADES</b>							
		<b>ESTRATEGIAS FO</b>			<b>ESTRATEGIAS DO</b>		
<b>AMENAZAS</b>							
		<b>ESTRATEGIAS FA</b>			<b>ESTRATEGIAS DA</b>		
1	Los periodos ya definidos de baja demanda en el año	8%	2	DO-01: D5 + O2 = Iniciar un proceso de planeamiento estratégico que defina la ruta correcta y los parámetros adecuados para aprovechar la estabilidad de la demanda			
2	Materiales sustitutos en la fabricación de los productos, como el plástico y el metal.	12%	2	FO-01: F1 + F5 + O5 = Fomentar alianzas estratégicas para compartir recursos y reducir riesgos			
3	Periodos de pago extensos por parte de grandes empresas por la compra de los productos	10%	3	FA-01: F4 + O3 = Evitar problemas con flujo de efectivo por medio de reinversiones alternativas de las cuentas por cobrar			
4	Inexistencia de líneas de crédito en caso de emergencia nacional para apoyo en periodos de crisis	4%	1	DA-01: D4 + O2 = Fusiones o alianzas estratégicas para iniciar con la utilización de productos sustitutos de fabricación por medio de procesos de investigación y desarrollo			
5	Tratados de libre comercio por apertura de productos provenientes de otros países	8%	1				

## SIPOC

### Utilización

Tiene la finalidad de proporcionar un mayor conocimiento de las principales etapas de un proceso desde una perspectiva de alto nivel (no en detalle). Identifica los límites (cobertura de los esfuerzos de mejora) y la relación entre proveedores, procesos, y las entradas y salidas claves. Sus componentes son los siguientes:

- **Proveedor (*supplier*):** ente que proporciona los recursos requeridos.
- **Entradas (*inputs*):** incluyen a los recursos, información, materiales, personas, etc. En fin, todo lo necesario para ejecutar el proceso.
- **Proceso (*process*):** conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.
- **Salida (*output*):** resultado final que es entregado al cliente. También puede ser el resultado de ideas generadas en el proceso.
- **Cliente (*customer*):** corresponde al objetivo final del proceso. Los esfuerzos están enfocados en su satisfacción.

### Procedimiento

**Definir el alcance del proyecto:** el principio y final de lo que se quiere abarcar con el objetivo de no “desbordarse” y centrarse solo en lo previamente definido. Así se define el marco de acción inicial del proyecto de mejora.

**Diagrama de flujo del proceso:** en la parte central colocar un diagrama de flujo con poco detalle (como si estuviera a 1000 metros de altura) ya que ésta es una etapa de conocimiento inicial del proceso, esto quiere decir que no debe saturarse en exceso con conexiones o puntos de decisión sino más bien considerando una estructura de bloques para un máximo de 6 a 8 actividades o tareas. Al ser una herramienta de control visual, se recomienda que quede plasmado en una sola hoja con todos sus componentes.

**Proveedores y Entradas:** hacer la lista de proveedores y las entradas que estos proporcionan. Las entradas son aspectos consumidos o transformados en el proceso por ello debe diferenciarse de los “facilitadores del proceso”; estos son los equipos, instalaciones o elementos que facilitan las labores de funcionamiento, pero no son una entrada porque no se consumen ni transforman.

**Salidas y clientes:** las salidas deben ser los requisitos o resultados esperados del cliente si se dispone de la información, caso contrario considerar otras técnicas para traducir esos requisitos del cliente a satisfacer con lenguaje medible de empresa. El cliente es la persona que recibe el resultado del proceso, por ello, lo anterior no tiene validez si no se ha determinado cuál es la entidad para satisfacer.

### Ejemplo

Se diagrama el subproceso de ensamble para determinar el vínculo y las brechas entre los requisitos de en-

trada y las necesidades del departamento de armado por medio de un SIPOC. Acá se determinan todas las salidas necesarias para que la materia prima llegue en las condiciones ideales a la tarea siguiente, la de armado. Adicionalmente el diagrama podrá ser un instrumento para la capacitación de nuevos trabajadores de la empresa.

Por ejemplo, los cortes deben darse acorde a los moldes de cada modelo al igual que el troquelado y todo ello debe quedar satisfactoriamente registrado en los reportes de control de calidad y en el registro a bodega de producto en proceso, para estar disponible cuando se requiera e iniciar el traslado a la tarea siguiente de armado.

Ilustración 10 - SIPOC subproceso ensamble

S Proveedor (supplier)	I Entradas (inputs)	P Proceso (process)	O Salida (output)	C Cliente (customer)	
Maderas S.A.	Madera de pino	<b>SUB-ENSAMBLE</b> 	Materia prima recibida	Departamento de armado	
El Roble Alto S.A.	Madera de Roble		Revisión del estado		
Ferretería buen precio	Clavos		Codificación		
Distribuidora Química S.A.	Pegamento blanco		Ingreso al sistema		
Equipos Industriales Rojas	Pegamento industrial		Cortes según el molde que lleva cada modelo		
Maderera Azul	Molduras		Troquelado según el modelo correspondiente		
Tornillería La Mejor	Tornillos		Reporte de control de calidad		
Bodega Materia Prima	Madera para corte		Inspección preliminar		
	Molduras		Bodega producto en proceso		Materia prima disponible para cliente interno
Bodega	Molde de troquelado (*)				
Dpto cortes secundarios	Piezas para troquelar				
Control de calidad	Manuales (*)				
	Inspectores (*)				
Control de calidad	Reporte de inspección (*)				
Dpto Producción	Reporte de ingreso (*)				

(\*) corresponde a “facilitadores del proceso”; elementos que facilitan las labores de funcionamiento, pero no son una entrada.

## VSM

### Utilización

El *Value Streaming Mapping* (VSM) es una herramienta gráfica de mejora continua que muestra en cada paso el flujo de información, indicadores y materiales necesarios con la finalidad de identificar aspectos relevantes como por ejemplo las actividades que no generan valor, operarios necesarios, días de inventario, etc. Abarca desde que el cliente solicita su producto hasta que le es entregado. Sin una comprensión real del flujo de valor, las decisiones se diseñarían de manera no óptima, lo que inevitablemente llevará a la creación de soluciones alternativas y poco efectivas. El análisis de la relación entre tiempos de valor agregado (TVA) y tiempos sin valor agregado (TSVA), es otro de sus aspectos llamativos.

### Procedimiento

Como primer paso hay que hacer un recorrido por la planta e identificar la familia de productos a los cuales será factible diagramar, recordar que una

familia es la que comparte a lo largo del proceso similares tiempos y recursos con el fin de adaptar la cadena de valor a las necesidades del cliente.

Otra consideración importante es el nivel de detalle para documentar, pero el punto de partida es un mapa de alto nivel que documenta los pasos principales para luego pasar al nivel medio con elementos más detallados entre los pasos de alto nivel. Entre los elementos para la construcción el diagrama están los siguientes:

**Demanda (D):** definir esta cantidad para un periodo de tiempo concreto (día, semana, mes) y con base en el tiempo disponible en ese periodo. Este tiempo disponible debe ser efectivo, es decir no incluye periodos de descanso, tiempo de reuniones, limpieza de puestos.

**Takt time (TT):** corresponde a la velocidad a la cual deberá producirse para cumplir con la demanda en el periodo de tiempo definido. Se calcula mediante la forma:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo disponible por periodo}}{\text{Demanda del periodo definido}}$$

**Información de los procesos:** se dibujan mediante casillas de izquierda a derecha en línea recta según la secuencia de fabricación (no tomando en cuenta la ubicación física real en la planta). En cada proceso fluye información, materiales y tienen programación independiente.

**Información de cada proceso:** hay que recopilar la siguiente información para cada uno de los procesos:

- **Tiempo de ciclo (TC):** son actividades que generalmente aportan valor y que suceden entre la salida de un producto y el siguiente:

$$TC = \frac{\text{Tiempo disponible por periodo}}{\text{Cantidad producida en el periodo definido}}$$

- Cambio de lote (CL): referido al cambio de un tipo de producto a otro. Puede estar referido a cantidad (por ejemplo, cada 8000 piezas) o a tiempo (por ejemplo, cada 8 días).
- Lote (L): es el tamaño del lote a producir.
- Operarios (Op): se indican los operarios actualmente involucrados y se calculan los requeridos de la siguiente forma:

$$\text{Operarios (Op)} = \frac{\text{Tiempo de ciclo (TC)}}{\text{Takt time (TT)}}$$

- Tiempo disponible (TD): tiempo disponible por cada turno de trabajo, es decir no incluye periodos de descanso, tiempo de reuniones, limpieza de puestos u otros.
- Tiempo de funcionamiento (TF): porcentaje de tiempo en que la máquina está ocupada atendiendo la demanda. Se basa en OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) y si no es posible entonces por conocimiento del proceso.
- Capacidad actual (CA): calcularla mediante la fórmula:

$$CA = \frac{\text{Tiempo disponible (TD)}}{\text{Tiempo de ciclo (TC)}} * \text{Tiempo de funcionamiento (TF)}$$

**Acumulación de inventario:** su finalidad es mostrar donde se acumula inventario ya que esto será evidencia de que el flujo se detiene. No se dibujan todas las materias primas, solo las más relevantes por medio de un triángulo acompañado con el número de unidades en inventario para cada proceso; incluye materia prima, producto en proceso y producto terminado.

**Clientes, proveedores y frecuencia de entregas:** se muestran los despachos a los clientes (figura de camión),

los proveedores y sus entregas a planta por medio de una flecha. No se dibujan todos los proveedores y solo las materias primas más importantes.

**Flujo de información:** se denota por una línea recta y cuando la información fluye por medios electrónicos se usa una línea en zigzag; en ambos casos se coloca una etiqueta con la descripción. En el caso del flujo que empuja (*Push*) se representa con una flecha más gruesa y sucede cuando cada proceso cumple su programa-

ción y fabrica los lotes según su eficiencia para enviarlos al siguiente proceso sin considerar si este los necesita o no.

**Tiempo de espera (Lead Time):** Tiempo que necesita una pieza para recorrer la planta, desde la materia prima hasta el despacho al cliente, formada por el tiempo de proceso y la espera en las áreas de inventario. Ayuda

el dibujar una línea de tiempo debajo de las casillas de proceso y los triángulos de inventario separando, según sean tiempos de valor añadido (colocar el tiempo de ciclo en la parte baja de la línea) y sin valor añadido (colocar el tiempo de espera del inventario en la parte alta de la línea). Al sumar los tiempos de la línea, se obtiene el tiempo de espera (LT).

$$\text{Tiempo espera inventario (LT)} = \frac{\text{Inventario}}{\text{Demanda diaria}}$$

Finalmente, analizar la situación actual para determinar la necesidad de

rediseñar la cadena de valor con ayuda de los indicadores calculados.

Ilustración 11 - Simbología básica para VSM

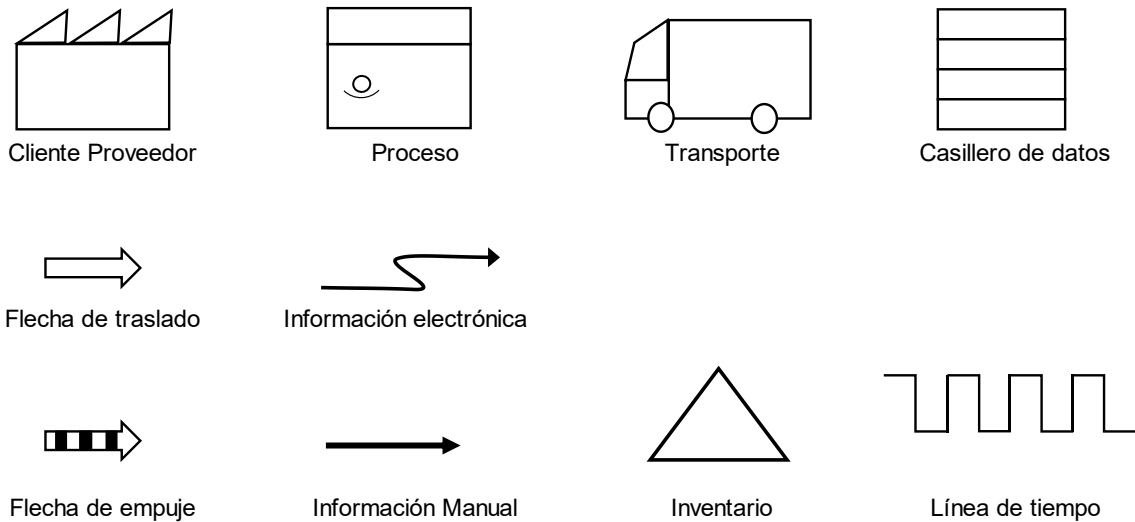
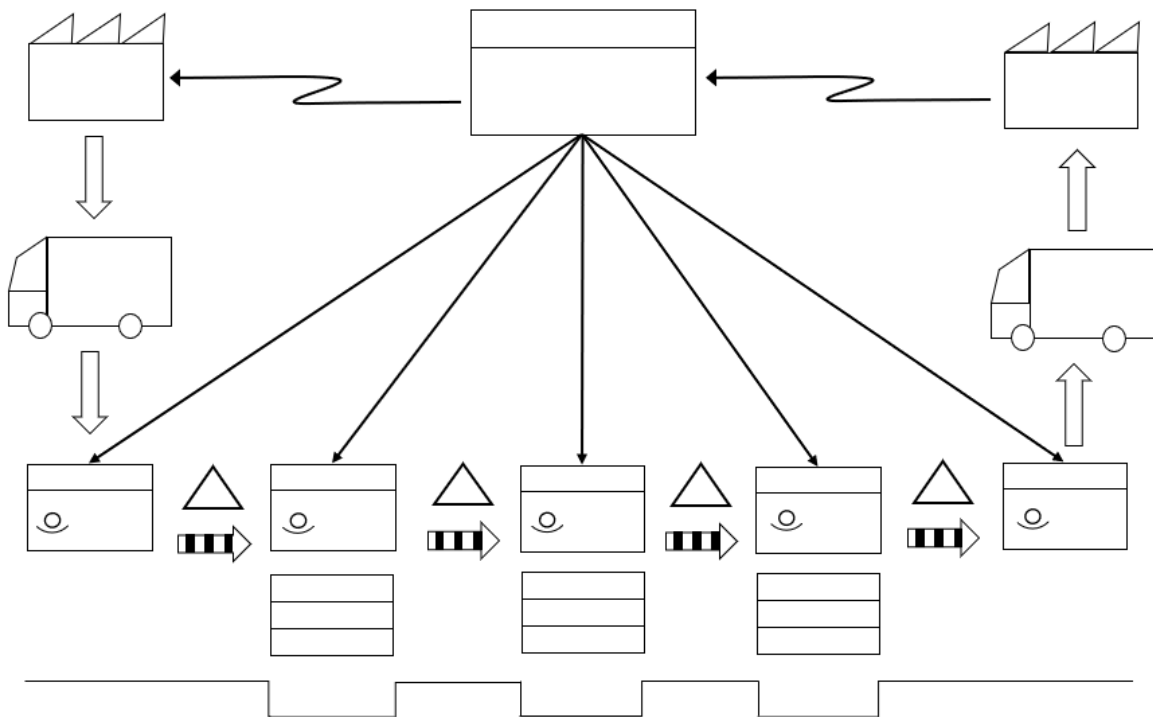


Ilustración 12 - Estructura básica del VSM



### Ejemplo

Se decide realizar un mapa de alto nivel con la finalidad de identificar aspectos relevantes que puedan servir de insumo para proponer mejoras al proceso actual. Se detallan cada uno de los pasos a continuación.

Primeramente, se determinan los datos de la demanda, días laborables,

cantidad de turnos de producción y tiempo total de descanso por todos los turnos existentes. Luego de lo anterior, se calcula la demanda diaria, el tiempo disponible y el Takt time (tiempo medio entre el inicio de la producción de una unidad y el inicio de la producción de la siguiente). La fórmula y los datos resultantes se muestran a continuación:

$$\text{Takt time} = \frac{30600}{1100} = 72,82 \text{ s/pieza}$$

Ilustración 13 - Datos iniciales para VSM

Demanda mensual	22.000
Días laborales al mes	20
Cantidad de turnos	1
Tiempo por turno (horas)	9,5
Tiempo descanso total (min)	60
Demanda diaria (piezas/día)	1100
Demanda diaria (piezas/min)	2,16
Tiempo disponible (min/día)	510
Tiempo disponible (seg/día)	30600
Takt time (TT) (hora/pieza)	0,04
Takt time (TT) (min/pieza)	0,46
Takt time (TT) (seg/pieza)	27,82

Luego se calculan los valores para cada una de las estaciones o departamentos. Se muestra la primera esta-

ción y las restantes se manejan de la misma manera.

Ilustración 14 - Cálculos para departamento 1

<b>Dpto 1</b>	
Capacidad de la estación (piezas/día)	880
Cambio de lote (CL):	Semana
Lote (L):	1000
Cantidad en inventario	1800
Operarios actuales	1
Tiempo funcionamiento (TF) %	85%
Tiempo ciclo (TC) seg/pieza	34,77
Tiempo ciclo (TC) min/pieza	0,58
Capacidad actual (CA) (piezas/día)	748
Operarios requeridos	1,25

$$TC = \frac{30\,600}{880} = 34,77 \text{ s/pieza}$$

$$CA = \frac{30\,600}{34,77} * 85\% = 748 \text{ piezas/día}$$

$$\text{Operarios (Op)} = \frac{34,77}{27,82} = 1,25 \text{ operarios}$$

Ilustración 15 - Cálculos para departamentos 2 y 3

<b>Dpto 2</b>	
Capacidad de la estación (piezas/día)	1415
Cambio de lote (CL):	Semana
Lote (L):	1000
Cantidad en inventario	890
Operarios actuales	1
Tiempo funcionamiento (TF) %	100%
<hr/>	
Tiempo ciclo (TC) seg/pieza	21,63
Tiempo ciclo (TC) min/pieza	0,36
Capacidad actual (CA) (piezas/día)	1415
Operarios requeridos	0,78
<hr/>	
<b>Dpto 3</b>	
Capacidad de la estación (piezas/día)	1200
Cambio de lote (CL):	Semana
Lote (L):	1000
Cantidad en inventario	1700
Operarios actuales	1
Tiempo funcionamiento (TF) %	80%
<hr/>	
Tiempo ciclo (TC) seg/pieza	25,50
Tiempo ciclo (TC) min/pieza	0,43
Capacidad actual (CA) (piezas/día)	960
Operarios requeridos	0,92

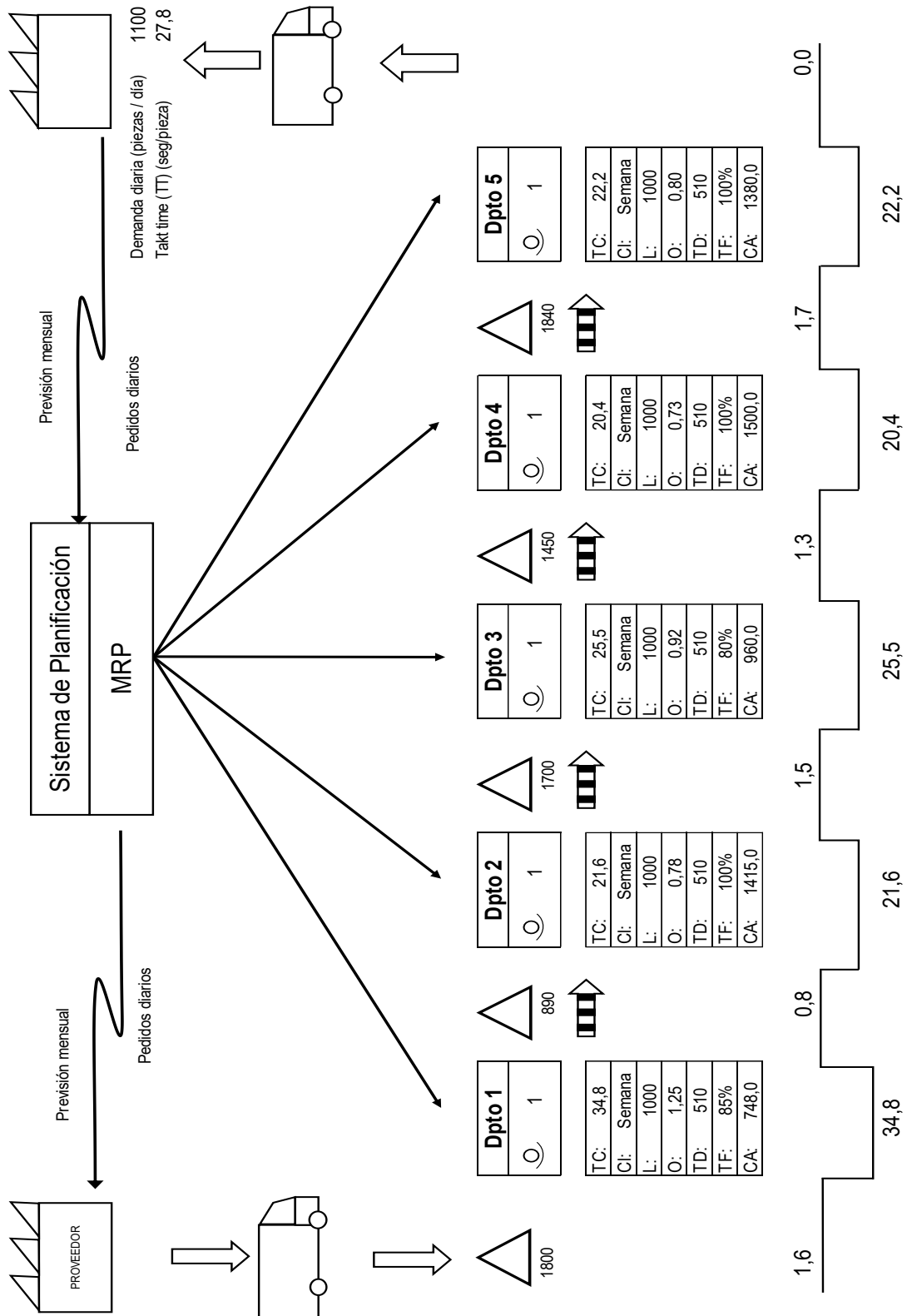
Ilustración 16 - Cálculos para departamentos 4 y 5

<b>Dpto 4</b>	
Capacidad de la estación (piezas/día)	1500
Cambio de lote (CL):	Semana
Lote (L):	1000
Cantidad en inventario	1450
Operarios actuales	1
Tiempo funcionamiento (TF) %	100%
<hr/>	
Tiempo ciclo (TC) seg/pieza	20,40
Tiempo ciclo (TC) min/pieza	0,34
<hr/>	
Capacidad actual (CA) (piezas/día)	1500
Operarios requeridos	0,73
<hr/>	
<b>Dpto 5</b>	
Capacidad de la estación (piezas/día)	1380
Cambio de lote (CL):	Semana
Lote (L):	1000
Cantidad en inventario	1840
Operarios actuales	1
Tiempo funcionamiento (TF) %	100%
<hr/>	
Tiempo ciclo (TC) seg/pieza	22,17
Tiempo ciclo (TC) min/pieza	0,37
<hr/>	
Capacidad actual (CA) (piezas/día)	1380
Operarios requeridos	0,80

Inicialmente se puede hablar de problemas relevantes en el tiempo de espera (Lead Time = Tiempo que necesita una pieza para recorrer la planta) ya que alcanza los 7 días. Adicionalmente su tiempo de valor agregado que corresponde a la suma de los

tiempos de ciclo de cada una de las estaciones de proceso es de 124,5 segundos/pieza (2,1 minutos/pieza), lo cual es otro aspecto donde debe darse énfasis en la mejora al ser un valor relativamente bajo con respecto al TSVA.

Ilustración 17 - VSM para el proceso actual



## RPA

### Utilización

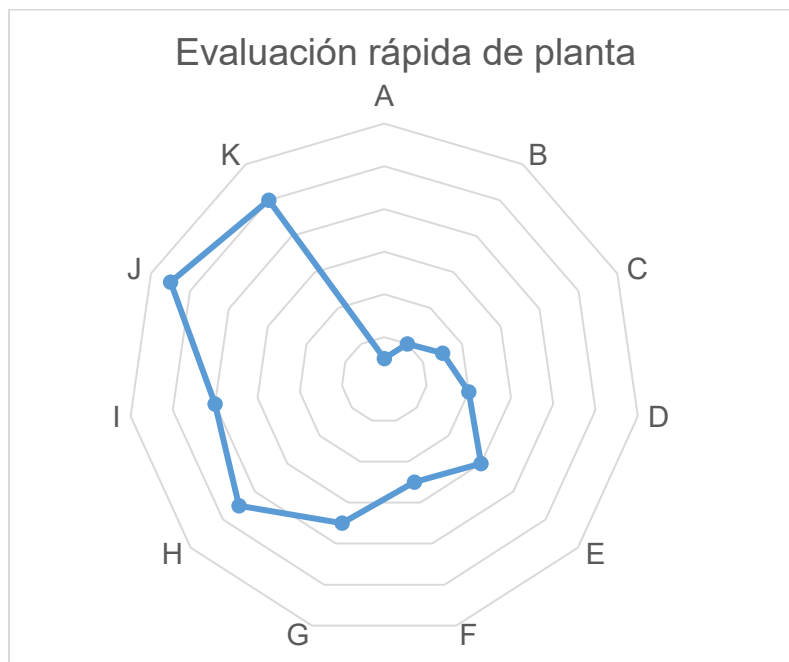
Se conoce como evaluación rápida de planta o *Rapid Plant Assessment - RPA* y corresponde a una metodología para evaluar rápidamente una planta de proceso mediante preguntas sencillas que deben ser contestadas básicamente con pura observación y un poco de sentido común, aunque también pueden funcionar como parámetros de

comparación entre empresas. Utiliza 11 categorías.

### Procedimiento

El proceso consiste en reunir información de cada categoría y mostrar los resultados visualmente mediante un gráfico radial (conocido como de araña). Para esto es necesario conocer la información a recopilar de cada categoría.

Ilustración 18 - Gráfico radial para RPA



- **Satisfacción del cliente:** mide si los trabajadores conocen lo que hacen y tienen claro que su meta es ejecutar acciones que llevan a la creación de valor para la satisfacción del cliente.
- **Seguridad, medio ambiente, limpieza y orden:** referido a asegu-

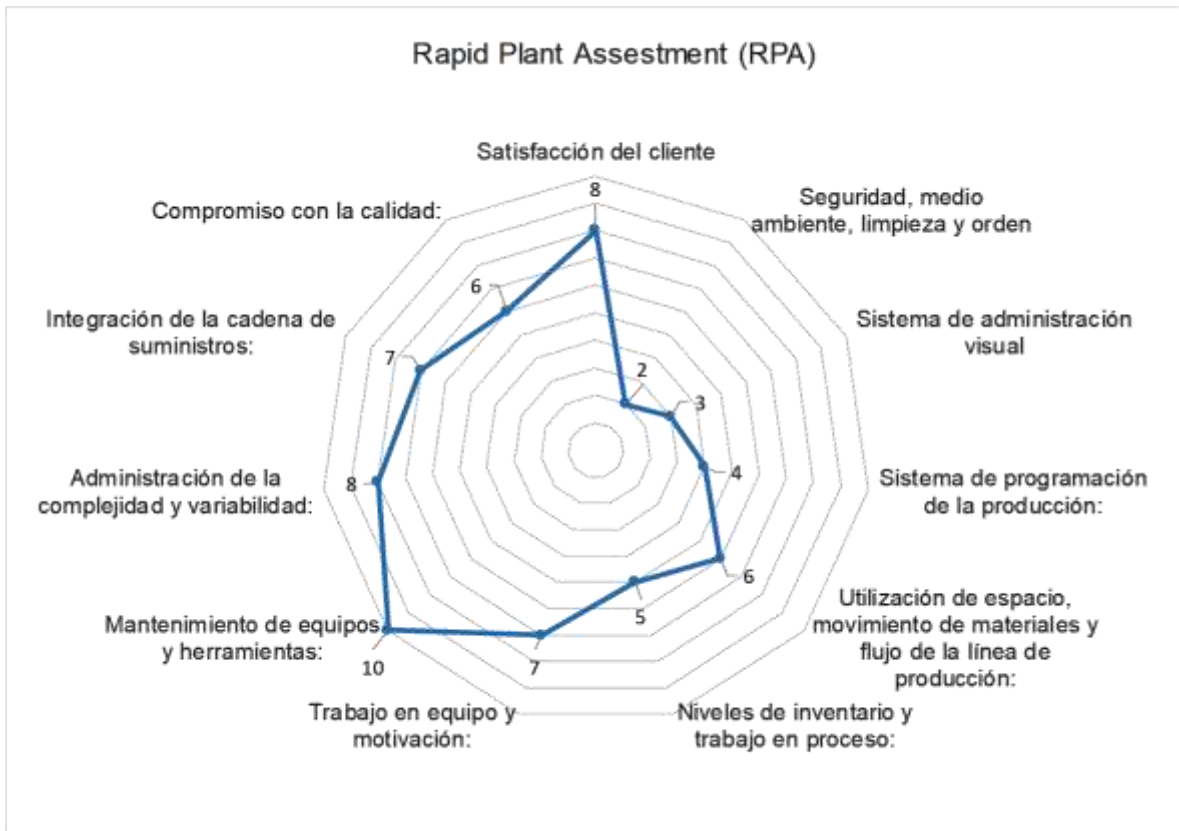
rarse que el trabajador comprenda permanentemente como laborar de manera segura. Que existan aspectos como iluminación, etiquetado de inventarios, que se conozcan los procesos y el flujo de materiales.

- **Sistema de administración visual:** los trabajadores deben contar con indicadores que muestren su rendimiento y el de la planta en todo momento. Uso de señales visuales para comunicarse.
- **Sistema de programación de la producción:** todos los pasos del proceso se evalúan y no hay acumulación de material (cuellos de botella).
- **Utilización de espacio, movimiento de materiales y flujo de la línea de producción:** todos ellos tratados como aspectos valiosos para generar valor.
- **Niveles de inventario y trabajo en proceso:** los inventarios ocasionan inmovilización de capital y reducción de espacio necesario para producir. Adicionalmente el costo de almacenamiento es alto y se aumenta la posibilidad de daños, obsolescencia u otros aspectos negativos.
- **Trabajo en equipo y motivación:** demostrar que estos aspectos están ayudando a alcanzar las metas de productividad y calidad de la planta.
- **Mantenimiento de equipos y herramientas:** los programas de mantenimiento deben ser claramente visibles, además de la participación clara de todos los que operan maquinaria, materiales y equipos.
- **Administración de la complejidad y variabilidad:** debe demostrarse capacidad de recolectar eficientemente datos del proceso.
- **Integración de la cadena de suministros:** demostrar acciones para mantener bajos los costos y alta la calidad, el nivel de participación de los proveedores en el proceso y en la respuesta a pedidos. También, el nivel de eficiencia de las personas encargadas del procesamiento de pedidos y trámite de facturas.
- **Compromiso con la calidad:** grado de determinación del trabajador para garantizar la mejora en la calidad y productividad.

### Ejemplo

Se procede a recopilar información de todos los elementos para una evaluación y posterior comparación con otras plantas de proceso similares.

Ilustración 19 - Resultados de RPA en planta



## CAPÍTULO III. CON ENFOQUE AL CLIENTE

---

Los procesos de mejora en las organizaciones no tienen sentido si no están basadas en las necesidades de los clientes, ya que son una de las razones de ser de las empresas. Pero, antes de determinar las necesidades de los clientes hay una pregunta previa que debe ser contestada: ¿Quién es mi cliente?

El capítulo inicia con la explicación de dos tipos de paretoграмas los cuales pueden ser utilizados en múltiples aplicaciones de análisis, sin embargo, en este caso se muestran como una opción para poder contestar la pregunta planteada anteriormente.

Un producto o un servicio debe contemplar lo que el cliente quiere actualmente pero también lo que podría necesitar en un futuro cercano, y ello incluye la creación de necesidades futuras en el cliente, para con ese producto o servicio. Por ello, la técnica de VOC constituye un instrumento para recopilar esas palabras claves que expresan los clientes en toda entrevista. Como alternativa al lector se muestra la utilización del diagrama de afinidad, con el fin de ordenar esas palabras claves e identificar patrones para tomar decisiones de priorización.

El mayor énfasis del capítulo se encontrará en cómo redactar requerimientos de los clientes, para con base en ellos, clasificarlos en categorías de

análisis (Modelo Kano) y relacionarlos con lo debería realizar la empresa para cumplirlos, y, por ende, contribuir a la satisfacción del cliente (Matriz de Planificación QFD).

Finalmente, con el diagrama de árbol mostrado al final del capítulo, se podrá conocer cómo identificar diferentes rutas o caminos a seguir, con sus partes correspondientes, para lograr el objetivo inicial establecido.

### PARETOGRAMA SIMPLE

#### Utilización

Es una forma especial de gráfico de barras verticales que ayuda a determinar qué problemas resolver y la prioridad de estos; y se basa en el principio de “muchos triviales y pocos vitales” que está referido a la conocida ley de Pareto 80/20 que menciona que cerca del 80% del problema a tratar, es generalmente debido a causas comunes que actúan permanentemente sobre los procesos pero que el restante 20% contribuye en mayor medida a la problemática y es el que hay que identificar. De esta forma el objetivo de este gráfico es tratar de encontrar un efecto Pareto que visibilice las causas principales del problema.

Ya es conocido, por un tema de costo y de tiempo, que no es factible trabajar en la mejora de todas las causas del problema enlistadas en el paretograma.

Por ello, esta herramienta ayuda a tener un manejo más estadístico de los datos mediante el uso de las frecuencias absoluta y relativa para así enfocar los esfuerzos en lo que se pretende retribuya en mayor medida a la solución de la problemática.

### Procedimiento

Lo primero es tener claro el problema que se va a analizar y el objetivo que se pretende alcanzar con el uso de este tipo de diagrama, para definir el tipo de datos que se necesitan y otros factores a considerar para realizar una estratificación adecuada.

Seguidamente, realizar la estratificación o clasificación de datos, causas, fallas, quejas, etc., de acuerdo con los factores que se considere que puedan influir en la magnitud de cada categoría y así identificar cómo mejorar el

proceso. Al estratificar se logran identificar diferencias, prioridades e indicios que enmarquen una ruta para la búsqueda de las verdaderas causas de un problema, es decir, es una poderosa estrategia de análisis y búsqueda de soluciones.

Al estratificar pueden considerarse de manera genérica categorías como las siguientes: modelo del producto, tipo de falla, métodos de trabajo, tipo de máquina, turno de producción, tipo de operación, proveedor de materia prima, el tipo de trabajador, tamaño de la pieza, etc.

Luego de tener definidos los aspectos anteriores, se procede a la recolección y ordenamiento de los datos de mayor a menor de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia, considerando una tabla como la mostrada. La columna "porcentaje" se calcula con la fórmula anexa.

Ilustración 20 - Tabla para registro de datos Pareto

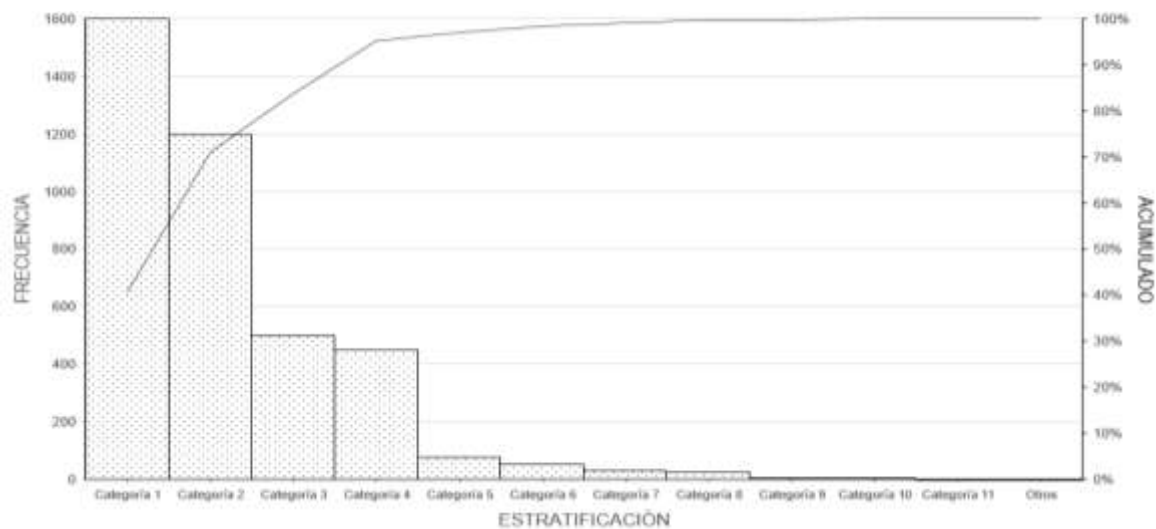
N°	Causa o Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
1				
2				
3				
4				
.				
.				
.				
n				
TOTAL			100%	

$$Porcentaje = \left( \frac{Frecuencia}{Total} \right) * 100$$

Luego, al realizar el gráfico, colocar las causas o categorías en el eje horizontal o eje X y la frecuencia de ocurrencia de estas en el eje vertical izquierdo, utilizando las unidades de medida que muestren claramente el aporte de cada categoría al problema global y por supuesto a escala. También, se coloca el porcentaje acumu-

lado en el eje vertical derecho para trazar una línea que cubra desde la primera categoría hasta la última, con base en su frecuencia acumulada hasta completar el 100%. Ambos ejes verticales deben ser del mismo tamaño como se muestra en la figura ilustrativa siguiente:

Ilustración 21 - Ejemplo estructura de Paretograma



Verificar que la mayoría de los defectos se encuentren en las dos o tres primeras categorías, es decir, confirmar que exista "Efecto Pareto", en el cual hay un predominio evidente de las primeras barras con respecto a las demás. Si los defectos se encuentran distribuidos de forma similar en todas las categorías, será inútil centrarse en un solo tipo de causa, por ello, hay que verificar si hay causas que puedan estar apareciendo en varias categorías o tengan algún tipo de relación con otras que no se han determinado aún.

Cuando existan muchas categorías de relativamente poca importancia, pue-

den agruparse en una sola generalmente denominada "otros" pero con la restricción de que debe contemplar un porcentaje bajo (o el más bajo de todas las categorías), ya que de lo contrario puede ser un indicio de que hay aspectos relevantes contenidos dentro de esta categoría o que la clasificación no fue bien realizada.

No deben sacarse conclusiones precipitadas luego de realizar el primer análisis de Pareto, ya que pueden presentarse situaciones imprevistas que es necesario detectar y para ello evaluar la necesidad de realizar paretogramas de segundo, tercer o mayor nivel.

De esta forma, es necesario verificar si la frecuencia elevada de una categoría es producto de una mayor producción (fabricación) de la misma, ya que es de esperar que existan más problemas referidos a esa categoría en específico si su producción fue más elevada con respecto a las demás categorías. En este caso hay que considerar trabajar con el porcentaje de artículos defectuosos para realizar el Paretograma del siguiente nivel. Los paretogramas de siguiente nivel, se realizan cuando hay dudas de la existencia de otros factores que puedan dar realmente con la causa principal del problema, para que posteriormente y con base en este hallazgo, centrar los esfuerzos de mejora.

### Ejemplo

A los integrantes del grupo de mejora les nace la siguiente pregunta: *¿Qué quiere el cliente?*, pero luego de discutir el asunto nace otra pregunta que se considera previa a la anterior *¿Cuál es mi cliente?*, y para contestar esta última se decide realizar un estudio para determinar los requerimientos del cliente y las estrategias asociadas a dichos requerimientos.

Para este fin, se registran las visitas de los tipos de cliente según una categorización previamente definida. Una vez registrada la frecuencia de asistencia se tabula la información obteniéndose los resultados que se muestran a continuación.

Ilustración 22 - Registro de datos Paretograma

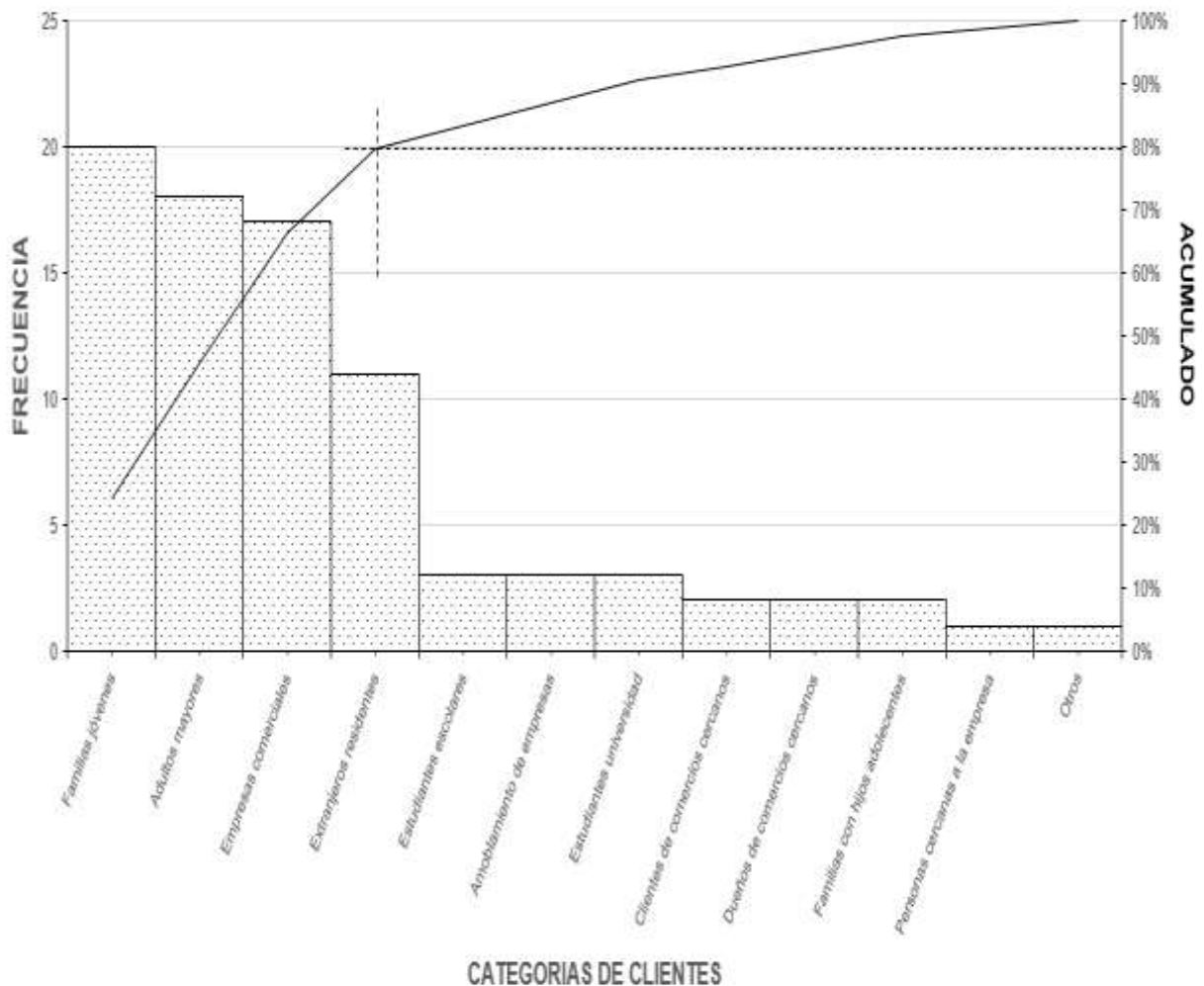
N°	Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
1	Familias jóvenes	20	24%	24%
2	Adultos mayores	18	22%	46%
3	Empresas comerciales	17	20%	66%
4	Extranjeros residentes	11	13%	80%
5	Estudiantes escolares	3	4%	83%
6	Amoblamiento de empresas	3	4%	87%
7	Estudiantes universidad	3	4%	90%
8	Clientes de comercios cercanos	2	2%	93%
9	Dueños de comercios cercanos	2	2%	95%
10	Familias con hijos adolescentes	2	2%	98%
11	Personas cercanas a la empresa	1	1%	99%
12	Otros	1	1%	100%
TOTAL		83	100%	

Considerando la ley 80/20 que indica en forma general que hay “muchos triviales y pocos vitales”, podría considerarse que las cuatro primeras categorías constituyen el 20% de los aspectos claves que aportan el 80% de la frecuencia de ocurrencia según el resultado mostrado.

Es claro que los resultados muestran los tipos de clientes que más frecuentemente compran el producto por lo que deben ser considerados en el análisis,

pero no debe perderse de vista el hecho de que este es no es un resultado definitivo ya que solo es una parte del proceso de análisis, y que inclusive podría ser necesario un paretograma de segundo nivel o una ponderación de categorías. A partir de la tabulación mostrada se realiza el gráfico que ilustra el comportamiento de los tipos de clientes, donde se señala con línea discontinua el 20% de los clientes que realizan el 80% de las compras.

Ilustración 23 - Paretograma sobre tipos de clientes



## PARETOGRAMA CON PONDERACIÓN

### Utilización

Este diagrama considera no solo la frecuencia de ocurrencia como único factor determinante, sino que agrega un segundo factor (de costo o criterio de importancia) para ampliar el razonamiento. Guía el direccionamiento de los esfuerzos, para que se obtengan

los mayores beneficios posibles, en las áreas que lo necesiten.

### Procedimiento

Este tipo de diagrama sigue el mismo proceso de construcción que el paretograma simple, con algunos aspectos adicionales que se detallan a continuación y basados en la siguiente ilustración.

Ilustración 24 - Formato para paretograma con ponderación

N°	Categorías	Evaluación	Peso	Frecuencia	P * F	Porcentaje	Acumulado
	1	2	3	4	5	6	7
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer a fondo el proceso y la problemática que se va a evaluar y definir las categorías a utilizar. La estratificación es un factor relevante. Ver (1) en la ilustración.</li> <li>• Determinar la forma como se van a recolectar los datos, el periodo de tiempo establecido e igual para todas las categorías y la frecuencia necesaria. Una vez obtenidos los datos ubicarlos en las categorías correspondientes definidas. Ver (1) en la ilustración.</li> <li>• Definir el criterio de evaluación que se usará para ponderar (2). Puede considerarse una evaluación como crítico, mayor, menor, incidental o cualquier otra siempre que quede claro su significado.</li> <li>• Definir pesos de importancia (3) para cada criterio de ponderación (2). Puede utilizarse cualquier escala, aunque siempre son</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luego de finalizado el periodo de recolección de datos anotar el total obtenido para cada categoría en la columna de frecuencia (4).</li> <li>• Multiplicar peso (3) x frecuencia (4) y el valor obtenido será utilizado como referencia para ordenar las categorías de mayor a menor en la ubicación (5).</li> <li>• El porcentaje se obtiene de dividir cada valor en (5) entre el total de esta misma columna para todas las categorías y multiplicar por 100 para mostrarlo porcentual.</li> <li>• En (7) el primer acumulado será el primer valor de la columna (6) y a partir de ahí se van acumulando hasta llegar exactamente a 100%, de lo contrario existiría un error de cálculo.</li> </ul>					

- Realice el gráfico orientando las barras de izquierda a derecha, en orden descendente y con la escala adecuada. En ocasiones la relación de longitud entre los ejes horizontal y vertical puede afectar la forma de visualización del gráfico y con ello las conclusiones que se obtengan, por lo que es importante considerar esta relación de aspecto.
- De la misma manera que el pareto simple, puede ser necesario utilizar pareto gramas de segundo o tercer nivel en caso de que una categoría presente valores muy superiores a los demás, siendo esto un indicativo de que podría encontrarse nueva evidencia al adentrarse en el análisis.

### **Ejemplo**

Continuando con el estudio para determinar los requerimientos del cliente y las estrategias asociadas a dichos requerimientos, se realizó el registro de las visitas de los tipos de cliente según una categorización previamente definida.

Luego de tener los tipos de clientes claves identificados, se considera que no pueden evaluarse solamente bajo el criterio de la cantidad de ocasiones en las que frecuentan el local ya que los niveles de consumo o cantidad de

dinero que se paga en cada compra son diferentes en cada categoría, lo cual impacta en los resultados finales, por lo que se decide realizar una subclasificación previa que considera los siguientes pesos de importancia:

- Crítico: 100 deméritos
- Mayor: 25 deméritos
- Menor: 10 deméritos
- Incidental: 1 demérito

Al agregar un factor adicional, relacionado con la importancia de cada compra, se modifican los resultados iniciales. Es importante aclarar que pueden utilizarse cantidades monetarias u otros tipos de criterios en lugar de la clasificación mostrada.

En este ejemplo se determina que las cuatro primeras categorías se mantienen, pero se invierte el orden de dos de ellas por lo que las conclusiones preliminares, llevan al hecho de que ofrecer el producto en lugares donde hay extranjeros residentes puede traer consigo un beneficio adicional a los intereses de la empresa. Muchas otras conclusiones pueden obtenerse, sin embargo, debe recordarse que ninguna será definitiva ya que es necesario ampliar el horizonte de análisis para concluir fehacientemente.

Ilustración 25 - Registro datos Pareto con ponderación

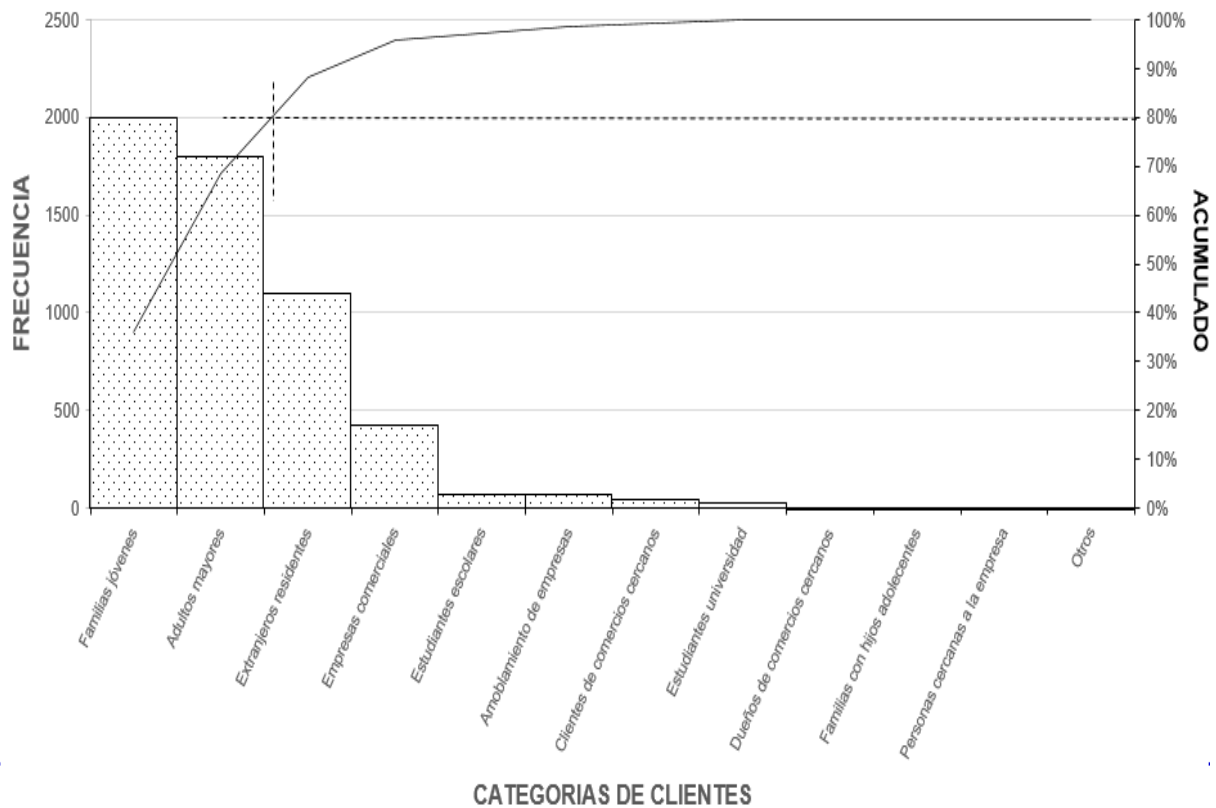
N°	Categorías	Evaluación	Peso	Frecuencia	P * F	Porcentaje	Acumulado
1	Familias jóvenes	Crítico	100	20	2000	36,0%	35,96%
2	Adultos mayores	Crítico	100	18	1800	32,4%	68,33%
3	Extranjeros residentes	Crítico	100	11	1100	19,8%	88,11%
4	Empresas comerciales	Mayor	25	17	425	7,6%	95,76%
5	Estudiantes escolares	Mayor	25	3	75	1,3%	97,10%
6	Amoblamiento de empresas	Mayor	25	3	75	1,3%	98,45%
7	Clientes de comercios cercanos	Mayor	25	2	50	0,9%	99,35%
8	Estudiantes universidad	Menor	10	3	30	0,5%	99,89%
9	Dueños de comercios cercanos	Incidental	1	2	2	0,0%	99,93%
10	Familias con hijos adolescentes	Incidental	1	2	2	0,0%	99,96%
11	Personas cercanas a la empresa	Incidental	1	1	1	0,0%	99,98%
12	Otros	Incidental	1	1	1	0,0%	100,0%
TOTAL				83	5561		

Considerando

la ley 80/20 que indica en forma general que hay “muchos triviales y pocos vitales”, podría considerarse que los cuatro primeros tipos de clientes constituyen el 20% que aportan el 80% de a criterio de la empresa.

los ingresos según el resultado mostrado, considerando esta vez no solo la frecuencia en que visitan el local sino también la importancia relativa que tiene cada tipo de cliente

Ilustración 26 - Tipos de clientes con ponderación



## TÉCNICA VOC

### Utilización

Un producto o un servicio que se ofrece o se piensa ofrecer a los clientes debe contemplar lo que el cliente quiere o lo que podría necesitar en un futuro cercano, eso sin dejar de lado el tema de la creación de necesidad futura en el cliente para con el producto o servicio.

Por ello, la finalidad de la técnica VOC (*"Voice Of Customer"*) radica en la recopilación de necesidades, expectativas y percepciones del cliente para una retroalimentación acerca del es-

tado real de las fortalezas y oportunidades que se creen tener. La formulación de requerimientos muchas veces funciona como base para la medición comparativa de lo que quiere el cliente y lo que realmente está ofreciendo la empresa.

### Procedimiento

Uno de los puntos iniciales es contestar la pregunta ¿Cuál es mi cliente? ya que en caso contrario podría estar realizando enfoques no adecuados, tomando opiniones de personas que no son el foco de atención principal de la empresa.

Seguidamente, utilizar medios para recopilar las opiniones de los usuarios finales o clientes potenciales del producto o servicio; lo más práctico es realizar entrevistas, aunque queda a criterio de los analistas las demás técnicas que deseen utilizar. El utilizar un tamaño de muestra representativo les

da validez estadística a las conclusiones que sobre los datos se obtengan, por ello no debe olvidarse este aspecto a la hora de las entrevistas. Una vez obtenida la información puede considerarse como alternativa resumir la información utilizando un formato como el siguiente.

Ilustración 27 - Formado para resumir la Voz del Cliente

<b>MATRIZ PARA LA VOZ DEL CLIENTE</b>		
Producto:	Fecha:	
Proceso:	Realizado por:	
Responsable:		
<b>N° Cliente</b>	<b>COMENTARIO DEL CLIENTE</b>	<b>ASPECTOS CLAVES</b>
1		
2		
.		
.		
.		
n		

Los comentarios del cliente se escriben tal cual fueron emitidos por los entrevistados, con el fin de no alterar la idea que desean expresar con percepciones personales del entrevistador. Los aspectos claves corresponden a palabras que describen, según la interpretación de los analistas, la esencia de lo que cada cliente quiere decir a manera de resumen.

### **Ejemplo**

Una vez contestada la pregunta sobre ¿Quién es mi cliente?, el equipo de mejora decide enfocarse en las tres primeras categorías de clientes definidas según la relación frecuencia e importancia determinada en el pareto-grama ponderado. Con el fin de contestar a la siguiente pregunta ¿Qué quiere mi cliente?, se decide realizar entrevistas para obtener un VOC que recopila los comentarios, sugerencias

o quejas que libremente brindan los clientes acerca del producto ofrecido.

Para este ejemplo, la totalidad de la información que es recolectada es relevante en el estudio, pero por razones de espacio se presentan únicamente tres comentarios, aunque se sobre entiende que lo mostrado es solo una

parte de toda la cantidad de entrevistas realizadas.

Adicionalmente, hay que recalcar que la respuesta a la pregunta de ¿quién es mi cliente?, ya está totalmente solventada al momento de recopilar la información. Los resultados luego de aplicar las entrevistas se muestran a continuación.

Ilustración 28 - Matriz con la Voz del Cliente

MATRIZ PARA LA VOZ DEL CLIENTE		
Producto: Fabricación producto código A		Fecha: enero 2010
Proceso: Distribución y ventas		Elaborado por: Gerencia de mercadeo
Responsable: D. Arias, logística		
N° Cliente	COMENTARIO DEL CLIENTE	ASPECTOS CLAVES
1	<i>"El precio es muy alto con respecto a otros productos similares en el mercado. Hay personal que no es amable y en ocasiones no atienden con la dedicación del caso. Falta mostrar mas interés en las características del producto."</i>	Precios muy altos
		Dedicación al atender
		Amabilidad al atender
		Mostrar características al cliente
.	<i>"El precio se considera adecuado, pero en ocasiones no hay disponibilidad de producto en todos los modelos ó los pedidos tardan mucho más tiempo del indicado"</i>	Precio adecuado
		Disponibilidad de inventario
		Tiempo entrega pedidos
n	<i>"El tiempo de espera para recibir pedidos es amplio, y falta creatividad en la variedad de modelos existentes"</i>	Tiempo de fabricación
		Creatividad diseños
		Variedad modelos

Las conclusiones luego de aplicar la herramienta de VOC, se deben centrar en el hecho de poder contar con una lista de aspectos claves los cuales podrán ser analizados para tomar decisiones importantes. Pueden usarse para redactar los requerimientos del cliente y poder trabajar estratégicamente sobre estas declaraciones.

**DIAGRAMA DE AFINIDAD**

**Utilización**

Es una buena forma de ordenar un conjunto de datos desordenados y hasta algunas veces poco lógicos (ideas, opiniones, temas, expresiones o pensamientos intuitivos), y a partir de esta acción generar patrones de elementos

que están relacionados entre sí de manera natural para que sean más fáciles de entender, analizar y priorizar a partir de una gran cantidad de opciones.

El diagrama de afinidad ayuda mucho cuando se cuenta con un grupo grande de ideas y opiniones sobre un problema; y en especial, cuando adicionalmente se toma conciencia de que no está bien definido eso que llamamos problema. Este diagrama no da la solución definitiva, pero sí ayuda a tener una idea más clara de los factores que podrían estar originando un problema mediante el consenso del grupo.

### Procedimiento

Es un diagrama sencillo de elaborar y sigue estos simples pasos:

- Contar con personas conocedoras del tema que generen una lista de ideas a partir de un problema o proyecto y un líder o moderador de la actividad. Por ejemplo, pueden usarse las palabras claves de los comentarios de los clientes obtenidos luego de las entrevistas realizadas.
- Buscar ideas semejantes o que tengan algún tipo de afinidad para agruparlas. Repetir esta acción hasta concluir con toda la lista de palabras claves o ideas.
- Es posible que algunas ideas queden sin agrupamiento así que no deben forzarse las relaciones. Colocar un número consecutivo a cada una de las ideas por si se desea complementar posteriormente con otra técnica como el multivoto.
- Deben discutirse los resultados de la agrupación y una vez que se logre el consenso colocar un nombre a los encabezados de cada grupo.
- Opcionalmente puede realizarse una votación de cada uno de los aspectos contenidos en los grupos con el fin de jerarquizarlos anotando la cantidad de votos obtenidos.

### Ejemplo

En etapas previas ya fueron definidos los tipos de clientes sobre los cuales se realizará el estudio (¿Quién es mi cliente?), y adicionalmente se recopilaron los comentarios, sugerencias o quejas acerca del producto ofrecido luego de un proceso de entrevistas basado en una muestra estadísticamente representativa.

Como resultado de las entrevistas se recopilan las palabras claves de cada uno de los comentarios y por ello se procede a ordenar el conjunto de datos, para generar patrones de elementos relacionados por medio de un diagrama de afinidad y continuar en la búsqueda de la respuesta a la pregunta ¿Qué quiere mi cliente?

Los encabezados son la interpretación de lo que el equipo de mejora trata de identificar con las palabras claves desglosadas en el VOC (*Voice Of Customer*) y que eventualmente se convertirán en los requerimientos del cliente sobre los que se ejecutarán los procesos de mejora.

Ilustración 29 - Diagrama de Afinidad de aspectos claves



## REDACCIÓN DE REQUERIMIENTOS

### Utilización

La responsabilidad en la redacción de los requerimientos del cliente recae en la empresa, ya que no debe perder de vista lo que el cliente desea tanto en el presente como en el futuro en ningún momento; y porque se está en presencia de un mundo donde la única constante es el cambio y la competencia es muchas veces abrumadora.

Esta herramienta ayuda a traducir los requerimientos expresados por los clientes por medio de sus opiniones y convertirlas en parámetros medibles. El enfoque debe orientarse a que el cliente es el que define la calidad, pero en muchas ocasiones esto no es tan fácilmente expresable por los clientes o lo que expresan tiene un sin número de dimensiones que hay que identificar y priorizar para lograr el propósito.

Los intereses generales de los clientes son útiles en los estudios de mercado, pero cuando se están definiendo estándares de rendimiento, debe hacerse una traducción que contemple un solo criterio de rendimiento y no agrupar varios factores que deberían ser tratados independientemente.

Los factores contemplados deben ser verificables, es decir, no ser abstractos en su formulación, sino que puedan ser evaluados. No debe dejarse de lado que una medición por sí misma, tiene poca relevancia si carece

de un valor de comparación para determinar si cumple o no con lo mínimo necesario, algo como una especificación.

El requisito del cliente establecido debe ser detallado, pero no extenso y debe validarse que realmente cumple con lo indicado por el cliente mediante los medios de recopilación de información utilizados.

### Procedimiento

Primeramente, hay que estar claros en aspectos iniciales que son fundamentales para la adecuada redacción de los requerimientos. Estos aspectos previos se presentan a continuación:

- Identificar claramente al cliente de la empresa.
- Reconocer otros que no son clientes finales o consumidores, pero que van a influir en la percepción del cliente.
- Considerar datos (quejas, comentarios, etc.), y objetivos cuantificables para definir la declaración.

Posteriormente contestar los siguientes aspectos:

- Es fácilmente entendible por el personal: de manera que todos los miembros de la empresa puedan explicarlo con sus propias palabras e inclusive dar ejemplos de cómo cumplirlo.

- Describe un solo aspecto en específico sobre el producto o servicio ofrecido: debe poder identificarse el aspecto al que está referido el requerimiento ya que al generalizar se pierde el enfoque.
- Su cumplimiento es fácilmente medible y evaluable: los requerimientos requieren ser evaluados para determinar su cumplimiento y una redacción abstracta no lo permitirá.
- Es detallada la redacción, pero sin llegar a los excesos: debe ser lo suficiente como para que

haya una sola interpretación de todos los involucrados, pero evitar al mismo tiempo que sea extensa ya que eso no motiva a su lectura.

- Se considera alcanzable por la empresa: deben poder ejecutarse en el tiempo establecido, no creando expectativas inalcanzables y considerando los recursos y las capacidades disponibles.

Un resumen de los aspectos anteriores se muestra a continuación:

Ilustración 30 - Resumen de aspectos para redacción

<b>Previo a la redacción del requerimiento:</b>		<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
1	Se ha identificado claramente al cliente de la empresa.		
2	Se han reconocido otros que no son clientes finales o consumidores pero que van a afectar la percepción del cliente.		
3	Se consideraron datos (quejas, comentarios, etc) objetivos y cuantificables para definir la declaración.		
<b>La redacción del requerimiento, se considera que:</b>		<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
1	Es fácilmente entendible por el personal de la empresa.		
2	Describe un solo aspecto en específico sobre el producto o servicio ofrecido.		
3	Su cumplimiento es fácilmente medible y evaluable para determinar cumplimiento.		
4	Es detallada la redacción, pero sin llegar a los excesos.		
5	Se considera alcanzable por la empresa. No establece expectativas inalcanzables.		

**Ejemplo**

Una vez recolectados los aspectos claves del cliente y agrupados por medio de su afinidad o relación, se procede a realizar la redacción de los requerimientos del cliente sobre los cuales se ejecutarán los restantes análisis, incluyendo en ellos la cuantificación de su importancia y los planes estratégicos que guíen la dirección de la empresa.

Para explicar mejor, se toma el primer requerimiento "Exceder en cumplimiento los plazos de entrega" para detallarlo. Aplica de manera similar para el resto de los requerimientos redactados.

Como puede observarse en este ejemplo, la redacción es fácilmente entendible por el personal involucrado en la empresa ya que considera un solo aspecto, es específico (plazo de garantía) con una redacción simple y así no confunde al lector.

¿Puede ser medible? Por ejemplo, si para el producto se establece que el 90% debe estar dentro del plazo de garantía de 6 meses, podrán cuantificarse todos aquellos casos que sean menores y superiores a este periodo indicado. El indicador con base en la relación porcentual de cumplimiento será el instrumento para la toma de decisiones sobre los cambios que habrá que realizar.

Ilustración 31 - Revisión de redacción de requerimientos

Nº	REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS	¿Es fácilmente entendible por el personal de la empresa?	¿Describe un solo aspecto específico de rendimiento?	Es una declaración detallada, pero concisa	¿Es fácilmente medible y evaluable para determinar cumplimiento?	¿Se considera alcanzable por la empresa?
1	Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	si	Plazo de la garantía	si	Se mide por tiempo transcurrido	si
2	Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	si	Todos los requisitos de la norma	si	La dimensión de cada criterio lo da la norma	si
3	Ser fácilmente manipulable.	si	Satisfacción	si	Encuestas de evaluación relacionado a un % mínimo	si
4	Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	si	Cumplimiento del protocolo	si	Con un protocolo interno y comparando con un % mínimo de cumplimiento	si
5	Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	si	Criterio basado en norma interna	si	Se comprueba con la norma	si
6	Mantener un precio promedio menor del valor de mercado.	si	Valor del mercado	si	Estudios de mercado. No ser menor al promedio existente	si
7	Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	si	Diseños nuevos	si	Con la cantidad de diseños anuales presentados	si
8	Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	si	Tiempos de entrega	si	Con el informe de entrega de órdenes de pedidos	si

## MODELO DE KANO

### Utilización

Es un instrumento que permite calificar los requerimientos del cliente en varias categorías con apoyo de una gráfica que relaciona desempeño y satisfacción para definir cursos de acción basados en preguntas funcionales y disfuncionales.

Tiene como objetivo identificar claramente cuáles son los atributos mejor valorados por los consumidores y planear la producción para ofrecer un producto o servicio afín a dicha valoración, de manera que se corrijan las fallencias para tener atributos que deberían estar presentes, para concluir si es o no adecuado agregar un atributo solicitado por el cliente y cuáles atributos pueden llegar a convertirse en instrumentos diferenciadores con respecto a la competencia.

### Procedimiento

Una vez que el equipo de mejora ha definido y redactado adecuadamente cuáles son los requisitos del cliente, se debe realizar un cuestionario para valorar cada uno de ellos. Las preguntas se realizarán para cada requerimiento en estudio y deberán realizarse en pares, es decir, dos preguntas para cada atributo. Serán similares a las mostradas a continuación:

- Pregunta funcional. “Si el producto cumple con X requerimiento o atributo ¿cómo se siente?”
- Pregunta disfuncional. “Si el producto no cumple con X requerimiento o atributo ¿cómo se siente?”.

La respuesta a la entrevista será forzosamente solo una de las siguientes opciones:

Ilustración 32 - Posibles respuestas a las preguntas Kano

1. Me gusta	2. Debe estar	3. Neutro	4. Puedo vivir con eso	5. Me disgusta
-------------	---------------	-----------	------------------------	----------------

- **Me gusta:** corresponde a la persona que se siente satisfecha por la existencia del requerimiento que está evaluando. Utilizado como opción de respuesta principalmente para la pregunta funcional, ya que un “me gusta” a la pregunta disfuncional, es decir, a la inexistencia del requerimiento, genera dudas de si realmente la persona entendió la pregunta.
- **Debe estar:** es cuando considera que el asunto no es si le gusta o no la existencia del requerimiento, sino que es algo que desde cualquier óptica lo considera como algo que deberá estar presente.

- **Neutro:** como su nombre lo indica, es cuando se desea mostrar neutralidad como criterio final.
- **Puedo vivir con eso:** es entendible también como “no me gusta, pero lo tolero”; es decir, cuando considera que la inexistencia del requerimiento no es algo que le agrada, pero que no llega a niveles de disgusto total. Es una opción utilizada para responder la pregunta disfuncional.
- **Me disgusta:** es indicativo de total desagrado de por la inexistencia del requerimiento. Al igual que la opción anterior, es una opción para responder a la pregunta disfuncional ya que no tiene lógica si esta respuesta se da a la pregunta funcional.

Seguidamente, realizar una valoración de las respuestas del cuestionario utilizando el siguiente cuadro como guía:

Ilustración - 33 Valoración de respuestas Kano

Requerimientos funcionales		Requerimientos disfuncionales				
		¿Cómo se siente si el atributo no existe?				
¿Cómo se siente si el atributo no existe?		1. Me disgusta	2. Debe estar	3. Neutro	4. Puedo vivir con eso	5. Me disgusta
1	Me gusta	D	A	A	A	U
2	Debe estar	INV	I	I	I	O
3	Neutro	INV	I	I	I	O
4	Puedo vivir con eso	INV	I	I	I	O
5	Me disgusta	INV	INV	INV	INV	D

Los requerimientos serán clasificados con base en la codificación mostrada cuyo significado se detalla a continuación:

- **D (Dudosa)**: Ocurre cuando para un par de preguntas no es lógica la respuesta, como por ejemplo contestar “*me gusta*” a la pregunta funcional y también contestar “*me gusta*”, a la disfuncional. Puede ser que el cliente no haya entendido la pregunta o el requerimiento y se contradijo al contestar.
- **INV (Inversa)**: Sucede cuando una pregunta funcional es percibida como disfuncional por quien responde. Este caso se daría cuando la persona no entiende correctamente la pregunta o la entiende, al contrario.
- **I (Indiferente)**: indiferencia del cliente ante el requerimiento de la pregunta. Por ejemplo, contestar “puedo vivir con eso” a la pregunta funcional y responder “debe estar” a la pregunta disfuncional; es decir, hay una contradicción que puede interpretarse como indiferencia del cliente al contestar.
- **U (Unidimensionales)**: Este caso es relevante ya que si al cliente le “gusta” el requerimiento y le “disgusta” si no está, es un indicativo para enfocar los esfuerzos de mejora. Como resultado, si el

coeficiente mejora, mejorará la satisfacción del cliente y la misma relación si sucede lo contrario. Son del tipo de requerimiento que cumplen la frase “entre más obtenga el cliente, más satisfecho estará”.

- **O (Obligatorio)**: Serán los requerimientos que deben estar presente para cumplir con las expectativas mínimas de los clientes. Son aquellos que al estar presente no son percibidos por el cliente pero que en caso de ausencia producirán una gran insatisfacción. Son requerimientos básicos.
- **A (Atractivo)**: Este caso son requerimientos que van más allá de lo que el cliente puede expresar o espera del producto o servicio. Pueden consistir en servicios no esperados o fuera de lo que normalmente se ofrece. Son requisitos encantadores o latentes.

El siguiente paso es mostrar los resultados finales de la encuesta con el cliente, recordando que el tamaño de la muestra debe estar estadísticamente respaldado. Debe mostrarse el total de resultados recopilados e indicar en la casilla “Categoría”, la codificación del requerimiento que muestre la mayor frecuencia de ocurrencia.

Calcular el coeficiente de satisfacción (CS) mediante la siguiente fórmula:

$$CS = \frac{A + U}{(A + U + O + I)}$$

Calcular el coeficiente de insatisfacción (CI) mediante la siguiente fórmula:

$$CI = (-1) \frac{O + U}{(A + U + O + I)}$$

Ilustración 34 - Formato para resumen de Kano

Requerimiento	A	U	O	I	INV	D	TOTAL ENCUESTA	Categoría Final	Satisfacción (y)	Insatisfacción (x)

Interpretar los coeficientes de satisfacción e insatisfacción. Los números positivos (+) indican los requerimientos donde la satisfacción aumentará; por tanto, trabajar en los que tengan valor positivo más alto. Los negativos (-) indican que disminuye la satisfacción, es decir, a mayor negativo mayor insatisfacción.

Realizar la representación gráfica de la valoración de los requerimientos, para tener una mejor visualización de las zonas donde está ubicado cada uno. Se diseñan el producto o servicio considerando la siguiente regla  $O > U > A > I$ , ya que los obligatorios son requerimientos básicos, que en caso de ausencia producirán una gran insatisfacción al cliente.

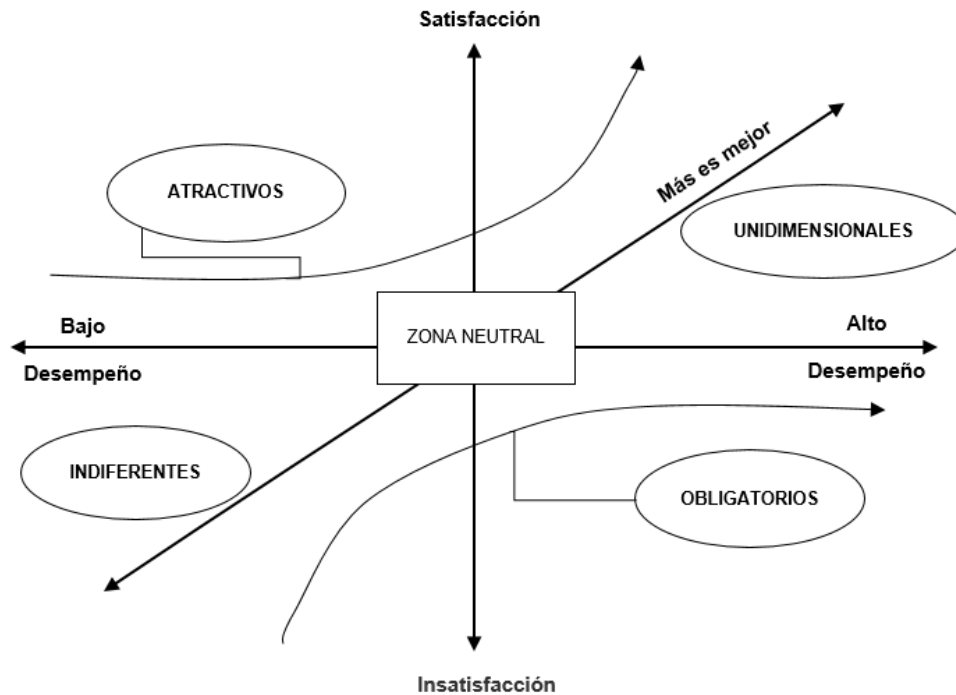
Algunos aspectos de interpretación de la gráfica son los siguientes:

- Los productos o servicios en la zona de “Atractivos” debe seguir la ruta mostrada en la flecha porque van más allá de las necesidades esperadas y al ser una sorpresa positiva pueden llegar a generar gran satisfacción entre los clientes.
- De la misma manera los “Obligatorios” no van a generar gran satisfacción si están presentes, por ello la ruta mostrada no supera la zona neutral, pero al trabajar sobre ellos hace que lleguen a convertirse en productos de alto

desempeño. Si no se trabaja en ellos producirán gran insatisfacción

- Los “Unidimensionales” son requerimientos claves que siguen la ruta de la flecha de “más es mejor” por ello son motivo de satisfacción si están presentes.

Ilustración 35 - Zonas de la gráfica de Kano



### Ejemplo

Como resultados de las entrevistas a los clientes definidos se recopilan las palabras claves de cada uno de los comentarios buscando encontrar patrones de relación por medio de un diagrama de afinidad como instrumento para generar requerimientos que respondan a la pregunta ¿Qué quiere mi cliente? Una vez definidos los requerimientos se someten a un análisis de Kano entrevistando a un total de 95 clientes ya que éste fue el tamaño de muestra requerido.

Debe realizarse la pregunta funcional y la pregunta disfuncional a cada entrevistado y responder únicamente entre las opciones disponibles; a manera de ejemplo se muestran los resultados para solo uno de los requerimientos entendiendo que el ejercicio debe realizarse para todos ellos (en este ejemplo para los 8 requerimientos definidos en etapas previas). Cada par de respuestas debe clasificarse según el cuadro de valoración de respuestas para que, por mayoría, definir a qué

Nº	Requerimiento	Nº de entrevistado	¿Cómo se siente si el atributo existe?	¿Cómo se siente si el atributo NO existe?	Clasificación
8	Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	1	Debe estar	Me disgusta	O
		2	Debe estar	Me disgusta	O
		3	Neutro	Me disgusta	O
		4	Me gusta	Debe estar	A
		4	Me gusta	Debe estar	A
		.	.	.	.
		.	.	.	.
		.	.	.	.
		94	Debe estar	Debe estar	I
		95	Debe estar	Me disgusta	O

obtienen las siguientes conclusiones:

- Debe priorizarse las acciones en los requerimientos 1 – 3 – 8 ya que de lo contrario pueden producir una gran insatisfacción en el cliente.
- Por los resultados, se visualiza como más atractivo actuar sobre la reducción en el tiempo de entrega de los pedidos a los clientes, por lo cual parece interesante analizar los motivos que producen esos retrasos en la entrega final. Pueden plantearse hipótesis relacionadas con producto dañado, materia prima de baja calidad, entre otras.
- Como los indicios se relacionan con el proceso productivo, también pueden plantearse hipótesis enfocadas en el diseño de los puestos que conforman la línea de producción ya que una mala distribución puede ocasionar sobrecargas, cuellos de botella y dificultar una buena supervisión de producción.

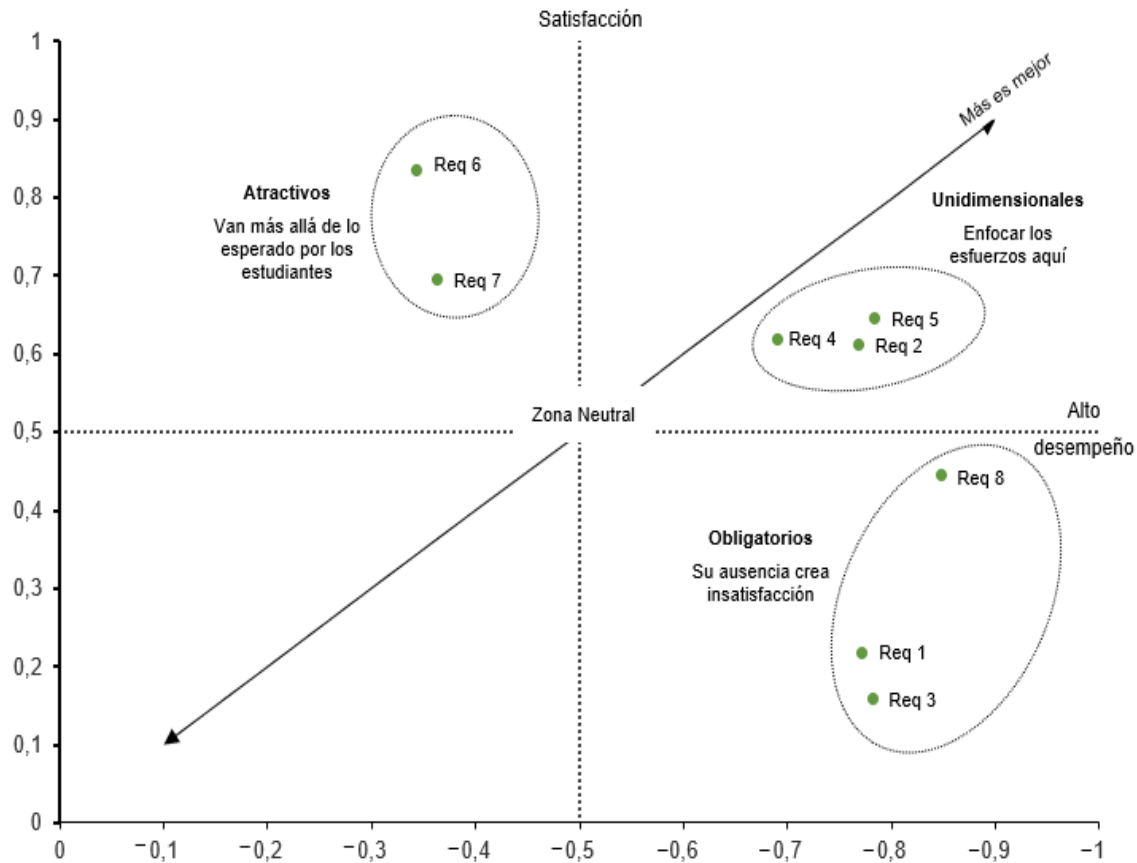
La metodología utilizada en este proceso es el planteamiento de posibles hipótesis por parte del grupo de analistas de cómo mejorar los requerimientos

El resumen, al compilar los resultados de todos los requerimientos se muestra a continuación.

Ilustración - 37 Resumen de Kano

Requerimiento	A	U	O	I	INV	D	TOTAL ENCUESTA	Categoría Final	Satisfacción (y)	Insatisfacción (x)
1 Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	11	8	60	9	2	5	95	O	0,216	-0,773
2 Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	8	45	22	12	5	3	95	U	0,609	-0,770
3 Ser fácilmente manipulable.	8	5	60	10	5	7	95	O	0,157	-0,783
4 Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	10	40	16	15	10	4	95	U	0,617	-0,691
5 Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	8	46	20	10	7	4	95	U	0,643	-0,786
6 Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	55	20	11	4	0	5	95	A	0,833	-0,344
7 Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	38	21	10	16	6	4	95	A	0,694	-0,365
8 Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	8	30	43	5	5	4	95	O	0,442	-0,849

Ilustración 38 - Gráfica de Kano



## MATRICES L, A, X, T

### Utilización

Corresponden a un conjunto de herramientas gráficas que muestran la relación de un conjunto de datos, que pueden incluir entre ideas, problemas, causas, procesos, métodos y objetivos. La relación se da por medio de la intersección de filas y columnas de la matriz.

Pueden presentarse modificaciones a este tipo de matriz obteniéndose por ejemplo las matrices L, A, X y T, que de la misma forma contribuyen a rela-

cionar factores entre sí y ver el grado de fuerza de esas relaciones. Las definiciones de estas son las siguientes.

**Matriz L:** Corresponde a la más simple de todas y relaciona dos factores por medio de filas y columnas. Es común utilizarla en el análisis de las relaciones entre necesidades del cliente y características ofrecidas en el producto o también en el análisis de causas y efectos.

**Matriz A:** Se utiliza para determinar las relaciones entre sí de un solo tipo de

factor. Es un caso particular de la matriz L.

**Matriz X:** Relaciona cuatro factores de la siguiente forma: factor 1 con factor 2, factor 2 con factor 3, factor 3 con factor 4, factor 4 con factor 1 completando de esta forma un círculo.

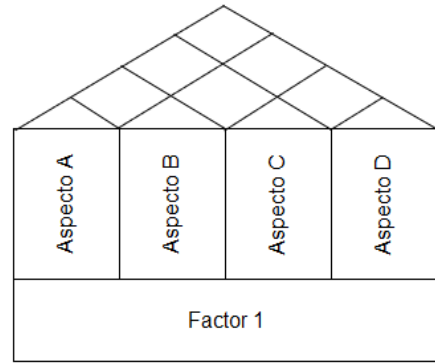
**Matriz T:** combina dos diagramas de matriz L y se utiliza para relacionar 3 factores diferentes, pero de la siguiente manera: factor 1 se relaciona con el factor 2 y factor 1 se relaciona con el 3.

Las formas que ilustran a las matrices L, A, X y T se muestran a continuación.

Ilustración - 39 Matrices L, A, X, T

Factor 2	Aspecto D	Aspecto E	Aspecto F	Aspecto G
Factor 1				
Aspecto A				
Aspecto B				
Aspecto C				

MATRIZ TIPO - L



MATRIZ TIPO - A

			Aspecto G			
			Aspecto H			
			Aspecto I			
Aspecto J	Aspecto K	Aspecto L	Factor 3	Factor 2	Aspecto D	Aspecto E
			Factor 4	Factor 1	Aspecto F	
			Aspecto A			
			Aspecto B			
			Aspecto C			

MATRIZ TIPO - X

Factor 2	Aspecto G			
	Aspecto H			
	Aspecto I			
Factor 1		Aspecto D	Aspecto E	Aspecto F
Factor 3	Aspecto A			
	Aspecto B			
	Aspecto C			

MATRIZ TIPO - T

### Procedimiento

Primeramente, es indispensable tener definida la razón del porque se necesita realizar el análisis de interrelación de factores ya que es recomendable que los mismos tengan una característica en común para su agrupación. Luego, definir la cantidad de factores a utilizar por medio de otras herramientas como entrevistas, tormenta de ideas, encuestas, diagramas de árbol etc., para de ese modo seleccionar el tipo de matriz a utilizar.

Luego se procede a confeccionar la matriz tomando el primer elemento de

las filas para relacionarlo con cada uno de los elementos de las columnas. Deben identificarse todos los factores que están relacionados, pero también debe determinarse la intensidad de la relación mediante datos existentes o con el juicio de expertos en el tema estudiado.

Con este tipo de diagramas, se puede contar con información compleja pero expresada en forma clara y directa. Para determinar la intensidad de la relación puede considerarse la simbología que se muestra a continuación.

Ilustración 40 - Simbología y valores para la matriz

Criterio	Símbolo	Valor
Fuerte	O	9
Moderada	□	3
Débil	△	1
Muy Débil		0

### Ejemplo

Una vez determinados los requerimientos del cliente (¿Qué quiere el cliente?) y además las características de calidad (¿Cómo satisfacer esos requerimientos?) se determina la necesidad de relacionar ambos factores mediante una matriz L.

Esta valoración deberá realizarse cuidadosamente por cuanto al final va a indicar cuáles características de calidad serán las que principalmente contribuyan a satisfacer los deseos de los clientes y sobre las cuales se direccionarán los esfuerzos de mejora.



## MATRIZ DE PLANIFICACIÓN QFD

### Utilización

Es un método que relaciona los requisitos de clientes definidos y validados en procesos previos, con lo que debería realizar la empresa para cumplirlos y por ende contribuir a la satisfacción del cliente. De esta manera, la empresa no se queda solamente con una declaración de requerimientos, sino que se ejecuta un proceso investigativo del cliente y sus necesidades.

Es un proceso relativamente simple pero que requiere revisión continua, de manera que se busca mantener un ciclo de mejora y evaluación constante de requerimientos ya que estos van cambiando con el paso del tiempo. Adicionalmente, funciona como una herramienta que contribuye a direccionar la producción y los costos que esto involucra, solamente en los aspectos claves evitando el desperdicio de insu-

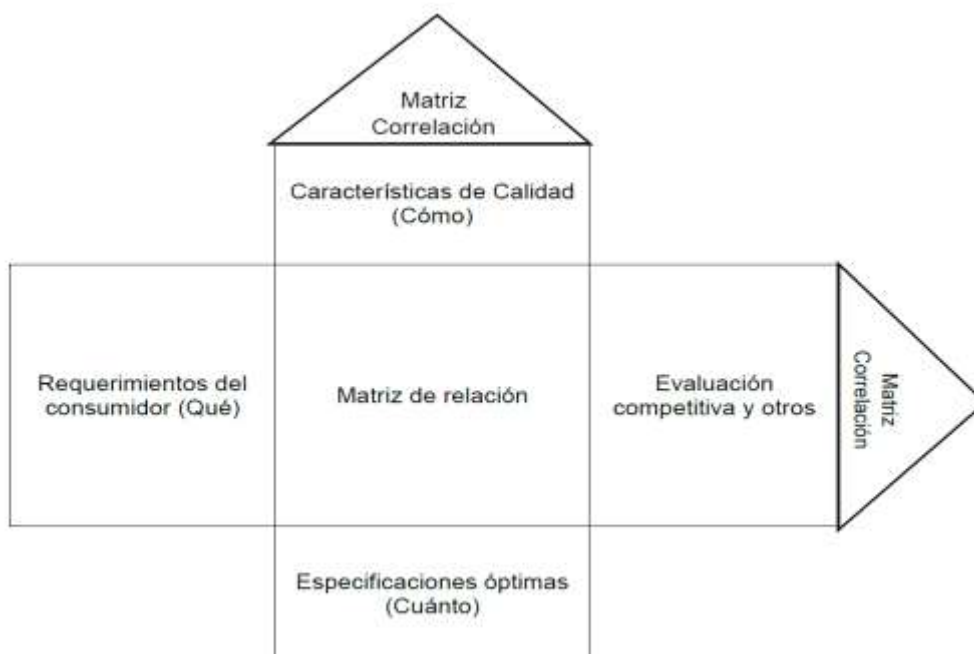
mos, dinero u otros rubros al dedicar tiempo y producción en tratar de cumplir con cosas que en realidad los clientes no desean o no les son relevantes.

### Procedimiento

La primera parte consiste en definir el mercado y al cliente meta al que se quiera llegar y luego por medio de un proceso investigativo que considere la competencia, el capital con que cuenta la empresa, la visión a futuro y otros aspectos, recopilar los comentarios de los clientes generalmente mediante encuestas o entrevistas y traducirlos en requerimientos que puedan ser medibles y evaluables como insumos principales para el desarrollo del proceso.

Para la realización de esta excelente herramienta con el fin mejorar los procesos, deben completarse una serie de pasos para construir la matriz, que se muestra de manera ilustrativa a continuación:

Ilustración 42 - Estructura Matriz Planificación QFD



**Requerimientos del consumidor (Qué):** son los requerimientos que se obtuvieron de análisis previos y con una redacción adecuada que no lleve a confusiones. Debe quedar claramente definida la forma en que fueron obtenidos cada uno de ellos. Pueden utilizarse subclasificaciones como la valoración Kano (O - U - A - I) u otras similares para acompañar a los requerimientos.

**Nivel de importancia:** la información proviene de los clientes quienes evalúan cada requerimiento mediante una escala definida por los analistas de mejora. Un ejemplo de la forma de recolectar la información en una escala de 1-5 mediante una encuesta o entrevista, se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 43 - Formato evaluación de importancia

Según la escala mostrada, siendo 5 el valor mas alto, califique cada requerimiento según lo que considere usted que es más importante.						
Requerimiento	Valoración de importancia					
1 ...	5	4	3	2	1	NR
2 ...	5	4	3	2	1	NR
3 ...	5	4	3	2	1	NR
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
n ...	5	4	3	2	1	NR

**Características de Calidad (Cómo):** es una labor que requiere mucha atención por parte de los analistas ya que si las características no son adecuadamente definidas, pueden provocar una pérdida de esfuerzos y entregar un resultado que no satisfaga los deseos de los consumidores finales del producto o servicio. Corresponde a la traducción de los requerimientos del consumidor en requerimientos de calidad que serán posteriormente transferidos al proceso productivo.

**Correlación de los requerimientos:** evalúa la correlación entre todos y cada uno de los requerimientos. La correlación negativa indica que efectivamente hay una relación entre dos variables, que muestra que si se trabaja en aumentar un requerimiento se podría ver reducido el requerimiento con el cual se compara, o dicho de otra forma, una variable disminuye conforme la otra aumenta. En el caso de las relaciones positivas, si se mejora un requerimiento se mejorará también

el requerimiento con el que se compara. Esto se realiza para relacionar tanto los requerimientos del consumidor (que) entre sí en el “techo lateral”,

como también para relacionar las características de calidad (Cómo) en el “techo superior”.

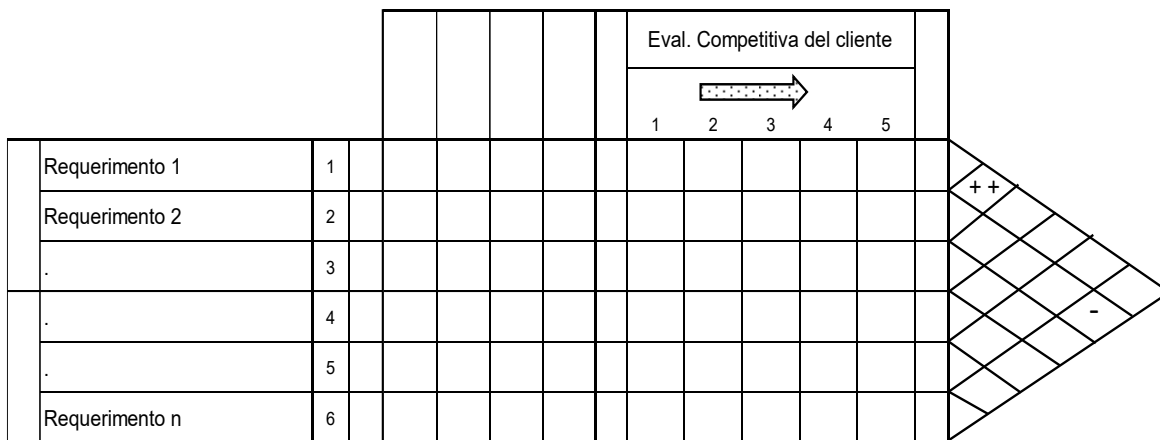
Ilustración 44 - Simbología para la correlación

Correlación positiva fuerte	++
Correlación positiva	+
Sin correlación	
Correlación negativa	-
Correlación negativa fuerte	--

En el ejemplo siguiente el requerimiento 1 tiene una relación positiva fuerte con el requerimiento 2, y a su vez el requerimiento 2 tiene una relación negativa con el requerimiento n.

Los espacios que se dejan en blanco indican que no existe correlación entre requerimientos y que cada uno genera su propio efecto.

Ilustración 45 - Ejemplo de correlación de requerimientos



**Dirección de mejora:** determina la dirección de mejora para cada característica de calidad (el “cómo”) basado en las prioridades para satisfacer a los

consumidores. Una opción de simbología que podría utilizarse es la siguiente:

Ilustración 46 - Simbología de la dirección de mejora

Dirección de mejora	
Aumentar todo lo posible	↑
Hay satisfacción al lograr la meta	○
Reducir todo lo posible	↓

**Matriz L de relación:** tiene la finalidad de cuantificar la relación entre los requerimientos del consumidor (Qué) con las características de calidad (Cómo), mediante una escala y simbología que se establece a partir de cuestionarse sobre la contribución de cada característica de calidad con respecto a los requerimientos.

Esta valoración deberá realizarse cuidadosamente, por cuanto al final va a indicar cuáles características de calidad serán las que principalmente contribuyan a satisfacer los deseos de los clientes y sobre las cuales se direccionarán los esfuerzos de mejora.

**Especificaciones óptimas (Cuánto):** el grupo de analistas debe determinar las especificaciones para cada característica de calidad, ya que se trabaja bajo el principio al que refiere la frase “lo que no se mide, no se controla y lo que no se controla no se mejora”. Es


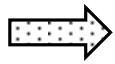
esta manera, al tener valores (especialmente cuantitativos) como patrones de referencias, se puede establecer en qué posición está la empresa en cuanto al cumplimiento de las características de calidad que harían que se satisfagan los requerimientos del cliente.

**Nivel de dificultad técnica:** mediante una escala, indicar en qué medida se considera que la empresa está en capacidad de cumplir con la especificación propuesta para cada característica de calidad.

**Unidad de medida:** concerniente a la unidad de medida sobre la que se basa la especificación, por ejemplo, metro, segundo, kilogramo, etc.

**Valor meta de las características:** está referido a dónde se quiere llegar. Puede complementarse con valores máximos y mínimos si se desea.


Ilustración 47 - Formato para especificaciones óptimas


Nivel de dificultad técnica  Más	5				
	4				
	3				
	2				
	1				
Unidad de medida	Horas	Grado	Metros	%	
Valor meta	15	45°	80	25%	
<b>Especificaciones óptimas (Cuánto)</b> (Metas a corto plazo para cada requerimiento técnico) 		Horas capacitación/anual	Ángulo de corte	Largo del corte	Porcentaje desperdicio
Sumatoria de la columna	55	8	4	20	
Importancia de la columna	1	3	4	2	
Número de la columna	1	11	12	16	

**Sumatoria de la columna:** toma en cuenta la simbología utilizada y sus valores en la relación entre requerimientos del consumidor (qué) y las características de calidad (cómo) mos-

trada en la matriz, en conjunto con el valor del nivel de importancia asignado. Para una mejor comprensión ver el ejemplo con la muestra del cálculo de la sumatoria.

Ilustración 48 - Ejemplo para el cálculo de la sumatoria

**Requerimientos del consumidor (Qué)** 

	1	4,5	○	○	
	2	4,0	△		○
	3	5,0	□		□
	4	4,2	△		
	5	2,5			
<b>Especificaciones óptimas (Cuánto)</b> 					
Sumatoria de la columna		63,7	40,5	51,0	
Importancia de la columna		1	3	2	
Número de la columna		1	2	3	

- $(9 \times 4,5) + (1 \times 4) + (3 \times 5) + (1 \times 4,2) = 63,7$
- $(9 \times 4,5) = 40,5$
- $(9 \times 4) + (1 \times 5) = 51,0$

**Importancia de la columna:** la importancia de la columna se realiza en relación con los valores asignados en la sumatoria, de manera que la columna con la mayor importancia será la que tenga el mayor valor en la sumatoria y así sucesivamente hasta completar todas las columnas. Esta importancia permite realizar una priorización inicial para la toma de decisiones.

**Quejas:** anotar las quejas registradas al producto o servicio y que puedan asociarse a cada uno de los requerimientos establecidos. Trabajar en conjunto con otros departamentos como

producción, ventas o servicio al cliente para realizar esta cuantificación y si no existe un registro, proceder a realizar un procedimiento para registrar y asociar a cada requerimiento las quejas que en adelante ocurran.




**Evaluación competitiva:** la información proviene de los clientes quienes evalúan a la empresa y a dos de sus competidores más cercanos (pueden ser más, pero hay que considerar el espacio disponible) y son el parámetro para determinar cómo percibe el consumidor al producto o servicio en relación con la competencia.

La simbología utilizada para mostrar en la matriz y un ejemplo de la forma como recolectar la información, mediante encuestas o entrevistas, en una escala de 1-5 se muestran a continuación.

Ilustración 49 - Formato evaluación competitiva

Según la escala mostrada, siendo 5 el valor mas alto, califique cada requerimiento con respecto a lo que considere que cumple cada empresa mostrada.																		
Requerimiento	"Mi empresa"						Competidor A						Competidor B					
1 ...	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR
2 ...	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR
3 ...	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n ...	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR	5	4	3	2	1	NR

Ilustración 50 - Simbología para evaluación competitiva

"Mi empresa"	
Competidor A	
Competidor B	

**Valor meta de la evaluación:** el valor que se establezca debe estar enfocado primeramente en disminuir la variabilidad o brecha entre lo esperado por el cliente y lo ofrecido por la empresa y lo establece el equipo de mejora tomando en cuenta los resultados de la evaluación competitiva. Si se alcanza la meta, debe procederse a establecer una nueva meta si es un re-

querimiento importante, o también enfocarse en algunas metas que están lejos de cumplirse.

**% Mejora:** permite conocer el grado de mejoramiento necesario para alcanzar el valor meta en corto plazo. Utiliza una fórmula matemática para su cálculo:

$$\% \text{ mejora} = \frac{\text{Valor meta}}{\text{Evaluación competitiva}}$$

- **% mejora < 1:** meta superada; poner otra meta, o redistribuir recursos en otros requerimientos donde puede mejorarse.
- **% mejora = 1:** meta alcanzada, proponer otra meta a corto plazo.
- **% mejora > 1,5:** la meta es muy superior a la evaluación competitiva actual; no es recomendable como meta a corto plazo por lo que debe evaluarse si se establece otro valor de meta.

**Venta:** deben señalarse aquellos requerimientos que son valorados por el cliente en el preciso momento de la

compra. Son los considerados determinantes para el instante de la decisión de compra que pueden incidir en si esta se realiza o no.

**Peso de la fila:** este valor colabora en la toma de decisiones en conjunto con otros factores, por ello no debe utilizarse como criterio único para priorizar los requerimientos del cliente. Se calcula luego de multiplicar nivel de importancia por el % de mejora.

**Acción:** Colocar una letra código que identifica el tipo de acción a ejecutar la cual será descrita ampliamente en un anexo al diagrama. Para esto debe

considerarse la información que proporcionan los clientes que incluyen: las quejas, el nivel de importancia y la evaluación competitiva. Por ejemplo, un requerimiento con muchas quejas, nivel de importancia alto y evaluación competitiva baja, requiere que se le establezca una acción.

### **Ejemplo**

Para la elaboración del ejemplo, se siguen los pasos descritos en el procedimiento con el fin de determinar las características de calidad que serán trasladadas al proceso productivo para tratar de cumplirlas y por ende contribuir a la satisfacción del cliente. Los requerimientos fueron tomados

del modelo Kano ejecutado anteriormente.

### **1. Parte lateral izquierda.**

- **Requerimientos del consumidor (Qué):** se realiza la redacción de los requerimientos y una subclasificación con la valoración Kano (O - U - A - I).
- **Nivel de importancia:** se toma la opinión de 55 clientes sobre el nivel de importancia de los requerimientos establecidos los cuales califican cada requerimiento en una escala de 1 a 5, incluyendo la opción de “no responde NR”.

Ilustración 51 - Resumen de resultados sobre importancia

Requerimientos del consumidor (Que)	5	4	3	2	1	NR	Puntaje máximo posible	Puntaje Obtenido	% de logro	Nivel de importancia
Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	20	4	15	5	5	6	245	176	72%	3,6
Ser fácilmente manipulable.	15	15	5	20	0	0	275	190	69%	3,5
Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	36	14	5	0	0	0	275	251	91%	4,6
Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	20	15	5	10	0	5	250	195	78%	3,9
Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	16	18	4	15	2	0	275	196	71%	3,6
Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	10	15	10	15	0	5	250	170	68%	3,4
Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	20	20	0	10	0	5	250	200	80%	4,0
Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	10	15	15	10	0	5	250	175	70%	3,5

Muestra de cálculos para el nivel de importancia:

$(176 / 245) \times 5 = 3,6$	$71\% \times 5 = 3,6$
$(190 / 275) \times 5 = 3,5$	$68\% \times 5 = 3,4$
$(251 / 275) \times 5 = 4,6$	$80\% \times 5 = 4,0$
$(195 / 250) \times 5 = 3,9$	$70\% \times 5 = 3,5$

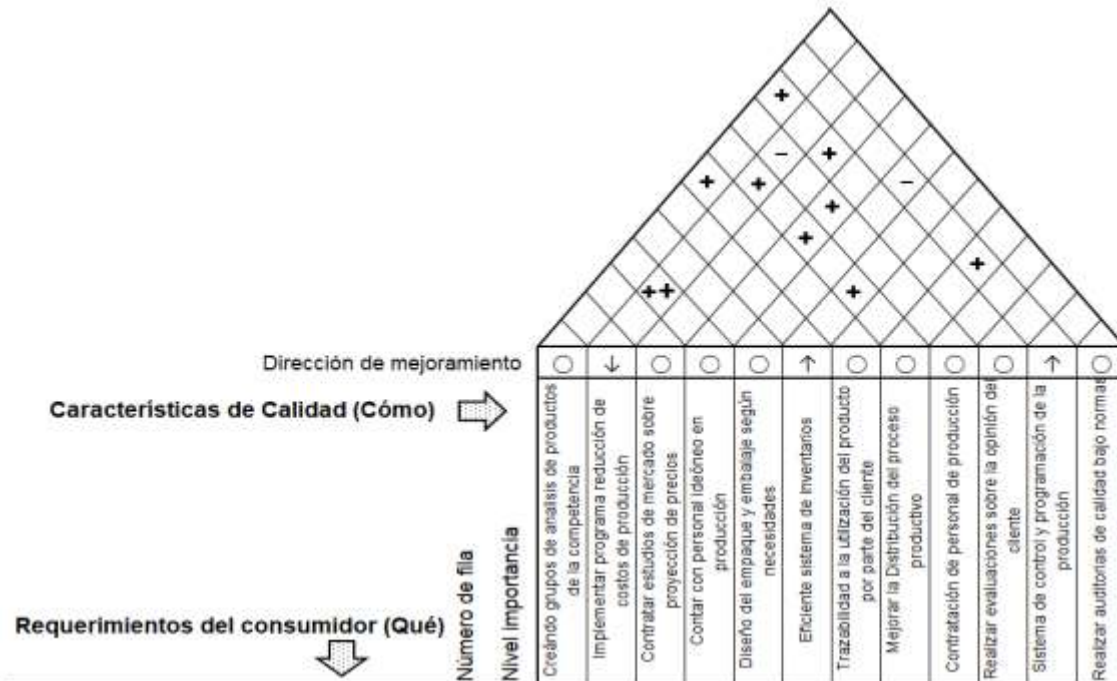
**2. Parte superior**

- **Características de Calidad (Cómo):** se presentan las características definidas por el equipo de analistas basados en los requerimientos de los clientes.
- **Correlación de los requerimientos:** en este caso la característica que más afecta positivamente a las demás corresponde a “Mejorar la distribución

del proceso productivo” ya que afecta positivamente a otras 3 características, lo que podría evidenciar que una mejora en ella tenderá a provocar mejoras implícitas en otras características.

- **Dirección de mejora:** se definen las basadas en las prioridades para satisfacer a los consumidores.

Ilustración 52 - Parte superior de la matriz QFD



### 3. Parte central

- **Matriz L de relación:** se cuantifica la relación entre los requerimientos del consumidor (Qué)

con las características de calidad (Cómo), mediante la matriz L desarrollada en apartados anteriores.

Ilustración 53 - Relación requerimientos y características

				Características de Calidad (Cómo) →											
				← Requerimientos del consumidor (Qué)											
		Número de fila	Nivel importancia	Creando grupos de analisis de productos de la competencia	Implementar programa reducción de costos de producción	Contratar estudios de mercado sobre proyección de precios	Contar con personal ideoneo en producción	Diseño del empaque y embalaje según necesidades	Eficiente sistema de inventarios	Trazabilidad a la utilización del producto por parte del cliente	Mejorar la Distribución del proceso productivo	Contratación de personal de producción	Realizar evaluaciones sobre la opinión del cliente	Sistema de control y programación de la producción	Realizar auditorias de calidad bajo normas
O	Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	1	3,6	Δ				Δ	Δ	○			○		○
	Ser fácilmente manipulable.	2	3,5					○		Δ	□		Δ		
	Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	3	4,6		□		□		□		○	□		○	Δ
U	Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	4	3,9					□			○		Δ		○
	Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	5	3,6	○	Δ	○		Δ		□	Δ				
	Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	6	3,4	○						□	Δ		○		
A	Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	7	4,0	□	○	○					○		○		
	Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	8	3,5					○			Δ		Δ		

### 4. Parte inferior

- **Especificaciones óptimas (Cuánto):** se calculan los patrones de referencias para establecer en qué posición está la empresa en cuanto al cumplimiento

de las características que satisfecerían los requerimientos del cliente.

- **Nivel de dificultad técnica:** de manera gráfica la reducción del desperdicio y la actualización

mensual de los módulos del sistema de inventarios representan un reto superior según criterios de los analistas.

- **Valor meta y unidad de medida:** se muestra el valor meta a alcanzar y su unidad de medida (hora, %, minuto, unidades).
- **Sumatoria de la columna:** la muestra de cálculos para las dos primeras columnas sería la siguiente:

$$(3,6 \times \Delta) + (3,6 \times O) + (3,4 \times O) + (4,0 \times \square) = 78$$

$$(3,6 \times 1) + (3,6 \times 9) + (3,4 \times 9) + (4,0 \times 3) = 78$$

$$(4,6 \times \square) + (3,6 \times \Delta) + (4,0 \times O) = 53$$

$$(4,6 \times 3) + (3,6 \times 1) + (4,0 \times 9) = 53$$

- **Importancia de la columna:** la columna con la sumatoria más alta será la primera en importancia y así sucesivamente.

Ilustración 54 - Parte inferior de la matriz QFD

Nivel de dificultad técnica Más	5														
	4														
3															
2															
1															
Unidad de medida	Uds	%	Uds	Hora	Uds	Uds	Uds	Min	-	Uds	Mód	Uds			
Valor meta	1	2	1	10	1	1	2	5	-	1	1	0			
<b>Especificaciones óptimas (Cuánto)</b> (Metas a corto plazo para cada requerimiento técnico)	Realizar reuniones mensuales	Reducción mensual desperdicios materiales	Revisión de resultados semestrales	Capacitación anual al personal	Evaluación semestral del cliente	Actualización mensual en módulos	Seguimiento a compras mensuales	Reducción de tiempos de proceso	Agregar escolaridad mínima para ingreso	Contratar estudios anuales de opinión	Actualizar mejoras en módulos del sistema mensualmente	No conformidades según norma XYZ			
	Sumatoria de la columna	78	53	68	14	81	17	57	133	14	110	41	72		
	Importancia de la columna	4	8	6	12	3	10	7	1	11	2	9	5		
	Número de la columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		

5. Parte lateral derecha

- **Quejas:** se realiza una búsqueda de quejas y se establece la existencia de solamente dos casos, lo cual, aunado a la inexistencia

de un proceso formal de registro, análisis y seguimiento, es evidencia de que se requiere un proceso de mejora en este aspecto.

- **Evaluación competitiva:** se efectúan entrevistas a los clientes y se les pide que evalúen a la empresa y al mismo tiempo a dos de sus competidores más cercanos. A continuación, se muestran los resultados tabulados correspon-

dientes a la empresa, en donde la columna “Evaluación” es la que se utiliza para la parte lateral de la matriz. Para los competidores deben realizarse el mismo procedimiento mostrado.

Ilustración 55 - Resumen resultados evaluación competitiva

Requerimientos del consumidor (Que)	5	4	3	2	1	NR	Puntaje máximo posible	Puntaje Obtenido	% de logro	Evaluación competitiva
Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	3	4	5	13	20	10	225	92	41%	2.0
Ser fácilmente manipulable.	1	1	2	16	30	5	250	77	31%	1.5
Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	20	14	5	6	10	0	275	193	70%	3.5
Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	7	8	5	15	15	5	250	127	51%	2.5
Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	11	3	6	19	16	0	275	139	51%	2.5
Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	12	18	8	15	0	2	265	186	70%	3.5
Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	10	10	10	10	10	5	250	150	60%	3.0
Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	10	15	15	10	0	5	250	175	70%	3.5

- **Valor meta de la evaluación:** los valores los determina el equipo de analistas con base en los resultados de la evaluación

competitiva obtenida. De esta forma se muestran los valores determinados como meta a cumplir.

Ilustración 56 Cálculo del valor meta de la evaluación

Requerimientos del consumidor (Que)	Evaluación competitiva	Valor meta de la evaluación
Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	2,0	3,0
Ser fácilmente manipulable.	1,5	2,0
Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	3,5	5,0
Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	2,5	3,5
Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	2,5	3,5
Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	3,5	4,5
Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	3,0	4,5
Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	3,5	4,5

- **% Mejora:** relaciona el valor meta establecido con evaluación competitiva

Ilustración 57 - Cálculo del % de mejora

Requerimientos del consumidor (Que)		Valor meta		Evaluación Competitiva		% Mejora
1	Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	3,0	/	2	=	1,5
2	Ser fácilmente manipulable.	2,0	/	1,5	=	1,3
3	Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	5,0	/	3,5	=	1,4
4	Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	3,5	/	2,5	=	1,4
5	Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	3,5	/	2,5	=	1,4
6	Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	4,5	/	3,5	=	1,3
7	Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	4,5	/	3	=	1,5
8	Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	4,5	/	3,5	=	1,3

- **Peso de la fila:** la información resultante parece indicar que los tiempos actuales de producción (requerimiento 3) dan la evidencia de ser necesario un proceso

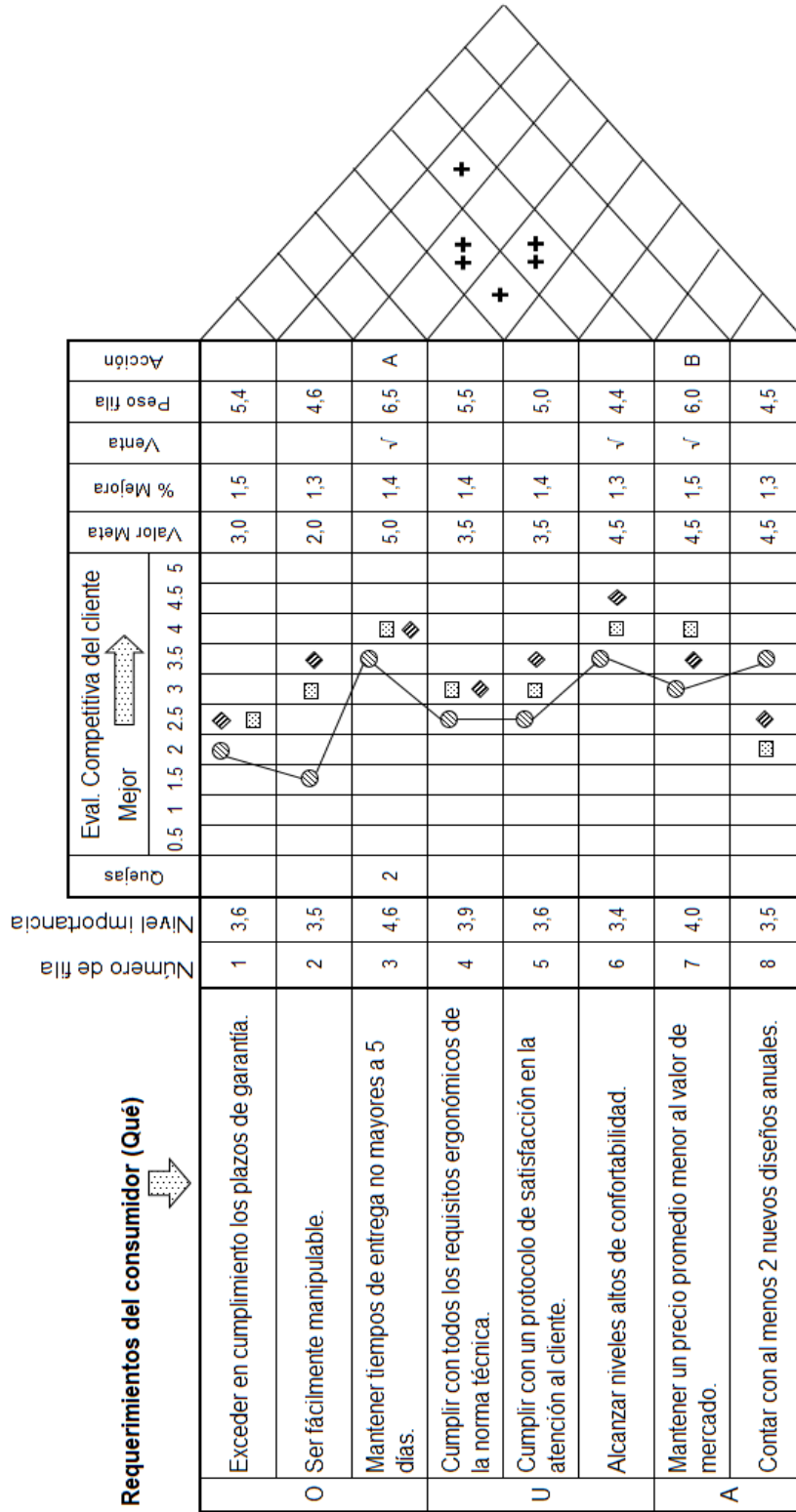
de intervención de las diferentes causas, tales como producto dañado, calidad de materia prima, etc. Los cálculos se muestran:

Ilustración 58 - Cálculo del peso de la fila

	Requerimientos del consumidor (Que)	Nivel importancia		% Mejora		Peso de la fila
1	Exceder en cumplimiento los plazos de garantía.	3,6	x	( 3 / 2 )	=	5,4
2	Ser fácilmente manipulable.	3,5	x	( 2 / 1,5 )	=	4,6
3	Mantener tiempos de entrega no mayores a 5 días.	4,6	x	( 5 / 3,5 )	=	6,5
4	Cumplir con todos los requisitos ergonómicos de la norma técnica.	3,9	x	( 3,5 / 2,5 )	=	5,5
5	Cumplir con un protocolo de satisfacción en la atención al cliente.	3,6	x	( 3,5 / 2,5 )	=	5,0
6	Alcanzar niveles altos de confortabilidad.	3,4	x	( 4,5 / 3,5 )	=	4,4
7	Mantener un precio promedio menor al valor de mercado.	4,0	x	( 4,5 / 3 )	=	6,0
8	Contar con al menos 2 nuevos diseños anuales.	3,5	x	( 4,5 / 3,5 )	=	4,5

- **Venta:** el grupo de analistas determina que los requerimientos 3, 6 y 7 son los que los clientes más toman en cuenta al momento de compra.
- **Acción:** los requerimientos 4 y 7 obtienen mayores valores de importancia y tienen mayor peso de la fila debido a un valor meta alto y son superados por sus competidores, por ello se les definen las siguientes opciones:
  - **A:** formar un equipo de mejora para investigar las causas en planta, que pueden ocasionar que se excedan los tiempos de entrega.
  - **B:** investigar aspectos de mejora que contribuyan a la reducción de costos de producción y con ello mantener precios menores al valor de mercado.

Ilustración 59 - Parte lateral derecha de la matriz QFD





## DIAGRAMA DE ÁRBOL

### Utilización

Es muy útil en el proceso de toma de decisiones para identificar de manera gráfica las partes necesarias para alcanzar un objetivo final, identificando la ruta correcta a seguir y sus tareas o partes correspondientes que visualizan el o los posibles resultados a obtener.

Es muy utilizado en asuntos estadísticos ya que usa el concepto de probabilidad condicional que supone que, si ocurre un evento A, podrá ocurrir luego un evento B, es decir, para que ocurra B debe ocurrir el evento A primero.

Puede usarse en distintos procesos de las empresas debido a la identificación de tareas, acciones o decisiones que deban tomarse para llegar a soluciones y mejoras en el rendimiento y eficiencia. En asuntos personales pueden aplicarse los diagramas como una herramienta a la hora de elegir, combinar o desechar algunas opciones que se presentan ante sucesos, eventualidades o problemas.

### Procedimiento

Es recomendable que sea desarrollado por un grupo de analistas los

cuales pueden utilizar técnicas como la tormenta de ideas para apoyar la generación de las derivaciones del diagrama.

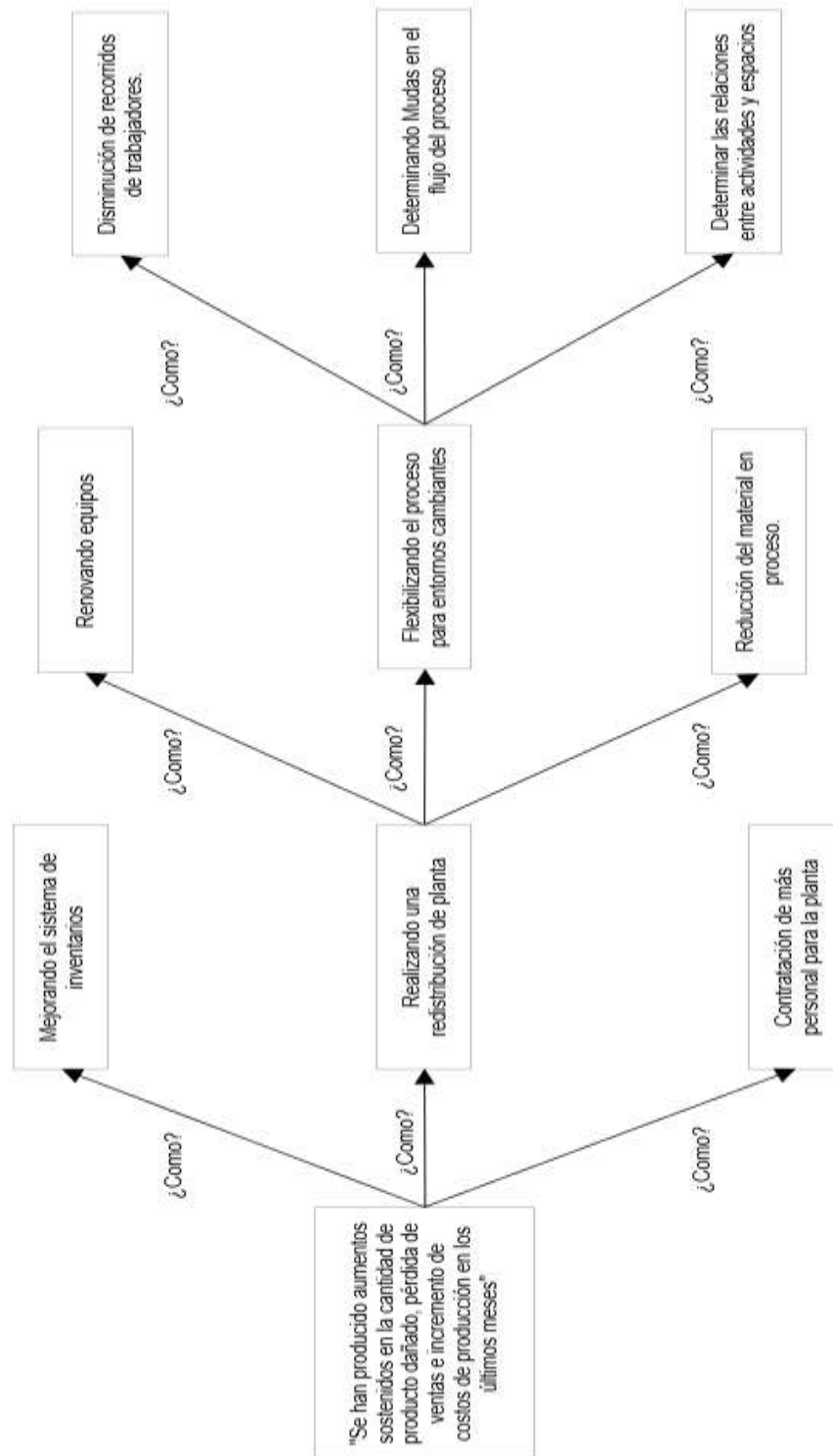
Debe iniciarse de lo general a lo específico, partiendo del problema que se analiza hacia sus ramificaciones subsecuentes, cada una con un mayor detalle que la anterior. Del problema nace el primer conjunto de ramas y puede colocarse su respectiva probabilidad de ocurrencia, en caso de ser necesario.

Posteriormente para cada rama se puede generar un nuevo conjunto de ramificaciones y la suma de las probabilidades de cada rama debe de sumar 1. Se generan tantos conjuntos de ramificaciones como se consideren necesarios.

### Ejemplo

Para el problema indicado en el origen del diagrama de árbol, un grupo de analistas desarrolla las ramificaciones considerando para cada una de ellas la manera de cómo resolverlo. Se muestran solo 3 etapas del análisis y únicamente para la parte central.

Ilustración 61 - Ejemplo de Diagrama de Árbol



## CAPÍTULO IV. ESTUDIO DE LA CAUSA RAÍZ

---

Por naturaleza humana hay una tendencia a buscar directamente la solución sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas causas que afectan el problema en análisis. De la misma forma, cuando una persona está enferma, le gustaría que su médico, apoyado con exámenes médicos, evalúe todas las posibilidades que los síntomas le indiquen para lograr determinar la razón de las dolencias, y no solamente recibir un medicamento para el dolor. Así, el análisis de causa-raíz involucra un proceso analítico de todas las posibles causas, para descubrir exactamente cuál es la causa principal y cómo solucionar el problema.

Se enfatiza en este capítulo en el concepto de hilo conductor en el análisis de causa-raíz, ya que se inicia con la declaración del problema, para tener una única definición sobre la cual todo el equipo pueda trabajar, y la carta de proyectos como mecanismos para oficializar los proyectos de mejora.

Posteriormente, se muestra la forma de generar causas de un problema mediante la conocida técnica de tormenta de ideas (*brainstorm*) y como complementar la misma con diagramas de cola de pescado y diagrama *Lovebug*.

La generación de muchas causas requiere un siguiente paso de filtro ya que por un asunto de tiempo y costo

no puede trabajarse en procesos de mejora de todas ellas en un mismo momento, por ello se desarrollan ejemplos de herramientas como multivoto, escala Likert y el diagrama de relaciones para facilitar esta priorización.

Se finaliza con una herramienta que explora la relación causa-efecto al preguntarse varias veces las razones de porqué ocurre un problema en particular, para desenmascarar así la causa apartándola de los síntomas; además, una herramienta para relacionar variables mediante la evaluación de los niveles de impacto y dependencia que suceden por la interacción de cada una de ellas.

### CUADRO PARA DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

#### Utilización

Si no se puede redactar el problema es muy posible que no se tenga una completa claridad de este, por ello la redacción es una tarea que en ocasiones se vuelve difícil de concretar. Esta hoja de declaración es funcional para las primeras fases del análisis grupal de problemas para identificar causa raíz, y busca que todos los miembros tengan una única definición, la cual es recomendable que esté presente en todas las etapas siguientes de análisis para retomarla cuando se necesite y no perder el rumbo fijado al inicio.

Con el paso del tiempo la percepción cambia y por ello se necesita un documento de referencia para consultar, donde todos los miembros del grupo de análisis puedan revisar la redacción del problema y ubicarse nuevamente en el mismo, así habrá una única declaración para todos y para todas las etapas.

### **Procedimiento**

En la elaboración de la hoja para la declaración del problema, debe completarse la siguiente información.

#### **1. ¿Qué evidencia posee para afirmar que es un problema que requiere de atención?**

Corresponde básicamente a mostrar todos los elementos que permitan visualizar la magnitud del problema que se está evaluando ya sean beneficios potenciales o consecuencias si no se trata este asunto cuanto antes.

Algunas de las fuentes de información son entrevistas con los involucrados, encuestas de opinión, inspecciones visuales, pronósticos de mercado, análisis de valor agregado de los procesos, etc. Es importante dejar claramente indicada la fuente de donde se toma la información por si es necesario ampliar o verificar algún dato a futuro.

Puede incluirse el análisis de las fuerzas del mercado y resultados de otros estudios que ya han sido ejecutados

con anterioridad y que puedan provocar un problema en un futuro cercano.

#### **2. ¿Qué impacto ha tenido ya el problema?**

Si el problema ya ha tenido repercusiones, las mismas deben indicarse con su correspondiente cuantificación; esta es la diferencia de esta sección con respecto a la anterior. La forma como se exponga la información será de gran relevancia para la futura aprobación en aras de buscar la solución más factible para el problema.

Pueden incluirse, por ejemplo, estudios actuales, datos de rendimientos, porcentajes, costos, desperdicios, tiempos, revisión de informes de auditoría, lista de quejas de clientes, etc. De igual manera, dejar claramente indicada la fuente de donde se toma la información.

#### **3. ¿Cuáles otras consecuencias podrían ocurrir si no se atiende este problema?**

En este caso se muestra una lista de consecuencias futuras que sucederían en caso de que no sea atendido el problema con prontitud. Aunque esta sección se basa en supuestos y criterios de los integrantes del análisis grupal, siempre podrán incluirse cálculos y proyecciones como fuentes de información valiosa para el análisis.

#### 4. Redacte el problema

Considerando toda la información plasmada en las preguntas anteriores, se procede como etapa final, a redactar el problema de forma clara, concisa y objetiva.

La redacción del problema no deberá indicar las causas, ya que en ese caso

no tendría sentido avanzar con el estudio, por cuanto lo que habría que hacer es atacar la causa descrita y eso realmente no se conoce en esta etapa inicial. La redacción del problema será propiamente el resultado final que se espera en esta etapa. A manera de ejemplo podría considerar la utilización del siguiente formato.

Ilustración 62 - Formato para declaración del problema

<b>HOJA PARA DECLARACIÓN DEL PROBLEMA</b>	
<b>Nombre del proyecto:</b>	
<b>Integrantes:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>¿Que EVIDENCIA posee para afirmar que es un problema que requiere de atención?</b>	
<b>¿Qué IMPACTO ha tenido ya el problema?</b>	
<b>¿Cuáles otras CONSECUENCIAS podrían ocurrir si no se atiende este problema?</b>	
<b>REDACTE el problema</b>	

(1)

(2)

(3)

(4)

### Ejemplo

En una empresa se reúne un grupo interdisciplinario de trabajadores que quieren abordar una situación problemática que se ha estado presentando y deciden que debido a que existen varios criterios respecto de las causas, lo más prudente es iniciar con la definición del problema para contar con una única definición inicial y comenzar el trabajo a partir de ella. A continuación, se detalla un ejemplo para la declaración del problema.

- (1) **Sobre las evidencias:** se muestran resultados de entrevistas y encuestas a partir de percepciones generadas muy posiblemente a raíz de inspecciones visuales. Además, se muestra un análisis externo del mercado para visualizar la magnitud del problema.
- (2) **Sobre el impacto:** se incluyen valores reales del departamento

de ventas, estudios de auditoría y del departamento de almacenamiento con datos de rendimientos, porcentajes, costos, desperdicios, tiempos, etc. con el fin de visualizar las repercusiones del problema. Implícitamente se brinda la fuente de donde se toma la información.

- (3) **Consecuencias:** se dan datos proyectados de la afectación monetaria en el plan anual de producción, datos estimados en el cambio del costo de ventas perdidas, costo de faltante permitido y en la participación proyectada de mercado.
- (4) **Redacción:** como se detalló anteriormente, la redacción será propiamente el resultado final que se espera en esta etapa.

## Ilustración 63 - Ejemplo declaración del problema

<b>HOJA PARA DECLARACIÓN DEL PROBLEMA</b>	
<b>Nombre del proyecto:</b> Análisis y mejora del proceso productivo	
<b>Integrantes:</b> E. Pérez, F. Badilla, B. Vargas, J. Morales	<b>Fecha:</b> mayo 2010
<b>¿Que EVIDENCIA posee para afirmar que es un problema que requiere de atención?</b>	
<p>Se han realizado entrevistas con personal de diferentes áreas de la empresa que han expresado la molestia con respecto a la materia prima que proviene de bodega.</p> <p>En encuestas de opinión se revelan inconformidades respecto a la distribución actual del proceso productivo que aparentemente contribuye a las fallas en producción.</p> <p>La gerencia esta atenta al crecimiento en la devaluación de la moneda local con respecto al dólar que podría tener consecuencias en el poder adquisitivo de los clientes y por ello la necesidad de reducción de costos productivos y de manejo de materiales.</p>	
<b>¿Qué IMPACTO ha tenido ya el problema?</b>	
<p>Según el reporte de auditoria interna del semestre anterior, hay un aumento del 3.8% del producto terminado que se dañó en bodega que debe ser desechado a un costo de \$8500 y un 2% que debe ser reprocesado a un costo no determinado aún.</p> <p>El reporte de ventas del mismo periodo indica que un 8% de los productos vendidos fueron devueltos por los clientes por deterioro (control de quejas) y un 11.5% de los productos no cumplieron la vida útil pronosticada para ellos.</p> <p>El Departamento de Almacenamiento notificó que en el último mes se desecharon más de 5500 unidades y los costos de almacenamiento han aumentado de un 15% a un 22.1% en las últimas 10 semanas.</p>	
<b>¿Cuáles otras CONSECUENCIAS podrían ocurrir si no se atiende este problema?</b>	
<p>El Departamento producción ha proyectado que, si continúan los problemas en materia prima, no se podrá cumplir con el plan anual estimado para este año, lo que generaría una pérdida económica de \$90.000.</p> <p>Según ventas, los daños en productos terminado aumentarían el costo de ventas perdidas por \$8/unidad y los costos de faltantes permitidos.</p> <p>Mecadeo ha emitido criterios acerca de la amenaza creciente de la competencia según datos de encuestas realizadas a los clientes. Se estima al menos 1% de reducción en la participación del mercado para el próximo año.</p>	
<b>REDACTE el problema</b>	
<p><i>"Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses"</i></p>	

## CARTA DEL PROYECTO

### Utilización

Constituye un contrato entre el director del proyecto y el equipo de mejora de procesos, que contempla principalmente las expectativas que se tienen establecidas. Es el acta de constitución conocida como *Charter* que oficializa el proyecto, pero que, como todo contrato, deberá pasar por varias revisiones para poder contar con la versión final acordada por todos.

Como no es un contrato escrito en piedra, puede experimentar algunos cambios en sus partes componentes durante el desarrollo del proyecto, máxime considerando que cada etapa del proyecto requiere una evaluación de su logro; pero este *Charter* corresponde al punto de inicio y comunicación entre mandos superiores, el director del proyecto y el equipo de mejora de procesos.

Debe quedar claro que no puede esperarse que el Acta de Constitución del Proyecto (*Project Charter*), incluya información detallada a manera de cronograma, y tampoco un completo análisis de riesgos debido a que esta información no está disponible en esta etapa del proceso del proyecto. Hay que recordar que no es un plan para la dirección de proyectos.

Hay elementos como el cronograma y el análisis de partes interesadas que requieren un desarrollo adicional y otros como la lista de los miembros del equipo que pueden sufrir cambios en etapas siguientes del proceso.

### Procedimiento

Para la elaboración de este instrumento puede considerarse el siguiente formato:

Ilustración 64 - Formato para presentación del proyecto

CHARTER DEL PROYECTO																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">TÍTULO DEL PROYECTO:</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> </tr> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">JEFE DEL PROYECTO:</th> </tr> <tr> <td style="height: 30px;"></td> </tr> </table>	TÍTULO DEL PROYECTO:		JEFE DEL PROYECTO:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">MIEMBROS DE EQUIPO:</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">MIEMBROS</td> <td style="text-align: center; font-size: small;">DEPARTAMENTO</td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> </table>	MIEMBROS DE EQUIPO:				MIEMBROS	DEPARTAMENTO																				
TÍTULO DEL PROYECTO:																															
JEFE DEL PROYECTO:																															
MIEMBROS DE EQUIPO:																															
MIEMBROS	DEPARTAMENTO																														
<b>CASO DE NEGOCIO:</b>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">DECLARACIÓN DEL PROBLEMA:</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	DECLARACIÓN DEL PROBLEMA:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">DECLARACIÓN DEL OBJETIVO:</th> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> </tr> </table>	DECLARACIÓN DEL OBJETIVO:																											
DECLARACIÓN DEL PROBLEMA:																															
DECLARACIÓN DEL OBJETIVO:																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO:</th> </tr> <tr> <td style="height: 60px;"></td> </tr> </table>	ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">PARTES INTERESADAS:</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">MIEMBROS</td> <td style="text-align: center; font-size: small;">DEPARTAMENTO</td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 15px;"></td> <td style="height: 15px;"></td> </tr> </table>	PARTES INTERESADAS:				MIEMBROS	DEPARTAMENTO																						
ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO:																															
PARTES INTERESADAS:																															
MIEMBROS	DEPARTAMENTO																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">PLANIFICACIÓN PRELIMINAR:</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">FASE</td> <td style="text-align: center; font-size: small;">FECHA REVISIÓN</td> <td style="text-align: center; font-size: small;">FECHA FINAL</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">DEFINIR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">MEDIR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">ANALIZAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">MEJORAR</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: small;">CONTROLAR</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	PLANIFICACIÓN PRELIMINAR:				FASE	FECHA REVISIÓN	FECHA FINAL	DEFINIR			MEDIR			ANALIZAR			MEJORAR			CONTROLAR			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: black; color: white;"> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">REGISTRO APROBACIÓN:</th> </tr> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">Aprobado por:</td> <td style="width: 70%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Fecha:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Firma:</td> <td></td> </tr> </table>	REGISTRO APROBACIÓN:		Aprobado por:		Fecha:		Firma:	
PLANIFICACIÓN PRELIMINAR:																															
FASE	FECHA REVISIÓN	FECHA FINAL																													
DEFINIR																															
MEDIR																															
ANALIZAR																															
MEJORAR																															
CONTROLAR																															
REGISTRO APROBACIÓN:																															
Aprobado por:																															
Fecha:																															
Firma:																															

**Título del proyecto:** Corresponde a un nombre para distinguirlo de los demás proyectos. En algunas empresas que trabajan por proyectos se acostumbra asignar una codificación para el control de gastos y presupuestos.

**Jefe del proyecto y miembros del equipo.** A la jefatura le corresponde la asignación de una persona como responsable del proyecto, la cual debe tener experiencia, tiempo asignado para

ejecutar y la evaluación de su desempeño debe estar ligada a los resultados finales del proyecto.

Los miembros del equipo pueden (o quizás deberían) ser parte de diferentes áreas del proceso, como por ejemplo operativo y financiero, para que cubran el ciclo de vida completo del proyecto. Toda la programación relacionada con la frecuencia de las reuniones, fechas, horas y reglamento serán

definidas en coordinación con el director de proyecto en etapas posteriores.

**Caso de negocio.** Es una descripción del valor que tiene este proyecto para la empresa con el fin de ser lo suficientemente convincente para que los que toman las decisiones aprueben su realización. La redacción debe dejar claro que la inversión en el proyecto es totalmente justificable y que abarca todos los enfoques posibles, ya que acciones a corto plazo podrían conducir a beneficios inmediatos, pero no sostenibles a largo plazo.

El caso de negocio es un documento amplio, confeccionado previamente donde la gerencia y el futuro jefe del proyecto pueden colaborar en su elaboración. Al final, se realiza un resumen del trabajo que se utiliza como entrada de la elaboración del *Project Charter*.

Luego, con base en el caso de negocios, se seleccionan los restantes miembros del equipo de mejora ya que esto va a depender de las características que se necesitan para cumplir con el mismo. Pueden considerarse como guía para su redacción las siguientes preguntas:

- ¿Qué es lo que va mal?
- ¿Porque este proyecto es importante o es prioridad?
- ¿Cuáles son los beneficios estratégicos o económicos?
- ¿En qué forma satisfacen al cliente?

- ¿Cómo se relaciona con la visión/misión de la empresa?

No deben reflejarse opiniones sobre lo que está mal, describir la causa del problema o asignar culpables. Una mala redacción del acta de constitución del proyecto (*Project Charter*) puede provocar el rechazo del mismo, el fracaso o un incremento significativo de los costos totales.

**Declaración del problema.** Es una de las labores que se realizan previamente con el cuadro para la declaración del problema, para tener completa claridad de este, por ello la redacción es una tarea que en ocasiones se vuelve difícil de concretar.

Evitar en la redacción describir posibles causas o asignar responsabilidades, aunque se tengan sospechas de las causas del problema; no deben expresarse al inicio de la declaración porque si la causa ya es conocida entonces no sería necesario hacer el estudio.

Esta hoja de declaración es funcional para las primeras fases del análisis grupal de problemas y busca que todos los miembros tengan una única definición, la cual es recomendable que esté presente en todas las etapas siguientes de análisis para retomarla cuando se necesite y no perder el rumbo fijado al inicio.

**Declaración del objetivo.** El objetivo deberá estar relacionado con el título del proyecto utilizando un solo verbo y considerando una estructura que al

menos conteste a las preguntas ¿qué?, ¿cómo?, ¿para qué? y que cumpla con las características siguientes:

- Específicos (*Specific*): concretar lo que se pretende lograr; sin dudas.
- Medibles (*Measurable*): ser capaz de cuantificar el fin del objetivo.
- Realizables (*Achievable*): deben poder concretarse en un lapso, considerando los recursos y las capacidades con que se disponen.
- Realistas (*Realistic*): ser ambicioso, con los "pies en la tierra". Fijar metas que motiven, pero que sean reales; no hacer "castillos de humo".
- Restringido en tiempo (*Time bound*): Los objetivos deben tener un tiempo definido para ser completados y evitar perder el rumbo e interés en el mismo.

**Alcances y limitaciones.** Especificar en este apartado en qué parte del proceso se inicia el estudio, qué aspectos abarca o contempla, dónde finaliza, qué cosas no se incluyen y las razones por las que no se incluyen. En cuanto a las limitaciones son del trabajo que se ejecuta y no de la persona que realiza la labor.

Hay que recordar que es un documento que puede experimentar cambios a medida que se avance en la profundidad del análisis, por lo que no debe haber preocupación excesiva en el estilo de redacción sino en el uso de las palabras correctas.

**Partes interesadas.** Realiza una evaluación de los intereses de cada una de las partes involucradas, pero que no son parte del equipo de mejora para identificar riesgos potenciales hacia el proyecto, lo cual también ayuda a entender la complejidad del tema con la finalidad de tener la mejor estrategia para manejar cada parte involucrada, conociendo el efecto que podrían tener sobre el mismo. Aquí solo se realiza la descripción general pero el análisis completo se realiza en otras etapas posteriores.

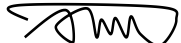
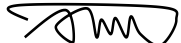
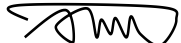
**Planificación preliminar.** Se acostumbra utilizar las etapas del DMAIC (por sus siglas en inglés, *define, measure, analyze, improve, control*) y que los proyectos duren de seis a dos años. El análisis no deberá de abarcar más del 50% del tiempo presupuestado para terminar el proyecto de mejora. Las fechas son las iniciales para buscar la aprobación respectiva.

**Registro de aprobación.** Con la finalidad de contar con un respaldo de que el proyecto obtiene el visto bueno respectivo para iniciar con el mismo.

### Ejemplo

Se muestra, a manera de ejemplo, el resultado del equipo de mejora al plantear el posible proyecto a ejecutar. Recordar que algunos elementos que lo conforman son ampliados con un mayor detalle más adelante en el proceso, como por ejemplo el análisis de partes interesadas y la planificación preliminar.

Ilustración 65 - Ejemplo de presentación del proyecto

<b>CHARTER DEL PROYECTO</b>																										
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>		<b>MIEMBROS DE EQUIPO:</b>																								
Análisis y mejora del proceso productivo		<table border="1"> <thead> <tr> <th>MIEMBROS</th> <th>DEPARTAMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E. Pérez</td> <td>Gerencia</td> </tr> <tr> <td>F. Badilla</td> <td>Ventas</td> </tr> <tr> <td>B. Vargas</td> <td>Mercadeo</td> </tr> <tr> <td>J. Morales</td> <td>Producción</td> </tr> </tbody> </table>	MIEMBROS	DEPARTAMENTO	E. Pérez	Gerencia	F. Badilla	Ventas	B. Vargas	Mercadeo	J. Morales	Producción														
MIEMBROS	DEPARTAMENTO																									
E. Pérez	Gerencia																									
F. Badilla	Ventas																									
B. Vargas	Mercadeo																									
J. Morales	Producción																									
<b>JEFE DEL PROYECTO:</b>																										
J. Morales, Departamento de producción																										
<b>CASO DE NEGOCIO:</b>																										
<p>Este proyecto representa una prioridad por cuanto los datos revelan un incremento sostenido de varios tipos de costos; tales como: costos de almacenamiento, costos de ventas perdidas, costos de faltante permitido. Estratégicamente se relaciona con el 3° pilar del modelo de desarrollo planteado por el departamento de planificación acerca del control y mejora de costos.</p> <p>Adicionalmente, se encuentra muy directamente relacionado con el cliente ya que se cuentan con datos actualizados de los niveles de insatisfacción del cliente (8% de productos terminados devueltos por los clientes) y un 11,5% de productos que no cumplieron con su vida útil programada.</p> <p>De igual forma, una de las políticas establecidas "ser una empresa lider en productos de bajo costo" constituye una relación fundamental con el objetivo planteado para este proyecto.</p>																										
<b>DECLARACIÓN DEL PROBLEMA:</b>		<b>DECLARACIÓN DEL OBJETIVO:</b>																								
"Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses".		Disminuir la cantidad de producto que no cumple con las especificaciones para la mejora del indicador de inventario en al menos un 2% durante el segundo semestre del año.																								
<b>ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO:</b>		<b>PARTES INTERESADAS:</b>																								
<p>Comprende el proceso productivo completo, las áreas de almacenamiento de producto terminado y de materia prima. Aunque hay datos de mercado, no se incluye dentro del proyecto el análisis de los factores externos a la empresa.</p> <p>Se analizarán varias propuestas pero solo se dispone de autorización presupuestaria para desarrollar una de ellas</p> <p>Como limitante no se cuenta con datos de inventarios de años anteriores.</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>MIEMBROS</th> <th>DEPARTAMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O. Brenes</td> <td>Financiero</td> </tr> <tr> <td>D. Arias</td> <td>Logística</td> </tr> <tr> <td>L. Esquivel</td> <td>Presupuesto y cobro</td> </tr> <tr> <td>Y. Cerdas</td> <td>Recursos Humanos</td> </tr> <tr> <td>E. Carrera</td> <td>Contabilidad</td> </tr> <tr> <td>P. Rodríguez</td> <td>Mantenimiento</td> </tr> </tbody> </table>	MIEMBROS	DEPARTAMENTO	O. Brenes	Financiero	D. Arias	Logística	L. Esquivel	Presupuesto y cobro	Y. Cerdas	Recursos Humanos	E. Carrera	Contabilidad	P. Rodríguez	Mantenimiento										
MIEMBROS	DEPARTAMENTO																									
O. Brenes	Financiero																									
D. Arias	Logística																									
L. Esquivel	Presupuesto y cobro																									
Y. Cerdas	Recursos Humanos																									
E. Carrera	Contabilidad																									
P. Rodríguez	Mantenimiento																									
<b>PLANIFICACION PRELIMINAR:</b>		<b>REGISTRO APROBACIÓN:</b>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FASE</th> <th>FECHA REVISIÓN</th> <th>FECHA FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DEFINIR</td> <td>6-ene.-2010</td> <td>17-ene.-2010</td> </tr> <tr> <td>MEDIR</td> <td>10-mar.-2010</td> <td>1-abr.-2010</td> </tr> <tr> <td>ANALIZAR</td> <td>9-abr.-2010</td> <td>30-abr.-2010</td> </tr> <tr> <td>MEJORAR</td> <td>16-may.-2010</td> <td>30-may.-2010</td> </tr> <tr> <td>CONTROLAR</td> <td>15-jul.-2010</td> <td>30-jul.-2010</td> </tr> </tbody> </table>		FASE	FECHA REVISIÓN	FECHA FINAL	DEFINIR	6-ene.-2010	17-ene.-2010	MEDIR	10-mar.-2010	1-abr.-2010	ANALIZAR	9-abr.-2010	30-abr.-2010	MEJORAR	16-may.-2010	30-may.-2010	CONTROLAR	15-jul.-2010	30-jul.-2010	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><b>Aprobado por:</b></td> <td>F. Picado</td> </tr> <tr> <td><b>Fecha:</b></td> <td>Enero, 2010</td> </tr> <tr> <td><b>Firma:</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<b>Aprobado por:</b>	F. Picado	<b>Fecha:</b>	Enero, 2010	<b>Firma:</b>	
FASE	FECHA REVISIÓN	FECHA FINAL																								
DEFINIR	6-ene.-2010	17-ene.-2010																								
MEDIR	10-mar.-2010	1-abr.-2010																								
ANALIZAR	9-abr.-2010	30-abr.-2010																								
MEJORAR	16-may.-2010	30-may.-2010																								
CONTROLAR	15-jul.-2010	30-jul.-2010																								
<b>Aprobado por:</b>	F. Picado																									
<b>Fecha:</b>	Enero, 2010																									
<b>Firma:</b>																										

## TÉCNICA BRAINSTORM

### Utilización

*La tormenta de ideas* (algunos le llaman lluvia de ideas), es una forma de pensamiento creativo para que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado problema o situación. Es muy útil, antes de iniciar con esta técnica, tener una definición clara y por escrito del problema que va a ser abordado, por ello es conveniente considerar la “Hoja de declaración del problema” para cumplir con este importante requisito.

### Procedimiento

Esta técnica puede ser desarrollada de varias formas, a manera de ejemplo se muestran algunos pasos básicos para su desarrollo:

- Primeramente, definir con claridad el problema sobre el que se aportarán ideas para que todo el grupo de trabajo tenga claridad para formular sus propuestas. Esto es indispensable.
- La definición del problema deberá ser por escrito y estar visible para todos los miembros del grupo durante toda la actividad. Puede considerarse para ello el cuadro para la declaración del problema.
- Para contribuir con el orden durante la generación de ideas, una persona del grupo se encargará de coordinar la participación de los demás, pero motivando al mismo tiempo a todos los participantes.
- Cada participante hace una lista por escrito de ideas sobre el tema. Hay que definir una cantidad mínima de ideas por participante. Es importante recalcar que la cantidad de ideas debe ser efectiva, lo que significa que, si otro miembro aporta una idea igual, deberá buscarse una nueva idea para cumplir con la cuota establecida.
- Se acomoda al grupo de forma circular y por rondas cada uno lee su idea. Se repite esto hasta que se cumpla con el mínimo establecido o se agoten las ideas. Esta forma de trabajo va a implicar un mayor orden de la sesión y además exige la participación de todos los miembros y no solo de unos pocos.
- Ninguna idea debe considerarse como “mala” o imposible. La crítica tiende a limitar la creatividad que es el objetivo principal de esta primera etapa. Cada idea debe explicarse con profundidad y lujo de detalles a los demás, de modo que no quede ninguna duda de lo que trata.

- Cada idea propuesta debe quedar completamente entendida por todos los participantes. Posteriormente, el coordinador debe redactarla y hacer que permanezca visible durante todo el proceso.
- La redacción deberá ser clara y concisa, sin extenderse en demasía, pero tampoco tan escueta que provoque interpretaciones diferentes al avanzar en el proceso. Por ejemplo, la causa “codificación” debe ampliarse de la siguiente manera: *Codificación: hay existencia de códigos que no pertenecen a la familia que les corresponde lo que provoca malas interpretaciones cuando se hacen proyecciones por familia de producto.*
- Es permitido durante el proceso cierta informalidad o risas que contribuyan a crear un ambiente creativo, pero nunca burlas sobre las ideas ya que ello limita el pensamiento. No deben criticarse ideas.
- Una vez concluida la etapa de generación de ideas podría considerarse agrupar las mismas por similitud. Una de las opciones corresponde a los diagramas de cola de pescado o los diagramas de afinidad con la finalidad de detectar algún comportamiento relevante.

### **Ejemplo**

En una empresa se analiza el siguiente problema: *“Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses”*. Como parte del análisis se realiza un “brainstorm” o técnica de “tormenta de ideas”, para determinar las posibles causas.

Para este ejemplo, por razones de espacio se proporciona solo una muestra de la lista de causas. Recordar que todas las causas deben venir con su explicación.

Ilustración 66 - Ejemplo de ideas de causas del problema

N°	Causas	Descripción - Explicación
1	Sobrecarga trabajo	Se cuenta con datos de recursos humanos (talento humano) sobre la cantidad de horas extra laboradas
2	Codificación	Hay existencia de códigos que no pertenecen a la familia que les corresponde lo que provoca malas interpretaciones cuando se hacen proyecciones por familia de producto.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
60	Calidad M.P.	No se determinan controles o mediciones de calidad para algunas de las características críticas de materias primas

## DIAGRAMA COLA DE PESCADO

### Utilización

Se usa para identificar las causas potenciales de un problema, aplicando la experiencia y el conocimiento de un grupo de personas para centrar esfuerzos en las etapas iniciales de solución al generar debates entre los integrantes con ayuda de la técnica de tormenta de ideas.

El diagrama de cola de pescado también es conocido como diagrama de Ishikawa y en ocasiones como diagrama de causa–efecto, por motivo de que todas las causas se relacionan con un solo efecto ubicado en la “cabeza del pescado” y que se define generalmente como el problema a tratar.

Es un diagrama simple pero su fortaleza radica en la profundidad en la que

se realice su análisis al aplicar puntos de vista multivariados, no solo por las categorías que utilice sino también por la diversidad de conocimiento inherente a cada integrante del análisis, y todo en una sola representación gráfica.

Por naturaleza humana, hay una tendencia a buscar directamente la solución sin cuestionar a fondo cuáles son las causas verdaderas que afectan el problema en análisis; y es precisamente en esto que radica la importancia de este diagrama ya que obliga a contemplar todas las causas. Con ello, no se darán por obvias las causas, sino que servirá para ver el problema desde otras perspectivas.

El análisis será beneficioso en la medida en que se logre encontrar la mayor cantidad de causas posibles, ya

que aplica en este caso el principio: “a mayor cantidad mejores resultados”.

### Procedimiento

Una alternativa inicial podría ser definir las clasificaciones que tendría el diagrama que sean acordes a las características del problema en estudio. Aunque es una práctica común utilizar las llamadas “M de calidad”, las cuales se explican a continuación.

- **Materiales (*material*):** analizar si los materiales utilizados en el proceso son los adecuados para la labor que se ejecuta.
- **Medio Ambiente:** es el entorno físico y de gestión en el que se realiza el trabajo. Buscar la identificación con la organización, con la cultura empresarial, la moral, los valores, etc.
- **Máquinas (*machine*):** evaluar el nivel de interferencia de los equipos o maquinaria que se utiliza en el proceso, su mantenimiento, utilización, obsolescencia, rendimiento, etc. Pueden incluirse aspectos relacionados con infraestructura.
- **Medición (*measure*):** acciones que se ejecuten para medir la calidad, las inspecciones, planeación y ejecución de auditorías, reportes, etc.
- **Monedas (*money*):** si el enfoque está donde se necesita, la reducción de costos contribuirá al aumento de utilidades, de lo contrario la falta de inversión monetaria puede ser una causal de la problemática.
- **Métodos (*method*):** se refiere a la forma en cómo la gente hace los trabajos. Incluye el análisis de métodos y la inclusión de manuales, procedimientos, instructivos u otra documentación que contribuya a estandarizar el proceso.
- **Manejo Gerencial (*management*):** se refiere a la forma cómo las jefaturas manejan diferentes situaciones relacionadas con el problema. Liderazgo, trabajo en equipo, enfoque en los objetivos, manejo y asignación de recursos, son algunos de los aspectos a considerar.
- **Mano de Obra (*manpower*):** corresponde a todos los involucrados en el proceso, incluyendo clientes, empleados, directores, accionistas, etc. Análisis del nivel de conocimiento requerido.
- **Mercado (*market*):** Evalúa los factores externos a la empresa en cuanto al crecimiento del mercado en variedad, marcas, nuevas tecnologías, etc. que puedan afectar a lo interno de la organización.

- **Motivación (*motivation*):** la complejidad creciente de llevar los productos al mercado, ha aumentado la importancia de la contribución de calidad por parte de cada colaborador de la empresa. Recompensas, reconocimiento de logros, posibilidades de ascenso y aprendizaje son algunos de los aspectos a considerar.

Seguidamente, apoyarse en la ejecución de la técnica de “brainstorm”, ya que con ello se lograría una generación de insumos para las clasificaciones mencionadas, además del entendimiento de todas las causas por parte de todos los miembros que integran el análisis.

En caso de que una “espina” o rama del diagrama tenga poca información se tratará de dirigir los esfuerzos por completarla. También, valorar el hecho de realizar un diagrama “hijo” con la rama que tiene un exceso de causas, ya que dentro de ellas pueden darse descubrimientos interesantes.

Utilizar pocas palabras en el diagrama, sin embargo, la descripción de cada causa debe ser concisa y describir el significado total de la misma. Estas descripciones pueden ir colocadas en la parte inferior del diagrama de manera tal que sean un complemento al diagrama mismo.

No se pretende con este diagrama identificar la causa raíz, sino que se busca generar todas las posibles opciones. Algunos grupos de trabajo podrían evaluar la opción de señalar con un círculo las causas que consideran “inicialmente” cómo las más importantes, pero sin tratar de incidir en la conclusión final, por tratarse de etapas preliminares de análisis.

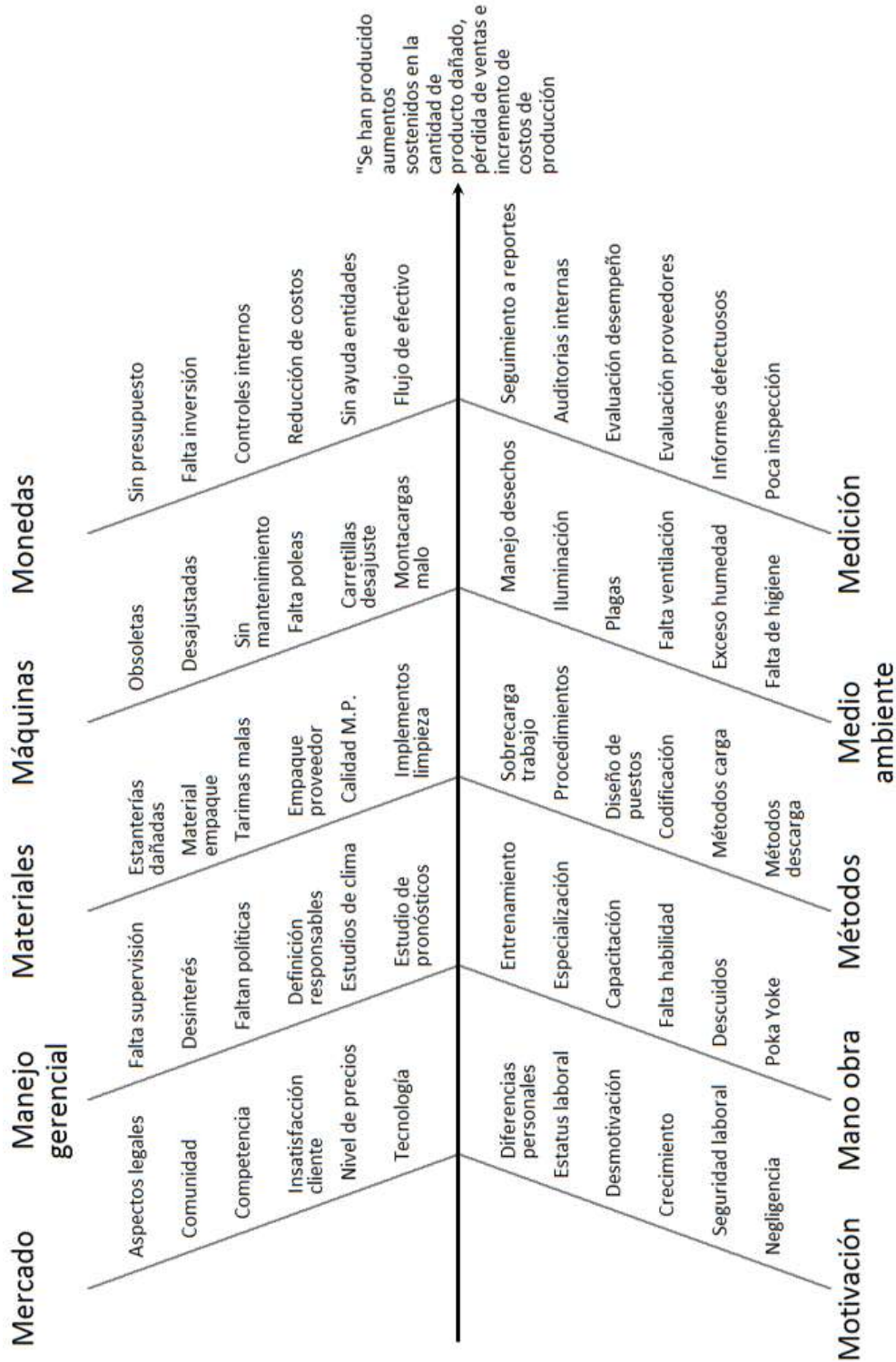
Si alguna de las causas propuesta no es fácilmente ubicable en alguna de las “M de calidad”, puede significar que la causa no está bien redactada, que hay 2 causas en la misma redacción o que realmente sea necesario crear una nueva categoría.

Finalmente, cuando el grupo ha establecido que el diagrama contiene suficiente información, se procede al análisis y a redactar las principales conclusiones.

### **Ejemplo**

Continuando con el análisis de problema: *“Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses”*; se realiza el siguiente diagrama que engloba, a criterio de los analistas, la cantidad posible de causas del problema en estudio.

Ilustración 67 - Ejemplo de cola de pescado de causas



## DIAGRAMA LOVEBUG

### Utilización

Este diagrama es un método gráfico que muestra la relación causal, es decir, la que existe entre una causa y su efecto o consecuencia correspondiente representando así una visión más amplia del análisis de causa-raíz realizado por medio del diagrama de cola de pescado.

El diagrama de cola de pescado posee la debilidad de que solo cuenta con una estructura unidireccional que solo tiene en cuenta las causas sin considerar qué tan significativas sean sus consecuencias.

El diagrama descrito en esta ocasión muestra un enfoque más amplio al plasmar la relación de la causa y su efecto más asociado y al mismo tiempo ambos relacionados con el problema en estudio. También se puede utilizar como un enfoque estructurado para realizar un análisis de campo de fuerza y examinar las fuerzas a favor y en contra de un cambio planificado y el análisis de control de riesgos.

### Procedimiento

Para este diagrama, es conveniente considerar lo siguiente:

- Una vez que se cuente con el listado de las causas posibles ya definidas, escritas y entendidas se debe analizar cada una de ellas.
- Como regla general, cada causa debe tener su correspondiente efecto asignado. No puede quedar ninguna sin un efecto asociado.
- El efecto asignado deberá ser el que se relacione más directamente a la causa, aunque la causa tenga muchos posibles efectos.
- Se debe tener cuidado de no repetir efectos con la finalidad de enriquecer el análisis. Es una tendencia a pensar en el mismo efecto para varias de las causas, sin embargo, lo enriquecedor de este análisis es precisamente el hecho de poder determinar los efectos asociados a las causas como una forma de tener un análisis más integral, por ello, aunque parezca que todos los caminos llevan a un mismo lugar, debe hacerse un esfuerzo extra para lograr el objetivo de esta herramienta.
- Como parte del análisis, valorar la causa desde la perspectiva de su consecuencia de modo que una causa que quizás parezca irrelevante al inicio se convierte en importante desde el punto de vista de su consecuencia.
- También definir cómo dar seguimiento a los efectos ya que podrían convertirse en una causa

más del problema en un futuro cercano, en caso de no ser controlados. Analizar de una forma más global el problema ampliando la conceptualización del mismo al considerar tanto causas como efectos en un conjunto.

- Finalmente, luego del análisis del diagrama se procede a escribir las principales conclusiones.

### **Ejemplo**

Continuando con el análisis del problema: *"Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses"*, se realiza el diagrama mostrado. Se muestra de manera simplificada la definición para cada causa y efecto.

Ilustración 68 Ejemplo diagrama Lovebug

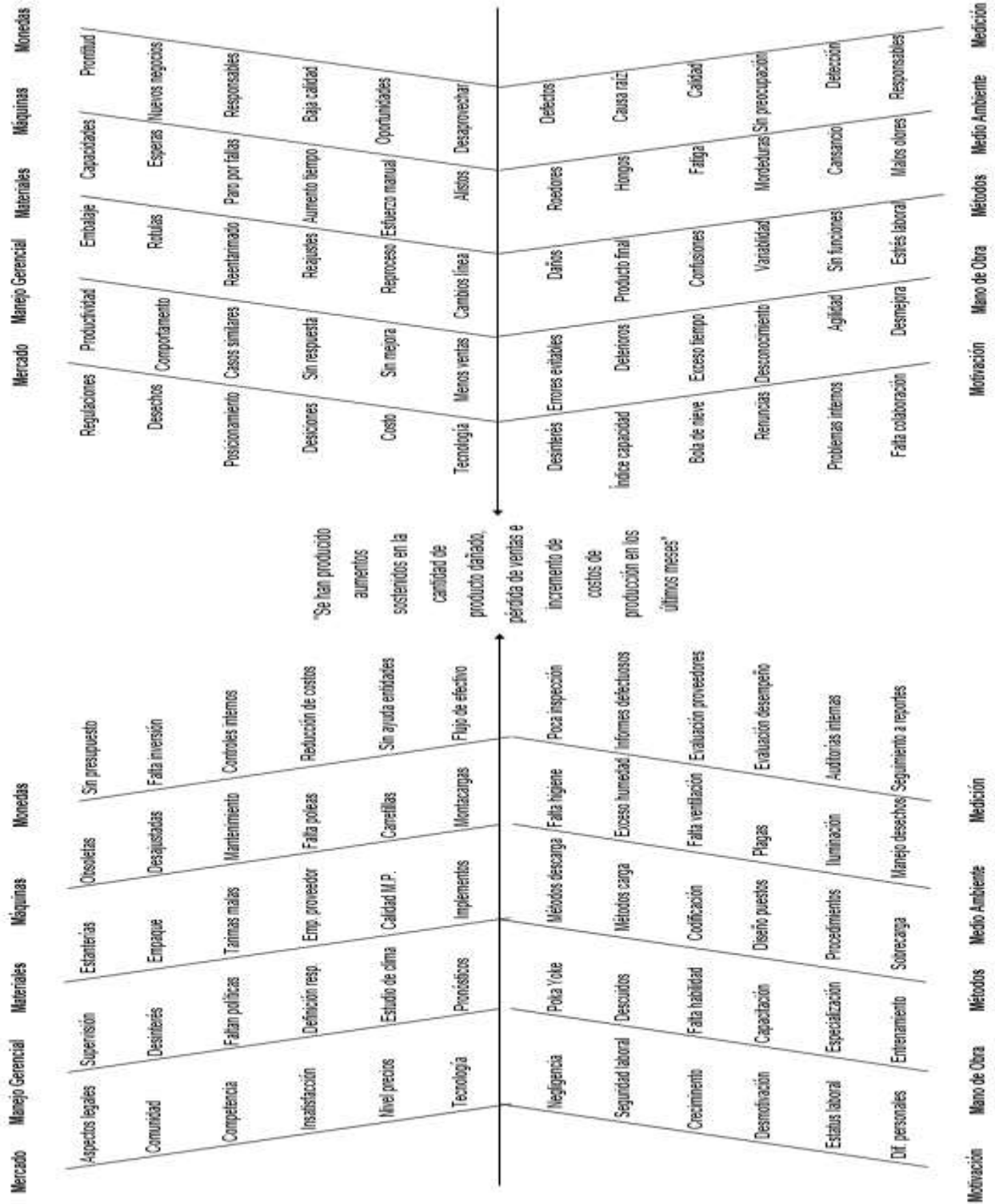


Ilustración 69 - Descripción de causas y efectos

Mercado		Manejo gerencial		Materiales		Máquinas		Monedas	
Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos
Aspectos legales	Crea exceso de regulaciones a cumplir en producción	Falta supervisión	Baja en índices de productividad	Estanterías dañadas	Roturas de materiales de embalaje	Obsoleetas	Capacidades reducidas de máquinas	Sin presupuesto	Falta prontitud para invertir
Comunidad	Posibles quejas por aumento de desechos	Desinterés	Provoca el mismo comportamiento en otros	Materiales empaque	Roturas con facilidad	Desajustadas	Esperas por ajustes de mantenimiento	Falta inversión	Pierden nuevos negocios
Competencia	Aprovechan las quejas de clientes para posicionarse	Faltan políticas	Desconocimiento de cómo actuar en casos similares	Tarimas malas	Re entarimado por quebradura de tarimas	Sin mantenimiento	Aumento de tiempo de paro por fallas	Controles internos	No se detectan responsables
Insatisfacción cliente	Han llevado a tomar decisiones apresuradas	Definición responsables	No se dan respuestas a problemas que ocurren	Empaque proveedor	Reajuste de máquinas por variabilidad en la calidad	Falta poleas	Aumento de tiempo de espera de equipo	Reducción de costos	Materiales baja calidad
Nivel de precios	Aumenta el costo de materias primas	Estudios de clima	La inexistencia no permite mejorar este aspecto laboral	Calidad M.P.	Aumento de costos de reproceso	Carretillas desajuste	Exceso de esfuerzos manuales	Sin ayuda entidades	Pierden oportunidades
Tecnología	La falta de tecnología hace perder terreno de mercado	Estudio de pronósticos	Las fallas en cálculos provocan pérdida ventas	Implementos limpieza	Fallantes que aumentan los cambios de línea de proceso	Montacargas malo	Tiempos de alistado elevados	Flujo de efectivo	Desaprovechar promociones

Motivación		Mano Obra		Métodos		Medio ambiente		Medición	
Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos	Causas	Efectos
Negligencia	Desinterés para propuestas de mejora continua	Poka Yoke	Errores que pudieron evitarse	Métodos descarga	Al no estar definidos dañan materia prima y otros	Falta de higiene	Aumento de insectos y roedores	Poca inspección	Aumento defectos de producción
Seguridad laboral	Índices de incapacidad se incrementan	Descuidos	Materiales deteriorado	Métodos carga	Daños en producto terminado	Exceso humedad	Aumento de hongos	Informes defectuosos	No se atacan las causas raíz
Crecimiento	Efecto de "bola de nieve" en resto de personal	Falta habilidad	Exceso de tiempo de producción	Codificación	Confusión en el manejo de inventarios	Falta ventilación	Fatiga laboral	Evaluación proveedores	La falta provoca desmejora de calidad

Nota: la descripción de cada uno de los efectos debe ser lo suficientemente clara para posteriores revisiones y recordar la razón que le dio origen.

## TÉCNICA MULTIVOTO

### Utilización

Las palabras que describen a esta técnica son cantidad, priorización, consenso y enfoque. Su utilización nace por la existencia de gran cantidad de ideas o causas que se esperan por la aplicación de técnicas de generación como el *brainstorm*.

Debido a que no es factible en muchas ocasiones poder atender un volumen elevado de posibles causas, se hace inevitable la priorización. Para priorizar es necesaria la discusión y atención de desacuerdos para llegar a un consenso. Al final, se obtiene una idea más clara como punto de partida de dónde enfocar los esfuerzos de solución del problema.

### Procedimiento

Existen varias formas de realizarla. Para este ejemplo en particular se sigue el siguiente procedimiento:

- Puntaje 5: Mucha importancia
  - Puntaje 3: Mediana importancia
  - Puntaje 1: Baja importancia
- Los expertos que participarán deben ser previa y cuidadosamente seleccionados bajo criterios claramente definidos, con la justificación de las razones por las cuales cada uno de ellos fueron tomados en cuenta. Cada persona del grupo solo vota una vez por cada causa de manera independiente de las demás.
- Se procede a contar los votos y a seleccionar aquellas causas que continúan en el análisis del problema. Hay que recordar que el interés es filtrar las más importantes a criterio de los expertos, ya que no se puede trabajar con todas las causas con las que se contaba inicialmente.
- Es importante que las personas realicen su votación de forma privada sin que se ejerzan influencias por parte de las demás participantes sobre su decisión.
- En caso de ser requerida, puede realizarse una segunda ronda de evaluación solo para las causas que tuvieron los mayores puntajes en la primera selección. También pueden utilizarse otros mecanismos complementarios para priorizar las de mayor importancia.
- Se toman todas las causas determinadas y se someten al análisis del grupo con el fin de aclarar cualquier duda con respecto a su significado.
- Se establece un criterio para evaluar todas las causas de la misma forma. El criterio utilizado debería permitir obtener un porcentaje definido de causas representativas. En este caso se podría utilizar el siguiente criterio de evaluación como ejemplo:

**Ejemplo**

Un grupo de mejora de proceso analiza el problema en estudio para lo cual, luego de varias investigaciones y

reuniones ejecuta la técnica multivoto de las posibles causas con el siguiente resultado:

Ilustración 70 - Aplicación de multi voto. Primera votación

N°	CAUSAS	CATEGORIA	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Suma
1	Sin presupuesto	Monedas	3	5	3	3	14
2	Falta inversión	Monedas	3	5	3	3	14
3	Controles internos	Monedas	5	3	1	1	10
4	Reducción de costos	Monedas	3	5	3	5	16
5	Sin ayuda entidades	Monedas	5	1	5	3	14
6	Flujo de efectivo	Monedas	3	3	3	5	14
7	Poca inspección	Medición	5	5	5	3	18
8	Informes defectuosos	Medición	1	3	1	5	10
9	Evaluación proveedores	Medición	3	3	5	3	14
10	Evaluación desempeño	Medición	5	3	3	3	14
11	Auditorias internas	Medición	5	5	3	3	16
12	Seguimiento a reportes	Medición	3	5	3	1	12
13	Obsoletas	Máquinas	5	5	3	3	16
14	Desajustadas	Máquinas	3	3	3	3	12
15	Sin mantenimiento	Máquinas	3	5	3	3	14
16	Falta poleas	Máquinas	3	3	1	5	12
17	Carretillas desajuste	Máquinas	3	3	5	1	12
18	Montacargas malo	Máquinas	3	1	3	5	12
19	Falta de higiene	Medio ambiente	3	3	3	3	12
20	Exceso humedad	Medio ambiente	1	3	3	3	10
21	Falta ventilación	Medio ambiente	3	3	3	3	12
22	Plagas	Medio ambiente	1	3	1	5	10
23	Iluminación	Medio ambiente	5	5	1	5	16
24	Manejo desechos	Medio ambiente	5	5	1	5	16
25	Estanterías dañadas	Materiales	5	5	3	1	14
26	Material empaque	Materiales	1	5	1	5	12
27	Tarimas malas	Materiales	3	1	5	3	12
28	Empaque proveedor	Materiales	1	5	3	1	10
29	Calidad M.P.	Materiales	3	5	3	3	14
30	Implementos limpieza	Materiales	1	3	3	5	12

Ilustración 71 - Aplicación de multi voto (continuación)

N°	CAUSAS	CATEGORIA	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Suma
31	Métodos descarga	Métodos	5	5	3	5	18
32	Métodos carga	Métodos	5	5	5	5	20
33	Codificación	Métodos	5	5	5	5	20
34	Diseño de puestos	Métodos	5	5	5	3	18
35	Procedimientos	Métodos	3	3	5	5	16
36	Sobrecarga trabajo	Métodos	5	5	3	5	18
37	Falta supervisión	Manejo gerencial	5	5	5	3	18
38	Desinterés	Manejo gerencial	5	3	1	3	12
39	Faltan políticas	Manejo gerencial	1	3	5	5	14
40	Definición responsables	Manejo gerencial	3	3	5	5	16
41	Estudios de clima	Manejo gerencial	1	1	3	5	10
42	Estudio de pronósticos	Manejo gerencial	5	3	1	1	10
43	Poka Yoke	Mano Obra	3	1	3	3	10
44	Descuidos	Mano Obra	1	1	1	5	8
45	Falta habilidad	Mano Obra	1	3	5	5	14
46	Capacitación	Mano Obra	1	1	3	3	8
47	Especialización	Mano Obra	1	5	3	1	10
48	Entrenamiento	Mano Obra	5	5	1	5	16
49	Aspectos legales	Mercado	3	3	5	5	16
50	Comunidad	Mercado	3	1	3	3	10
51	Competencia	Mercado	3	1	1	1	6
52	Insatisfacción cliente	Mercado	3	5	3	1	12
53	Nivel de precios	Mercado	3	5	5	1	14
54	Tecnología	Mercado	3	3	1	5	12
55	Negligencia	Motivación	1	5	5	1	12
56	Seguridad laboral	Motivación	3	5	1	5	14
57	Crecimiento	Motivación	1	5	5	1	12
58	Desmotivación	Motivación	1	3	3	5	12
59	Estatus laboral	Motivación	5	1	3	3	12
60	Diferencias personales	Motivación	1	3	5	1	10

Para este ejemplo, se determina la conveniencia de realizar una segunda votación, por cuanto quiere enfatizarse en las causas principales o para hacer un segundo filtro, debido a que la primera votación todavía mantiene muchas causas principales como para ser evaluadas.

De esta manera, se seleccionan las causas que tienen los puntajes más altos y se les aplica la misma metodología de evaluación; los resultados serían los siguientes:

Ilustración 72 - Aplicación de multi voto. Segunda votación

N°	CAUSAS	CATEGORIA	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Suma
24	Manejo desechos	Medio ambiente	5	5	5	5	20
32	Métodos carga	Métodos	3	5	5	5	18
33	Codificación	Métodos	3	5	5	5	18
7	Poca inspección	Medición	5	3	5	5	18
31	Métodos descarga	Métodos	5	5	3	5	18
34	Diseño de puestos	Métodos	5	5	5	3	18
36	Sobrecarga trabajo	Métodos	5	5	3	5	18
37	Falta supervisión	Manejo gerencial	5	5	5	3	18
35	Procedimientos	Métodos	3	5	5	5	18
29	Calidad M.P.	Materiales	3	5	5	5	18
56	Seguridad laboral	Motivación	5	5	5	3	18
9	Evaluación proveedores	Medición	5	5	5	3	18

Una de las conclusiones preliminares a las que se puede llegar, es que las causas indicadas son las que, considerando inicialmente el criterio de los expertos, representan las principales razones del problema.

Se debe recordar que no pueden tomarse conclusiones definitivas con técnicas cualitativas, pero es un buen insumo para tener una idea de por cuál camino seguir o qué causas son las que posiblemente requieran de mayor seguimiento.

## ESCALA LIKERT

### Utilización

Es una escala empleada habitualmente para medir las actitudes de las personas, en cuanto al grado en que se encuentran de acuerdo o en desacuerdo con una pregunta específica. La herramienta utiliza un método de escala que proporciona grados de opinión que mide tanto el grado positivo, como neutral y negativo de cada enunciado. Ayuda a medir el grado de

intensidad de los sentimientos hacia la afirmación que se está evaluando.

### Procedimiento

- Obtener los datos o factores que se desean analizar. Pueden utilizarse diferentes tipos de escala ya que no hay una opinión definida al respecto, aunque comúnmente se utiliza la escala de 5 niveles; sucede que los encuestados tienden a utilizar las dos opciones extremas, lo que da un sesgo de tendencia central por haber muy poca variación.
- Es recomendable que la escala sea simétrica, es decir con categorías positivas y negativas en igual cantidad y que incluya un punto medio para ser seleccionado en caso de opiniones neutrales. También, debe valorarse la tendencia de los encuestados al estar de acuerdo cada vez que no tengan una comprensión completa de lo que se está preguntando, lo cual se denomina “sesgo de aceptación”.
- Pueden usarse escalas de 4, 7 o 10, aunque al añadir varios niveles produce valoraciones más diversas, por lo que un nivel de 7 parece ser el óptimo. Generalmente se utiliza una escala ordinal; en ellas se conoce cuál puntuación es más alta, pero no cuánto más alta que la anterior.
- Los números se usan para representar las opciones de respuesta, es decir, no funcionan como números sino como códigos descriptivos, por ello inclusive pueden usarse colores o letras en su lugar. Dicho esto, una escala típica utilizada podría ser la siguiente:

Ilustración 73 - Escala propuesta para aplicación Likert

Valor asignado	Descripción
7	Totalmente de acuerdo
6	Bastante de acuerdo
5	De acuerdo
4	Ni en acuerdo, ni en desacuerdo
3	En desacuerdo
2	Bastante en desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

- Las diferencias entre cada par de respuestas no son iguales a la distancia ya que no es una escala de intervalo; por ejemplo, la distancia entre la calificación “De acuerdo” y “Bastante de acuerdo” no es la misma que entre “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo” y cualquier otro par de comparaciones.
- Analizar los datos usando estadística descriptiva. No debe utilizarse la media y la desviación estándar para obtener conclusiones ya que, por ejemplo, un resultado de 2,5 estará entre las categorías de “Totalmente en desacuerdo” y “En desacuerdo” lo cual no tiene sentido.
- Lo más recomendable es utilizar la moda, es decir, seleccionar las causas cuyos valores obtenidos sean los más altos y los que más se repiten. Esto por cuanto en realidad se trabaja con criterios y no con valores numéricos, por ello se buscan los criterios más altos y frecuentes.
- No se utiliza como criterio la suma de los valores moda, es decir, sumar solo los valores que presentan moda ya que puede presentarse el caso de que 3 encuestados califiquen un aspecto con nota 4 (Ni en acuerdo, ni en desacuerdo) convirtiéndola en moda siendo este el valor neutral en una escala de 7, y su sumatoria sería  $3 \times 4 = 12$ , ubicando en una causa relevante cuando en realidad no lo es.
- También pueden analizarse los resultados utilizando un gráfico de barras, agregando una barra a cada categoría para una mejor visualización y con el fin de buscar las conclusiones relevantes del estudio.
- Aclaración: bajo ciertas circunstancias, una escala Likert (es decir, una colección de elementos Likert) puede producir datos que sean adecuados para calcular medias o ejecutar pruebas estadísticas que se basan en la media. Estos pueden llamarse "aproximaciones ordinales de datos continuos". No obstante, el enfoque utilizado en esta sección es más conservador.

### Ejemplo

El grupo de análisis procede a realizar una valoración Likert de las causas más importantes que se obtuvieron como resultado de una segunda valoración realizada con la técnica de multi voto. Cada analista da su valoración acerca del grado en el cual las causas contribuyen al problema que está en estudio. Se muestra a continuación un ejemplo de los resultados de la evaluación realizada por una de las personas analistas, sin embargo, cada uno de los participantes debe elaborar su propia valoración para compilar los resultados finales.

## Ilustración 74 - Ejemplo de aplicación Likert

N°	CAUSAS	Totalmente de acuerdo (7)	Bastante de acuerdo (6)	De acuerdo (5)	Neutro (4)	En desacuerdo (3)	Bastante en desacuerdo (2)	Totalmente en desacuerdo (1)	Total
24	Manejo desechos				x				4
32	Métodos carga			x					5
33	Codificación			x					5
7	Poca inspección				x				4
31	Métodos descarga		x						6
34	Diseño de puestos				x				4
36	Sobrecarga trabajo			x					5
37	Falta supervisión	x							7
35	Procedimientos						x		2
29	Calidad M.P.		x						6
56	Seguridad laboral			x					5
9	Evaluación proveedores							x	1

Luego de obtener los resultados de las 4 personas designadas al inicio para considerar su criterio, se obtienen los resultados mostrados señalando las causas que obtuvieron los mayores valores. En este caso, la moda indica que las causas que fueron indicadas con la numeración 34 y 37 son las más relevantes. No obstante, la herramienta es un apoyo para la toma de decisiones, por lo cual pueden de igual

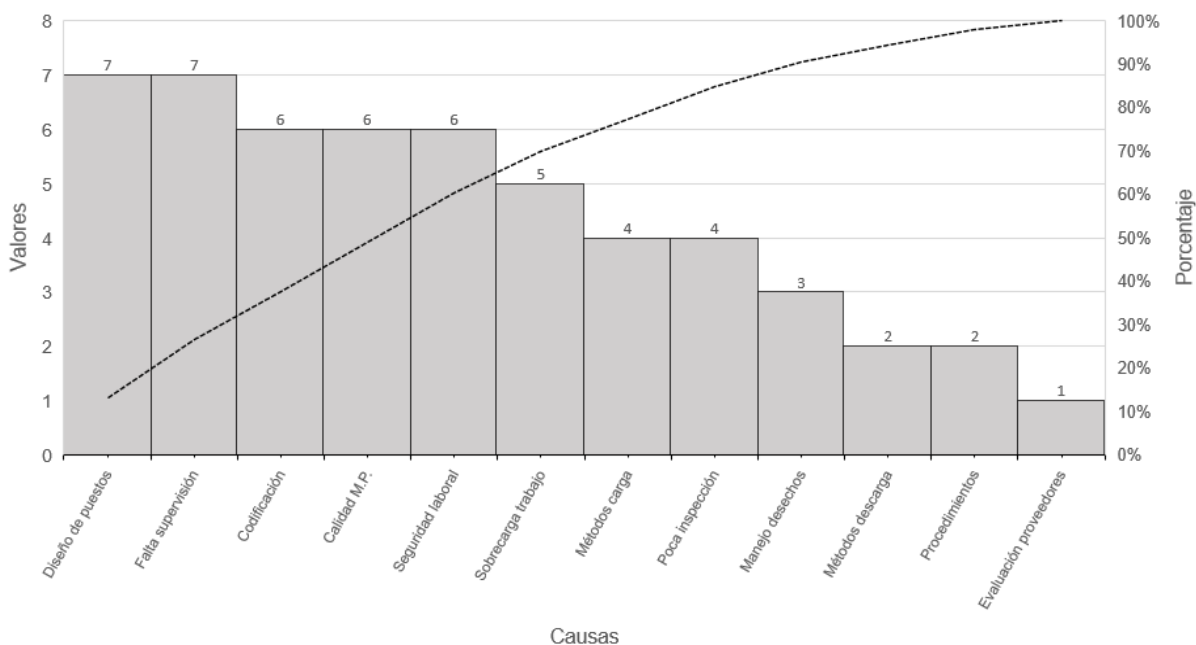
manera tomarse en cuenta las calificaciones más altas, en este caso las señaladas en el cuadro anterior.

De forma ilustrativa se muestra un gráfico de barras para una mejor visualización de los resultados y con el fin de buscar las conclusiones relevantes del estudio con base en los resultados de las calificaciones otorgadas.

Ilustración 75 - Resultados aplicación Likert

Nº	CAUSAS	CATEGORIA	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Moda	Media
24	Manejo desechos	Medio ambiente	4	3	5	3	<b>3</b>	3,75
32	Métodos carga	Métodos	5	7	4	4	<b>4</b>	5
33	Codificación	Métodos	5	6	6	5	<b>6</b>	5,5
7	Poca inspección	Medición	4	3	5	4	<b>4</b>	4
31	Métodos descarga	Métodos	6	2	5	2	<b>2</b>	3,75
34	Diseño de puestos	Métodos	4	7	3	7	<b>7</b>	5,25
36	Sobrecarga trabajo	Métodos	5	5	3	5	<b>5</b>	4,5
37	Falta supervisión	Manejo gerencial	7	7	3	3	<b>7</b>	5
35	Procedimientos	Métodos	2	2	2	2	<b>2</b>	2
29	Calidad M.P.	Materiales	6	1	6	2	<b>6</b>	3,75
56	Seguridad laboral	Motivación	5	6	6	5	<b>6</b>	5,5
9	Evaluación proveedores	Medición	1	1	1	1	<b>1</b>	1

Ilustración 76 - Gráfico de resultados Likert



## DIAGRAMA DE RELACIONES

### Utilización

Es también conocido como diagrama de interrelaciones y es un diagrama que ayuda a identificar la causa raíz de un problema y que además complementa a técnicas como los multi voto y los diagramas causa–efecto ya que contribuye a unificar los criterios preliminares sobre las causas principales.

Muestra principalmente cuál o cuáles causas podrían estar influyendo en la ocurrencia de otras causas que agrandarían el problema de manera global, ya que se estaría en presencia de un efecto que se repite en varias causas a la vez. Además, analiza el vínculo entre cada causa y el efecto que provoca en las restantes para determinar el nivel de complejidad existente.

El diagrama de relaciones permite clasificar y priorizar los elementos de un análisis complejo, ya que, por ejemplo, una causa puede estar incidiendo en otras tres causas y a su vez, una o dos de esas tres causas pueden provocar la ocurrencia de otras causas diferentes. Permite organizar opiniones, ideas, causas, etc. a través de una conexión causal entre ellas y que no muestran inicialmente una estructura definida.

Algunas de las limitaciones de esta herramienta es que la evaluación de las relaciones causales es muy subjetiva, por eso es importante la participación de los miembros del equipo. Sin em-

bargo, dentro de las virtudes se encuentra el hecho de que permite expresar opiniones y fomenta la creatividad al presentar aspectos complejos de una forma concisa y ordenada, mediante una visión global de sus componentes e interrelaciones facilitando de esa forma el logro de un consenso de grupo.

### Procedimiento

Algunos de los pasos que pueden considerarse son los siguientes:

- Tomar los factores seleccionados bajo criterios bien definidos y ubicarlos preferiblemente en forma circular para mayor facilidad.
- Seleccionar un primer factor y compararlo con todos los demás. El grupo de análisis debe dar opiniones sobre la relación entre cada par de factores.
- Coloque las flechas de relación: si un factor contribuye o es la causa de que otro factor suceda entonces se dibuja una flecha que va del primero al segundo, pero, si se determina que NO hay relación, no se coloca flecha.
- Un ejemplo de pregunta que debe hacerse para ubicar las flechas es la siguiente: ¿La causa “X” contribuye, provoca u ocasiona a que ocurra o suceda la causa “Y”?



**Ejemplo**

En una empresa se analiza el siguiente problema: *"Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses"*, y luego de considerar todas las posibles causas, se realiza un filtro de estas para trabajar con aquellas que a criterio de experto son las más representativas.

Para contribuir con el debate analítico del problema se decide realizar un Diagrama de Relaciones para tratar de lograr un consenso de la o las causas más probables sobre las que deben dirigirse las gestiones. Los resultados finales luego del análisis de grupo se muestran en la página siguiente.

Como posible conclusión preliminar, la causa que tiene la mayor cantidad de

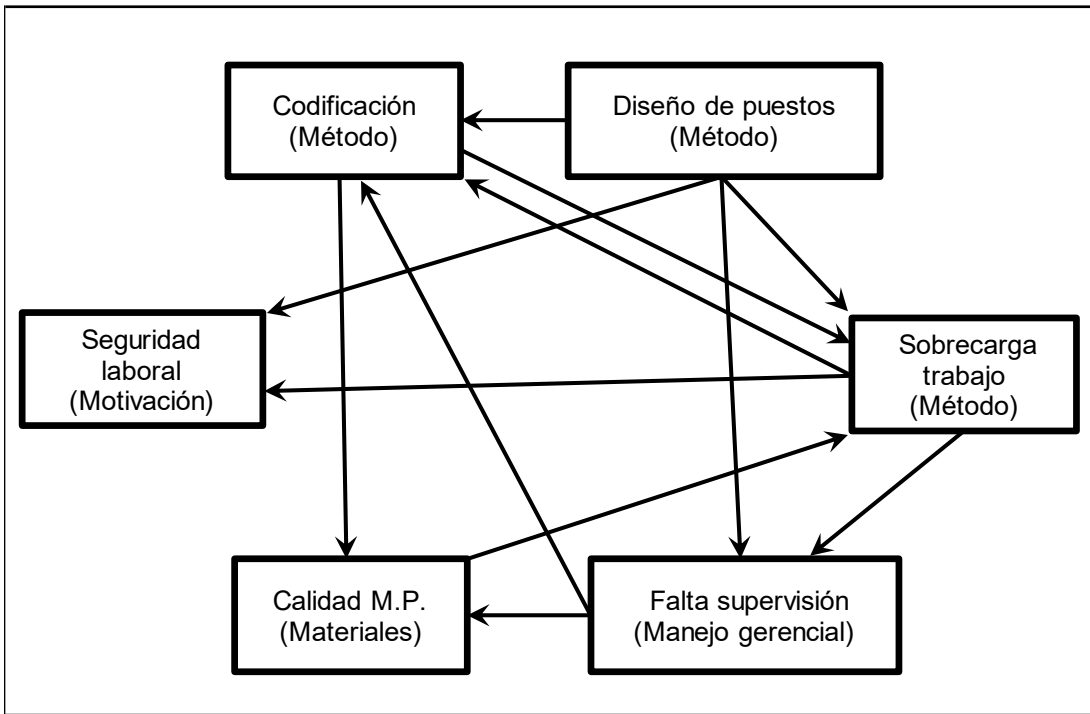
flechas de salida es posiblemente una causa clave que requiere mayor análisis y atención en cuanto a sus efectos e impacto en el problema.

Esto no debe dejarse de lado, por cuanto es un indicativo de que es un factor común que provoca incidencia en las demás causas y que al ser eliminado podría reducir considerablemente el impacto en varias de ellas simultáneamente.

En este caso la causa con la codificación 33 (sobrecarga de trabajo) es la que recibe más cantidad de flechas lo cual podría interpretarse inicialmente que el incorrecto diseño de puestos, las deficiencias en codificación y la mala calidad de materia prima crean un aumento en la sobrecarga laboral de los trabajadores.

Ilustración 78 - Ejemplo de un diagrama de relaciones

Descripción actividad:     Análisis y mejora del proceso productivo      
 Lugar:     Planta proceso principal     Fecha creación:     Abril 2010      
 Elaborado por:     Grupo de mejora     Hoja N°:     1 / 1    



N° Causa	Descripción	Entrada	Salida
33	Codificación	3	2
34	Diseño de puestos	0	4
36	Sobrecarga trabajo	3	3
37	Falta supervisión	2	2
29	Calidad M.P.	2	1
56	Seguridad laboral	2	0

## TÉCNICA 5: POR QUÉ

### Utilización

Esta herramienta es considerada una de las más efectivas en el proceso investigativo ya que explora la relación causa-efecto al preguntarse varias veces las razones de porqué ocurre un problema en particular y desenmascarar así la causa apartándola de los síntomas, los cuales generalmente son lo más visible en una primera instancia de análisis. Es importante indicar que el 5 no corresponde a un valor fijo sino a una referencia que busca motivar al analista a realizar varias iteraciones (repetir varias veces un proceso con la intención de alcanzar un objetivo) para encontrar la posible causa raíz. De esta manera, el cinco es solo un parámetro de referencia.

Esta técnica tiene un nivel de dificultad bajo, es fácil de usar y sencilla de explicar a los restantes colaboradores de la empresa; y muchas veces es eficaz ya que solo debe repetirse y contestar una y otra vez la pregunta para encontrar causa-raíz. Eso sí, es importante que cada respuesta tenga una secuencia lógica y cronológica relacionada con lo que se está cuestionando en ese momento.

Al llegar a la respuesta de la última pregunta se habrá concluido con un proceso estructurado que permitirá comprender los eventos previos, por medio de las mismas preguntas, que originaron la causa para evitar así su ocurrencia y redactar así el resultado del análisis. Aunque, hay que tener en cuenta que si el resultado no es satis-

factorio es posible que se tengan que utilizar otras técnicas complementarias para detección de causas-raíz.

El 5 porque es por sí solo una herramienta muy eficaz, pero al unirla con el diagrama de Cola de Pescado logra una poderosa combinación de análisis que se puede implementar para hallar la causa-raíz. Esto se sucede cuando a cada causa del diagrama se le realiza el 5 porque, obteniendo así un profundo análisis investigativo que inclusive puede llevar a encontrar relaciones entre causas y evitar que el enfoque se dé solamente en unas causas y no en todas.

Es de uso sencillo y aunque puede utilizarse de manera individual es muy útil para trabajar en equipos con personal de cualquier nivel de la organización que tenga conocimiento del tema profundizando de manera rápida en un problema. Además, puede ser un perfecto complemento y muy poderoso para usarlo con otras herramientas como el diagrama de relaciones y la técnica 6W+3H, para entender el origen de la causa y generar soluciones creativas.

### Procedimiento

Es una técnica muy sencilla pero poderosa en la medida en que se le dé la importancia que ella requiere ya que es en muchos casos eficaz para encontrar causa-raíz. Primeramente, debe existir una completa comprensión del problema que se está analizando a un nivel tal que pueda ponerse por escrito partiendo de la premisa de que “si no se puede escribir el

problema es que no se entiende bien”. El procedimiento es muy simple, pero adquiere más relevancia si se realiza junto a un análisis grupal y con la mentalidad puesta en encontrar la causa-raíz. Los pasos para seguir son los siguientes.

- Básicamente la primera pregunta será ¿Por qué ocurrió el problema?
- Es importante que cada una de las respuestas a las preguntas realizadas quede por escrito.
- Luego, la segunda pregunta será ¿Por qué ocurre lo que la respuesta de la pregunta anterior indica?
- La tercera pregunta seguirá el mismo concepto que la segunda pregunta y así sucesivamente hasta considerar que se está cerca de la raíz del problema.
- Opcionalmente, y en aras de una solución integral puede darse solución a cada nivel del problema, es decir a cada respuesta brindada.
- De igual forma puede darse el hecho de que hay más de una respuesta para una misma pregunta. En este caso deberá anotarse cada respuesta y seguidamente contestar las restantes preguntas que faltan por hacer, para concluir el análisis para todas las respuestas existentes. Un formato para utilizar podría ser el siguiente:

Ilustración 79 - Formato para respuestas 5 por que

Nº	NIVEL DEL PROBLEMA	RESPUESTA
1	¿Por qué 1?	
.	.	.
.	.	.
.	.	.
n	¿Por qué 5?	

Aunque es conocida como las “5 ¿Por qué?” el valor de 5 es una referencia y pueden extenderse a más cantidad en caso de ser necesario. Además, puede ocurrir que se tengan más de una respuesta a la pregunta formulada, en dado caso, puede hacerse una ramificación tipo diagrama de árbol para enriquecer el resultado final al obtener dos o más alternativas finales para evaluar.

### Ejemplo

Luego de aplicar herramientas como diagrama de cola de pescado y de relaciones, se determina que una de las posibles causas relevantes en el problema lo constituye el “diseño de puestos”. Por ello, y con el fin de poder avanzar en el análisis de causa raíz se propone aplicar la técnica de *5 por qué* obteniéndose los siguientes resultados:

## Ilustración 80 - Respuestas de 5 por qué

Nº	NIVEL DEL PROBLEMA	RESPUESTA
1	¿Por qué hay problemas con el <b>diseño de puestos</b> ?	Porque no se han ejecutado un verdadero análisis de cargas en la planta
2	¿Por qué no se ha ejecutado un <b>análisis de cargas</b> ?	Porque falta realizar un estudio de tiempos y movimientos
3	¿Por qué no se ha realizado un <b>estudio de tiempos y movimientos</b> ?	Porque no hay claridad en el flujo del proceso
4	¿Por qué no hay <b>claridad en el flujo del proceso</b> ?	Porque no existe un análisis de la interdependencia y relaciones entre puestos de trabajo
5	¿Por qué no existe un <b>análisis de la interdependencia y relaciones entre puestos de trabajo</b> ?	Porque hay que mejorar la distribución actual de la planta primero

**MAPA DE INFLUENCIA / DEPENDENCIA****Utilización**

Es una herramienta para relacionar variables mediante la evaluación de los niveles de impacto y dependencia que suceden por la interacción de cada una de ellas, lo cual permite anticiparse a acontecimientos para la toma de decisiones.

**Procedimiento**

Para la elaboración de este mapa se requiere inicialmente determinar todas las variables / causas / factores que serán involucrados en el análisis.

Luego, determinar los niveles de influencia de una causa sobre la otra, donde se entiende que una variable controla directamente los comportamientos de la otra. Adicionalmente hay que considerar lo siguiente:

- Influencia directa: cuando A influye sobre B. Cualquier cambio en A ocasiona un cambio en B
- Influencia indirecta: sucede cuando A influye sobre B y a su vez B influye sobre C; por lo tanto, A influye indirectamente sobre C.
- ¿Cuál es la relación entre cada par de factores?
- ¿La causa A es necesaria para que suceda la B?
- ¿Cuál es la relación entre cada par de factores?
- ¿A incrementa a B?, ¿A disminuye a B?

Determinar una escala para la valoración. Para ello puede utilizarse la mostrada a continuación:


Ilustración 81 - Escala de influencia

Nivel de influencia	
3	Fuerte
2	Mediano
1	Débil
0	Nulo

Realizar la evaluación horizontal. Se procede a determinar la influencia de A sobre las demás variables. Por ejemplo, según el formato mostrado en la siguiente ilustración, al seguir la flecha que se ubica en la primera fila

horizontal se tiene una influencia fuerte de “a” sobre “b” al colocar un valor de 3, una influencia media de “a” sobre “c” al colocar un valor de 2, débil sobre “d” al tener un valor de 1 y nula sobre “e y f” al ubicar un valor de 0.

Ilustración 82 - Formato evaluación influencia

N° Causa	a	b	c	d	e	f	Influencia (eje x)
a 	x	3	2	1	0	0	6
b		x					0
c			x				0
d				x			0
e					x		0
f						x	0
Dependencia (eje y)	0	0	0	0	0	0	0

Seguidamente, se suma de manera horizontal para determinar el valor de influencia de cada variable y de manera vertical por efecto de lo anterior, se obtiene el valor de dependencia.

Continuar mostrando el resultado de manera gráfica, donde el valor de los ejes debe ser de una extensión igual al valor máximo obtenido en ambas sumatorias del formato anterior. El gráfico deberá contar con la siguiente definición de zonas:

- Zona de poder:** es la zona de tendencias ganadoras, por la baja dependencia y porque influyen de manera directa el objetivo y no necesita otras variables para surgir. Son consideradas de éxito y por ello debe ejercerse un control periódico sobre ellas.
- Zona de conflicto:** tienen nivel de influencia y dependencia alto-medio; no olvidarlas por-

que con el paso del tiempo pueden pasar a la zona de poder o a la zona de resultados. Necesitan observación, estar pendientes de los cambios que puedan suceder ya que cualquier cambio en ellas, afecta la totalidad del proceso o problema que se esté analizando y de igual forma, cualquier cambio en otras variables, las afectará.

- c. **Zona de resultados:** es una zona de espacio muerto por el gran nivel de dependencia. Tienen una tendencia nula sujeta a lo que ocurra con otras variables para determinar su comportamiento. Puede ejercerse un control esporádico sobre las causas que ahí se encuentren.
- d. **Zona de autonomía:** al igual que la anterior, es una zona de

espacio muerto por el gran nivel de dependencia. Son de bajo éxito y no afectan, en gran medida, al proceso o problema analizado. Constituyen factores autónomos que no son determinantes en el aspecto analizado.

Finalmente, hay que recordar que el mapa debe generar tendencias ganadoras siempre, de lo contrario es de suponer que no se evaluó adecuadamente el nivel de influencia y dependencia.

### Ejemplo

Luego de la evaluación de relaciones entre las causas que se consideran más significativas, se decide realizar un análisis de influencia y dependencia entre ellas obteniéndose los siguientes resultados.

Ilustración 83 - Cálculos para evaluación de influencia

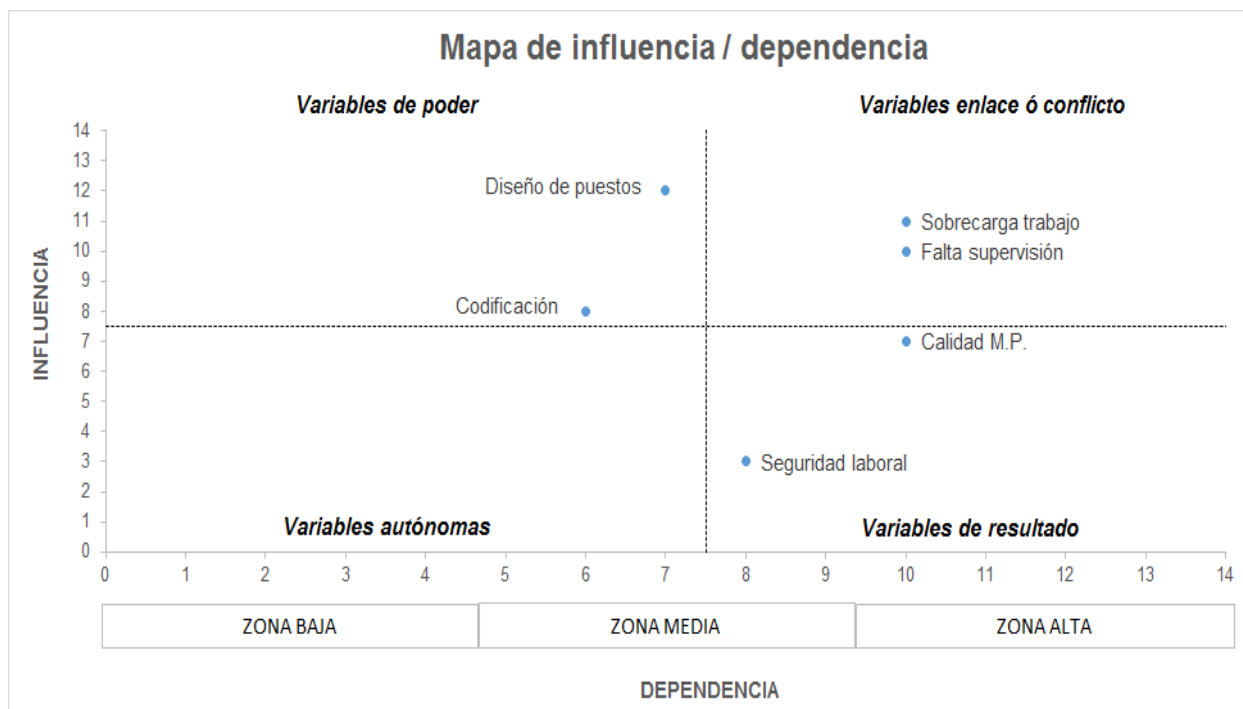
N° Causa	Descripción	Codificación 33	Diseño de puestos 34	Sobrecarga trabajo 36	Falta supervisión 37	Calidad M.P. 29	Seguridad laboral 56	Influencia (eje y)
33	Codificación	x	3	2	2	1	0	8
34	Diseño de puestos	0	x	3	3	3	3	12
36	Sobrecarga trabajo	1	1	x	3	3	3	11
37	Falta supervisión	2	2	2	x	2	2	10
29	Calidad M.P.	2	1	2	2	x	0	7
56	Seguridad laboral	1	0	1	0	1	x	3
<b>Dependencia (eje x)</b>		<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>x</b>

Dentro de las conclusiones notables se encuentra el hecho de que debe considerarse un proyecto que mejore los aspectos del “Diseño de puestos” y del sistema de “Codificación”, como uno de los factores relevantes para el éxito de la solución y a los cuales debe

ejercerse un control más efectivo y continuo.

Posterior a los cálculos se procede a mostrar de manera más ilustrativa los resultados mediante el mapa respectivo.

Ilustración 84 - Mapa de influencia / dependencia



## CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

---

Llegar a definir la propuesta de solución óptima no es el punto final del proceso, por el contrario, es cuando realmente inicia el camino, y por ello, se han compilado en ese capítulo varias herramientas que buscan hacer más robusto el proceso de selección e implementación de propuestas de solución.

Podrá encontrarse cómo la matriz impacto / esfuerzo puede colaborar con la toma de decisiones cuando, en el proyecto de mejora en el que se trabaja, se tienen varios proyectos o soluciones factibles a implementar utilizando los criterios de impacto en los beneficios y la necesidad de esfuerzo para lograr esos beneficios.

Además, si se considera que un grupo de analistas de su equipo de mejora puede influir en los demás, por intereses particulares, en la selección definitiva de una propuesta en específico, puede hacer uso de una matriz de priorización de criterios. Esta matriz es de utilidad para seleccionar las mejores alternativas de solución, definiendo previamente criterios ponderados de selección.

También, podrá encontrar cómo realizar una evaluación de los intereses de cada una de las partes interesadas en un proyecto para identificar riesgos potenciales, lo cual también ayuda a entender la complejidad del tema, con

la finalidad de tener la mejor estrategia para manejar cada parte involucrada en el mismo.

Además, tratando de robustecer la selección e implementación de propuestas de solución se muestra el uso de la matriz poder/interés, enfocada en crear estrategias de abordaje para las partes interesadas del proyecto. Finalmente, una matriz RACSI que busca agilizar la ejecución de proyectos, soluciones o propuestas de mejora mediante la asignación de tareas y responsabilidades y una matriz de campo de fuerzas para identificar y eliminar los obstáculos en la implementación.

### **MATRIZ IMPACTO / ESFUERZO**

#### **Utilidad**

Es una herramienta que contribuye al proceso de toma de decisiones cuando se cuenta con varios proyectos o soluciones factibles a implementar utilizando los criterios de impacto en los beneficios y la necesidad de esfuerzo para lograr esos beneficios.

#### **Procedimiento**

Es indispensable contar con la lista de posibles soluciones o proyectos de mejora a desarrollar. Se parte del hecho de que los proyectos ya están debidamente formulados para proceder a evaluarlos, es decir, no es un instrumento para generar propuestas sino para evaluarlas.

Se elabora una lista de criterios a considerar por parte del grupo analista para cada una de las opciones disponibles planteadas. La cantidad la define el grupo de trabajo y algunos ejemplos de criterios podrían utilizarse son los siguientes:

- Tiempo de implementación requerido

- Costo de implementación
- Probabilidad de éxito
- Complejidad de la propuesta

Se determina la escala a utilizar para valorar tanto el esfuerzo requerido, como el impacto o beneficio que tendrá cada uno de los criterios en el objetivo (problema o proyecto). Como ejemplo, puede considerarse la siguiente escala:

Ilustración 85 - Escala para valorar impacto / esfuerzo

ESCALA IMPACTO - ESFUERZO	
1	Poco
2	Muy bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Tanto los criterios como la aplicación de la escala se pueden resumir en un

cuadro como el mostrado a continuación:

Ilustración 86 - Formato de matriz impacto / esfuerzo

Criterios establecidos para evaluar	Lista de proyectos / soluciones / propuestas					
	Propuesta A		Propuesta B		Propuesta C	
	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto
PROMEDIOS						

Posteriormente, se especifica la graduación de los ejes de la matriz que

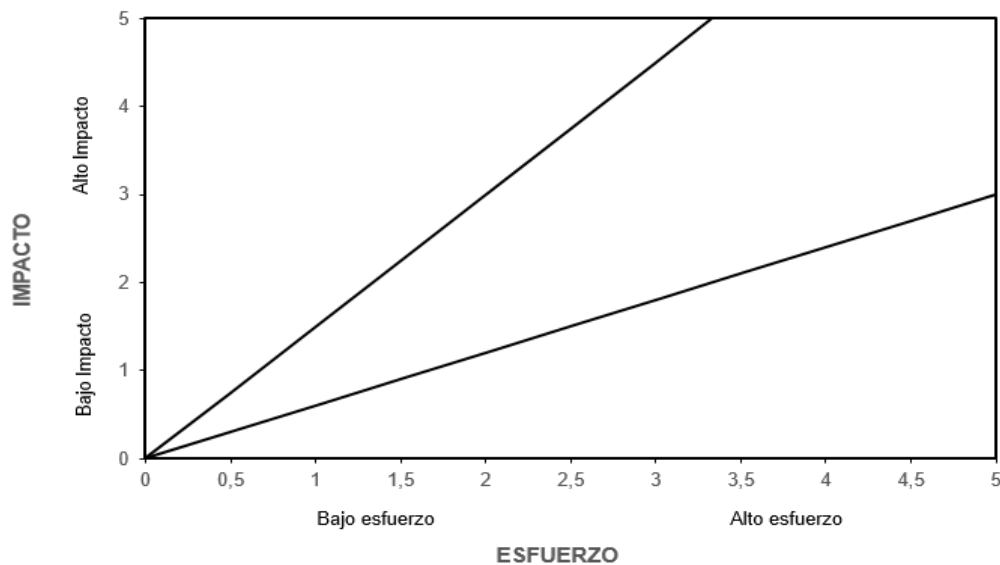
será basada en la escala definida para impacto / esfuerzo. También pueden

considerarse otras escalas diferentes, pero podría implicar un proceso adicional de estandarización no desarrollado en este texto.

La matriz está dividida en tres zonas cuya área será establecida en relación con los fines particulares de los analistas definiendo un valor de pendiente considerado la ecuación  $y = m x + b$ ; donde  $b$  corresponde a la intersección

en el eje “y” en el valor de origen, es decir, en cero y la extensión de  $x$  será la misma que el valor máximo utilizado en la escala. Al aumentar el valor de la pendiente la matriz se volverá más exigente en cuanto a la ubicación de las zonas, por ello queda a criterio de cada grupo de analistas, la rigurosidad que desee utilizar para evaluar las propuestas de solución planteadas.

Ilustración 87 - Formato de gráfica impacto / esfuerzo



Finalmente, se procede a determinar las opciones que mejor se ajusten a los intereses de la empresa, considerando cuatro categorías para clasificar los posibles tipos de proyectos / soluciones / propuestas:

- Las posibles de ejecutar: Beneficio bajo / fácil de implementar
- Las que hay que implementar: Beneficio alto / fácil de implementar

- Las retadoras: Beneficio alto / difícil de implementar
- Las descartadas: Beneficio bajo / difícil de implementar

Como conclusión, se encuentra el hecho de poder seleccionar las propuestas que serían las más interesantes de ejecutar para la empresa según la zona de ubicación. En este caso la zona superior izquierda de la matriz.

### Ejemplo

Una vez realizado el análisis a profundidad de las causas del problema en estudio, el cual corresponde a *"Se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses"*, el grupo de mejora realiza 3 propuestas de solución las cuales se describen a continuación.

- **Propuesta A:** En la actualidad, la empresa no cuenta con un sistema o herramienta para el control de inventarios adecuado, que le permita tener mayor dominio sobre los productos que se encuentran almacenados lo que provoca diferentes problemas que incluyen el aspecto de codificación, pero este desemboca en otros aspectos relacionados como la baja rotación, pérdidas por deterioro, etc. Esta propuesta consiste en diseñar una herramienta que les permita llevar un control de inventarios más exacto y preciso, de manera que sea posible determinar cada cuánto se deben rotar los inventarios, cuáles productos deben ser vendidos antes que otros, la cantidad de materiales terminados que hay en bodega, entre otras funciones que podrían ayudar a mejorar el problema que sostiene la fábrica.
- **Propuesta B:** basado en la causa relevante de los análisis previos realizados a nivel del grupo gerencial, se decide reali-

zar una propuesta de redistribución de planta que involucre a todos los puestos de trabajo del área de producción. Esta propuesta consiste en plantear una alternativa que mejore los flujos de manera general y los puestos de trabajo de manera específica.

- **Propuesta C:** considerando el factor de sobrecarga de trabajo y la falta de supervisión se propone la contratación de personal adicional para cubrir estas funciones.

Con las propuestas planteadas, se continúa estableciendo los criterios sobre los cuales serán evaluadas las propuestas. La forma de realizarlo es partiendo del criterio hacia la propuesta, de la siguiente manera y así para todos los demás:

En forma general se buscan propuestas cuyos criterios tengan valoraciones de 1 o 2, en su escala de "esfuerzo", es decir con un esfuerzo poco o muy bajo y que la calificación del impacto tenga valores altos.

Seguidamente, se procede a realizar una evaluación del impacto que provocarían y el esfuerzo que requiere para ponerlas en funcionamiento, obteniéndose los siguientes resultados.

En este caso un ejemplo de la forma de evaluar algunos criterios con el fin de servir como guía para todas las propuestas es el mostrado.

Ilustración 88 Ejemplo de calificación de la propuesta A

Criterio establecido	Esfuerzo		Impacto (beneficio)	
Tiempo de implementación requerido	1	El tiempo requerido para llevarla a cabo es reducido, por ello es esfuerzo que se requiere se considera como "poco".	3	El beneficio esperado de ejecutarse en poco tiempo es considerado como "medio"
Costo de implementación	4	Requiere un esfuerzo "alto" ya que su inversión es considerable.	1	Significa que, a pesar de tener un costo alto, no se esperan grandes beneficios.
Involucramiento necesario de otras áreas de la empresa	3	Hay que realizar un esfuerzo considerable (medio) para involucrar a otras áreas en esta propuesta	2	Pero no se esperan grandes beneficios al involucrar a otros departamentos. Se espera un beneficio muy bajo.

Como conclusiones preliminares, encontramos el hecho de que la propuesta B es la que provocaría los mejores beneficios, inclusive más del doble que el esperado para la propuesta A y el esfuerzo requerido para su implementación no es tan elevado como

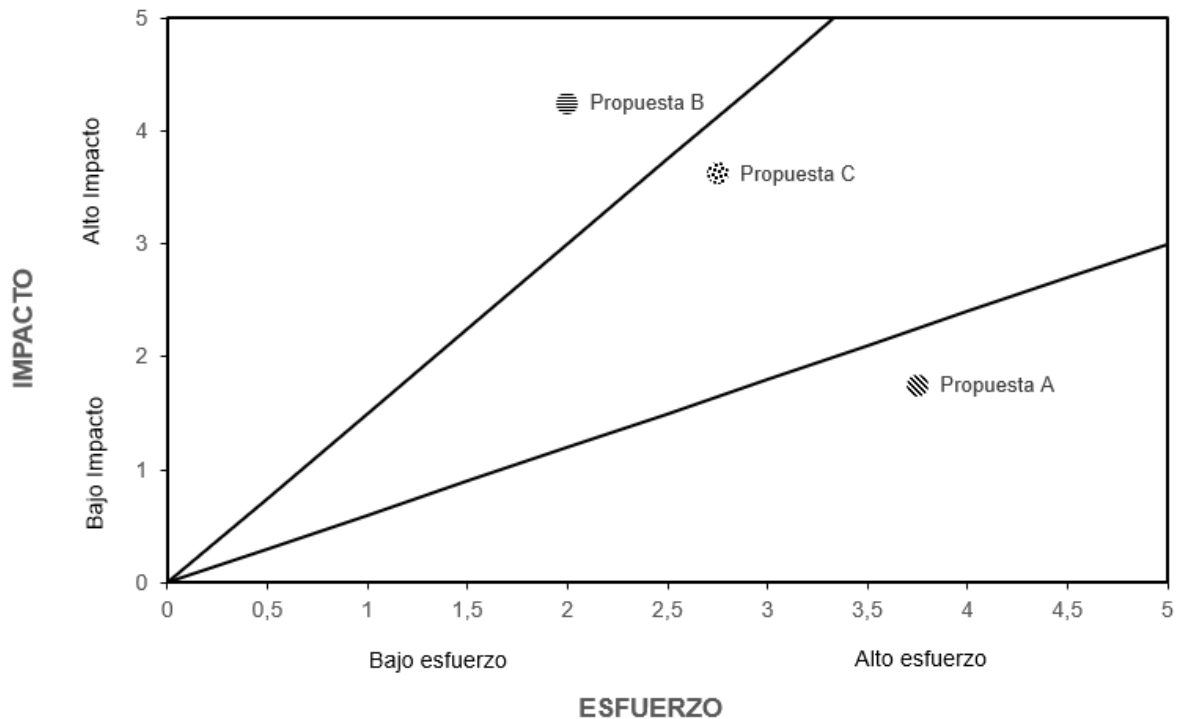
las otras opciones, ubicándose en el gráfico en una zona que recomienda sea implementada por la empresa.

Para una mejor visualización se muestran los resultados obtenidos y la gráfica correspondiente.

Ilustración 89 - Ejemplo de matriz impacto / esfuerzo

Criterio establecido	Lista de proyectos / soluciones / propuestas					
	Propuesta A		Propuesta B		Propuesta C	
	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto	Esfuerzo	Impacto
Tiempo de implementación requerido	1	3	1	3	1	5
Costo de implementación	4	1	2	4	5	5
Involucramiento necesario de otras áreas de la empresa	3	2	2	5	3	3
Reducción de defectos estimada con la propuesta	4	1	3	5	1	5
Impacto directo en el problema	5	4	3	4	3	3
Nivel esperado de satisfacción del cliente	5	1	1	5	1	3
Probabilidad de éxito	3	1	1	5	3	2
:	:	:	:	:	:	:
Complejidad de la propuesta	5	1	3	3	5	3
<b>PROMEDIOS</b>	<b>3,75</b>	<b>1,75</b>	<b>2</b>	<b>4,25</b>	<b>2,75</b>	<b>3,625</b>

Ilustración 90 - Ejemplo de gráfica impacto/esfuerzo



## MATRIZ PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS

### Utilidad

En algunas ocasiones, aunque se hayan determinado propuestas que tengan un alto impacto o beneficio combinado con poco esfuerzo, puede existir cierta predilección por parte de un sector de los analistas e influir en los demás para la selección definitiva. En estos casos, esta matriz es de utilidad para seleccionar las distintas alternativas de soluciones, mediante el empleo de criterios ponderados como apoyo para la toma de decisiones.

### Procedimiento

Incluir en la matriz una lista de criterios contra los cuales se evaluarán todas las propuestas, los cuales son los que el equipo y los clientes han identificado como los más importantes. Debe tenerse especial cuidado a la hora de redactar el criterio ya que debe ser coincidente con el tipo de valoración que se le otorga.

Seguidamente, calificar el nivel de importancia de cada uno de los criterios, para cada una de las propuestas de solución planteadas, puede considerar la siguiente tabla.

Ilustración 91 - Escala para nivel de importancia

Nivel de importancia	
1	Poco
2	Muy bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Colocar los nombres de los proyectos, soluciones o propuestas de mejora en la parte superior de la matriz. Proceder a darle respuesta a cada uno de los criterios.

Por ejemplo, un criterio no puede ser “¿costos de implementación?”, ya que es una redacción muy genérica, en su lugar puede utilizarse “¿bajos costos de implementación?”; en este caso, si los costos de la propuesta son realmente bajos, entonces la valoración será alta (valor de 9) ya que favorece

la propuesta, caso contrario sería baja (valor de 1).

Posteriormente, hay que valorar los criterios con respecto a cada una de las propuestas utilizando una escala no lineal, con el fin de poder diferenciar las cosas importantes de las menos importantes, en este caso qué tan relevante (bajo, medio o alto) es el criterio para la propuesta. Puede considerarse la siguiente opción de valoración:

Ilustración 92 - Escala para nivel de valoración

Nivel de valoración	
1	Bajo
3	Medio
9	Alto

Finalmente, se ubica la información en la matriz para proceder a las conclusio-

nes del análisis. Un formato propuesto a utilizar sería el siguiente:

Ilustración 93 - Formato de matriz de priorización de criterios

Criterio establecido	Nivel de importancia	Lista de proyectos / soluciones / propuestas								
		Respuesta	Valor	Total	Respuesta	Valor	Total	Respuesta	Valor	Total
		TOTAL			TOTAL			TOTAL		

Como conclusión, se determinan las opciones que tienen un potencial más alto con la menor probabilidad de riesgo alcanzando el consenso del grupo.

**Ejemplo**

Debido a que se cuenta con varias alternativas de solución, las cuales ya fueron sometidas a un análisis de impacto y esfuerzo, se decide realizar un análisis con mayor cantidad de aspectos evaluativos mediante una matriz de priorización de criterios, mostrada en la ilustración de la siguiente página.

Finalmente se llega a la conclusión de que la mejor decisión para la mejora del proceso, luego, el análisis del grupo de trabajo estará enfocada en la redistribución de los procesos de la planta productiva al tener los resultados más altos con respecto a las demás alternativas.

En este caso un ejemplo de la forma de evaluar algunos criterios con el fin de servir como guía para todas las propuestas es el mostrado a continuación.

Ilustración 94 - Ejemplo de valoración de propuestas B y C

Criterio establecido	Valor	Propuesta B: Re-distribución Planta	Valor	Propuesta C: Contratación Personal
¿Tiempo de implementación requerido?	3	El tiempo requerido estimado (máximo 12 meses) es menor que la propuesta A.	9	Al estimar una implementación de poca duración (1 a 2 meses) se considera beneficiosa la propuesta
¿Bajos costos de implementación?	1	En este caso es la propuesta con los costos más elevados por ello, es menos atractiva	9	Debido a que los costos son bajos se consideran favorables. Por ello se ubica una valoración alta
Involucramiento necesario de otras áreas de la empresa	3	Hay que realizar un esfuerzo considerable (medio) para involucrar al área de producción, en esta propuesta	1	El necesitar involucrar a más de un área en la propuesta se considera difícil de lograr, por ello su valoración baja

Ilustración 95 - Ejemplo matriz de priorización de criterios

Criterio establecido	Nivel de importancia	Lista de proyectos /soluciones /propuestas										
		A: Sistema Inventario		B: Redistribución Planta		C: Contratación Personal		C: Contratación Personal		C: Contratación Personal		
		Respuesta	Valor	Respuesta	Valor	Respuesta	Valor	Respuesta	Valor	Respuesta	Valor	Total
¿Tiempo de implementación requerido?	4	12 a 15 meses	3	máximo 12 meses	3	1 a 2 meses	9	36				
¿Bajos costos de implementación?	4	10.5 millones	3	10-12 millones	1	Aumenta solo costo planillas anual	9	36				
¿Involucramiento necesario de otras áreas de la empresa?	3	Toda la empresa	1	Principalmente Producción	3	RRHH y Producción	1	3				
¿Reducción estimada del problema con la propuesta?	5	50%	3	Al menos un 90%	9	50%	1	5				
¿Bajo impacto ambiental de la propuesta?	3	No genera	9	Reduce al eliminar gasto energético	9	No genera	9	27				
¿Elevará el nivel de satisfacción del cliente?	5	Impacto indirecto en el cliente	1	Impacto indirecto en el cliente	1	Impacto indirecto en el cliente	1	5				
¿Alta probabilidad de éxito?	5	Alta	3	Alta	3	Media	3	15				
¿Permanencia elevada en el tiempo de la propuesta?	3	Media. Ajustar a futuro	3	Alta. Estimado de 10 años	9	Baja. Reevaluar constantemente	3	9				
¿Alta complejidad de la propuesta?	3	Media	9	Media	1	Baja	3	9				
		<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>TOTAL</b>	<b>147</b>	<b>TOTAL</b>	<b>145</b>					

## ANÁLISIS DE PARTES

### Utilización

El análisis de partes interesadas (*Stakeholders*) se utiliza principalmente para establecer estrategias de relación e información continua hacia personas o grupos a lo interno y externo de la organización. Realiza una evaluación de los intereses de cada una de las partes para identificar riesgos potenciales hacia el proyecto, lo cual también ayuda a entender la complejidad del tema con la finalidad de tener la mejor estrategia para manejar cada parte involucrada en el mismo.

En resumen, podría decirse que se conforma de 3 partes, definición de quienes son realmente las partes interesadas, las expectativas que se piensa tendrán cada una de ellas y el establecimiento de criterios sobre los cuales serán evaluadas esas partes interesadas.

### Procedimiento

Debe aplicarse la técnica *brainstorm* para generar una lista de todas las partes interesadas (personas o grupos) que tengan, o podrían tener a futuro, algún interés en el proyecto.

En esta lista deben aparecer tanto, los que se verían afectados positivamente como los afectados negativamente, ya que a ambos grupos hay que definirles una estrategia de abordaje y comunicación.

Luego, el grupo de trabajo debe aplicar nuevamente la técnica *brainstorm*

para generar la lista de los aspectos evaluativos, los cuales serán sometidos a análisis de las partes interesadas definidas en la etapa previa. Las características evaluativas varían dependiendo del propósito del análisis y de los intereses, características y poder de cada parte interesada.

Seguidamente, tabular la información de manera que esté consolidada para el análisis grupal. Puede considerarse un formato como el mostrado a continuación.

- Parte interesada: se ubica el nombre de la persona que se considera tiene o tendrá algún tipo de relación con el proyecto.
- Intereses o expectativas de los *stakeholders*: básicamente contesta a la pregunta ¿Qué esperan del proyecto?
- Aspectos evaluativos: corresponde a los aspectos que el grupo de analistas considera que son necesarios para tener una visión global, y amplia perspectiva de razonamiento. Cada caso en estudio tendrá sus propios aspectos evaluativos.
- Calificación: al momento de evaluar, el líder del grupo de análisis luego del consenso colocará la anotación “SÍ” en caso de que el aspecto evaluativo sea afectivo en el *stakeholder*, el símbolo “-”, en caso de considerarse neutral o finalmente “NO”, en caso de que el aspecto evaluativo no se ajuste.

## Ilustración 96 - Formato para registro partes interesadas

Descripción actividad: _____	Fecha creación: _____
Lugar: _____	Diagrama N°: _____
Método: _____	Hoja N°: _____
Elaborado por: _____	

N°	Parte interesada "Stakeholder"	Intereses ó expectativas de los Stakeholder	ASPECTOS EVALUATIVOS					
A								
B								
C								
D								
⋮								

Es común que luego de partir de una lista inicial de *stakeholders* la misma sea modificada durante el proceso, ya que muchas veces se parte de una definición de parte interesada muy general cuando en realidad debió haber sido más específico. Por ejemplo, se anota inicialmente como parte interesada a la Asociación Solidarista de Trabajadores y luego se determina que en realidad, lo que interesaba evaluar era específicamente uno de los miembros de la junta directiva.

Al finalizar, se espera no solo tener la lista de los involucrados en el proyecto sino un conocimiento más estructurado acerca de cómo influiría cada uno de ellos en el éxito del proyecto.

### Ejemplo

La redistribución de planta es una situación que no solo afecta un área en específico, sino también a todos los demás departamentos de la empresa. Los grupos y personas que podrían

estar interesadas en la propuesta es a quienes se les conoce como *stakeholders*. Las relaciones con estas personas son claves para asegurar el pleno desarrollo del proyecto, por lo que puede ocurrir que, si un individuo no está de acuerdo con la redistribución de la planta, el progreso del proyecto de mejora podría verse afectado sustancialmente. Por esto, se deben establecer estrategias de relación e información continua hacia los *stakeholders*.

La evaluación de los intereses de cada una de las partes interesadas permite la identificación de riesgos potenciales hacia el proyecto con el fin de tener la mejor pericia para manejar cada parte involucrada. El siguiente cuadro muestra a quienes se relacionan y resultan interesados en el estudio, además, indica lo que estos pueden esperar en el desarrollarlo y su evaluación, de acuerdo con los aspectos que se consideran necesarios para tener una visión global y amplia.

Ilustración 97 - Ejemplo de registro de partes interesadas

Descripción actividad: <u>Proyectos de redistribución de planta</u> Lugar: <u>Planta proceso y empresa global</u> Método: <u>Todo el proceso</u> Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>		Fecha creación: <u>Setiembre</u> Diagrama N°: <u>01</u> Hoja N°: <u>1 / 1</u>								
N°	Parte interesada "Stakeholder"	Intereses ó espectativas de los Stakeholder	ASPECTOS EVALUATIVOS						Evalúa los resultados	
			Afectado (+)	Carácter fuerte	Conoce del tema	Tiene recursos disponibles	Poder de decisión	Maneja información		
A	Director General	La mejor utilización de recursos y cumplimiento de objetivos propuestos en el plan estratégico	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
B	Gerente Administrativo	Cumplir con los costos presupuestados. Le interesan métricas que evalúan directamente la satisfacción del cliente	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	
C	Gerente Recursos Humanos	Mantener personal capacitado y motivado para un buen rendimiento. Le interesan los resultados de la evaluación del desempeño de funcionarios	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	
D	Encargado de Finanzas	Le interesan los resultados contables y financieros en general	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Z	Supervisor de almacenes	Controla la codificación de todos los productos que ingresan. Responsable de la mayoría de las entradas y salidas de artículos	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO

## MATRIZ PODER / INTERÉS

### Utilidad

Teniendo claro quiénes son las partes interesadas sobre el proyecto, es necesario clasificarlos según su nivel de poder e interés sobre él. Esto va a permitir ampliar el panorama que muestra la empresa y su situación actual, para descubrir quiénes son los que presentan mayor disposición y poder, de manera que, se facilite el desarrollo de las estrategias por medio de la priorización de los interesados.

Esta matriz toma muchos insumos del análisis de los *stakeholders* o grupos de interés y sirve para determinar los tipos de relaciones que ha de establecer la organización con cada uno ellos. Permite priorizar a los *stakeholders* más influyentes, mediante una clasificación basada en los niveles de poder e interés sobre cada uno de ellos. Esta acción facilitará la creación de estrategias de abordaje que sean necesarias para conseguir el fin deseado.

Debe recordarse que el estudio que se realice corresponde a una fotografía en el tiempo, lo que significa que es un análisis del momento o de la situación actual, lo que implica que puede haber cambios en el interés y poder, con el paso del tiempo.

### Procedimiento

Tomar la lista del análisis de partes interesadas previamente realizado para el proyecto. Deben haberse determinado y analizado la totalidad de los

*stakeholders* para evitar que puedan aparecer nuevos *stakeholders* con requerimientos que no estaban previstos al inicio.

Proponer una escala para hacer las valoraciones de poder e interés y completarlas para determinar las coordenadas en un plano con eje horizontal (X) y vertical (Y) que le corresponden a cada parte interesada.

Crear una matriz con cuadrantes de interés y poder con el siguiente significado:

- **Estrategia de mínimo esfuerzo (poco poder y poco interés):** básicamente consiste en una estrategia de vigilancia, dándole seguimiento para detectar cambios de actitud o percepción con respecto al proyecto.
- **Estrategia de mantener satisfecho (mucho poder y poco interés):** es vital involucrarlos activamente ya que pueden afectar negativamente al proyecto. La información permanente es la clave para que no se opongan al proyecto.
- **Estrategia de mantener informado (poco poder y mucho interés):** corresponden a grupos de apoyo ya que están interesados en el proyecto. Aunque no pueden aportar poder, si pueden dar retroalimentación al proyecto. Como tienen poca influencia, pueden ejercerse es-

trategias para mantenerlos informados.

- **Estrategia de actores claves (mucho poder y mucho interés):** intervienen activamente en las decisiones, hay que negociar y llegar a acuerdos con estos *Stakeholders*. Hacer un esfuerzo para involucrarlos al máximo y mantenerlos satisfechos durante todo el proyecto.

Finalmente, con la ayuda de la matriz definir las estrategias de abordaje las cuales deben ser pensadas con astucia, algunos podrán decir que hasta con perfidia (lo cual es una forma de engaño con cierto nivel de maldad) para conseguir el propósito deseado. Estas serán las estrategias para relacionarse y comunicarse con cada una de las partes interesadas enfatizando en lograr mostrar los beneficios al involucrar a las partes.

Ilustración 98 - Formato para análisis poder / interés

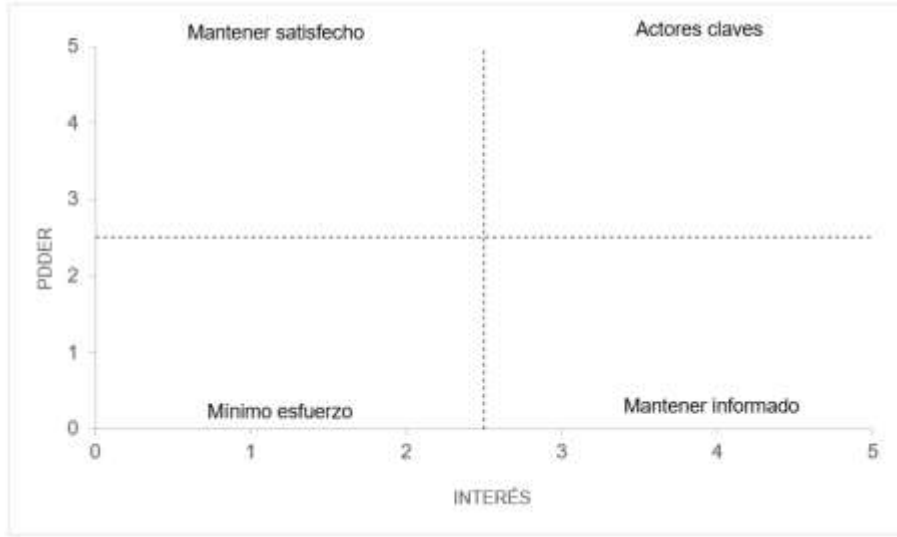
Descripción actividad: _____	Fecha creación: _____
Lugar: _____	Diagrama N°: _____
Método: _____	Hoja N°: _____
Elaborado por: _____	

N°	Parte interesada "Stakeholder"	Departamento	Nivel de interés	Nivel de poder (Y)	Estrategias de abordaje
A					
B					
C					
D					
...					

Con la finalidad de una mejor visualización puede graficarse la información

tabular que contemple los cuadrantes mencionados anteriormente.

Ilustración 99 - Formato matriz poder / interés



**Ejemplo**

Una vez que se tiene la lista de los posibles involucrados en el proyecto de mejora se procede a un análisis más

profundo, con el fin de definir estrategias de abordaje principalmente a los definidos como “actores claves”.

Ilustración 100 - Ejemplo para análisis poder / interés

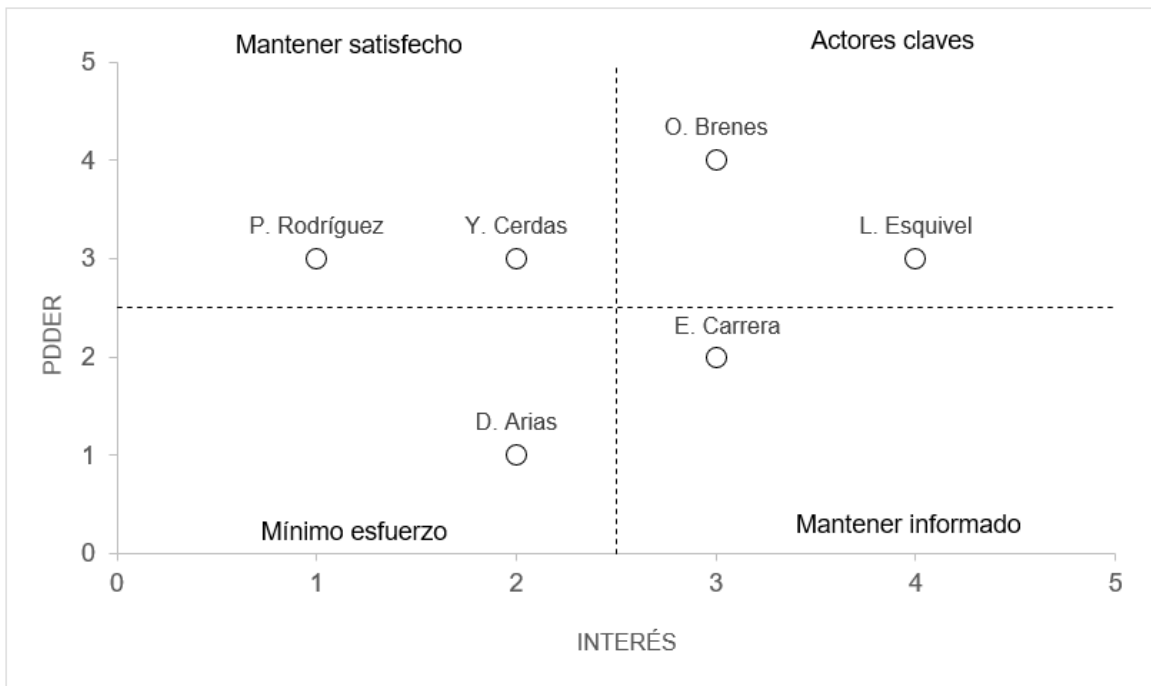
Descripción actividad: <u>Proyectos de redistribución de planta</u>	Fecha creación: <u>Setiembre 2010</u>
Lugar: <u>Planta proceso y empresa global</u>	Diagrama N°: <u>01</u>
Método: <u>Todo el proceso</u>	Hoja N°: <u>1 / 1</u>
Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>	

N°	Parte interesada "Stakeholder"	Departamento	Nivel de interés (X)	Nivel de poder (Y)	Estrategias de abordaje
A	O. Brenes	Financiero	3	4	Mostrar resultados de las auditorías donde se refleja el aumento de costos en inventarios. Definir claramente los plazos de ejecución y los planes para manejo de riesgos.
B	D. Arias	Logística	2	1	Mantener satisfecho
C	L. Esquivel	Presupuesto	4	3	Exponer múltiples opciones de costos para los cambios. Expresar las proyecciones de costo-beneficio asociados al cambio. Mostrar rentabilidad y eficiencia del proyecto.
D	E. Carrera	Contabilidad	3	2	Mantener informado
E	Y. Cerdas	Recursos Humanos	2	3	Mínimo esfuerzo
F	P. Rodríguez	Mantenimiento	1	3	Mínimo esfuerzo

Las estrategias de abordaje deben encaminarse a lograr el involucramiento a favor de los intereses de los directores del proyecto, por lo que las estrategias expuestas a razón de ejemplo

en la ilustración anterior pueden y deben ampliarse lo necesario, de modo que sean entendibles y no queden dudas acerca de su ejecución.

Ilustración 101 - Ejemplo de matriz poder / interés



## MATRIZ RASCI

### Utilidad

Es una matriz de asignación de tareas y responsabilidades que busca agilizar la ejecución de proyectos, soluciones o propuestas de mejora. Sus siglas en inglés corresponden a las palabras “*Responsible*”, “*Accountable*”, “*Support*”, “*Consulted*” y “*Informed*” y su significado se muestra a continuación.

- **Responsable (“*Responsible*”):** corresponde a la persona encargada de ejecutar. No es recomendable asignar más de una persona por tarea para no tener confusión a la hora de esclarecer responsabilidades.
- **Aprobador (“*Accountable*”):** corresponde a la persona responsable de dar cuentas acerca de la tarea, no es necesariamente el que la ejecuta, pero sí el responsable de que se ejecute. También es el que aprueba el trabajo realizado por la persona responsable de ejecutar.
- **Soporte (“*Support*”):** corresponde a la persona que apoya en la implementación del proceso. Es común que ejecute labores en la tarea asignada.
- **Consultado (“*Consulted*”):** persona que debe ser consultada para la realización de una tarea porque domina algún tema de interés.
- **Informado (“*Informed*”):** aquella persona que debe ser notifi-

cada sobre los avances de tarea que se ejecuta. Generalmente la comunicación es en una sola dirección, es decir, hacia la persona que requiere información.

### Procedimiento

El análisis de la matriz se realiza a partir de la lista de actividades definidas para el proyecto, las cuales pueden ir de lo general a lo específico. Posteriormente, las asignaciones del personal que estará a cargo se realizan con base en las actividades, asignando las letras RASCI que correspondan en cada caso.

Las actividades no necesariamente deben tener todos los roles asignados, pero sí deben contar con responsable (R) y aprobador (A).

Un mismo recurso puede tener más de una asignación en una tarea, por ejemplo, puede ser el responsable (R) y aprobador (A). En este caso la anotación será R/A.

Se procede a realizar un análisis vertical de la matriz, considerando aspectos como:

- Una persona con mucha asignación de “R” podría estar saturado de responsabilidades.
- Demasiadas “A” implican que la responsabilidad de la ejecución se está centrando en una sola persona y debería delegarse esta responsabilidad en otros recursos.

- Si un recurso tiene ausencia vertical de “R” o “A” podría llevar a cuestionar qué tan necesaria es la persona en el proceso.
- La ocurrencia de “R” en tareas que deben ser independientes entre sí, lleva a la interrogante de si se ha realizado una adecuada separación de funciones.

Se procede a realizar un análisis horizontal de la matriz, considerando aspectos como:

- Podría ocurrir duplicidad o necesidad de subdivisión de tareas si hay muchas “R” en una misma tarea.
- La ausencia de “R” provocaría que nadie quiera hacerse cargo del trabajo.
- Muchas “C” llevan a cuestionar qué tan necesario es realizar tantas consultas.
- La ausencia de “A”, provocaría que nadie quiera dar cuentas sobre los resultados.
- Ausencia de “C” o “I” puede ser evidencia de deficiencias en las comunicaciones.
- El exceso de “I” sería un indicativo de gran burocracia, al tener que mantener informadas a muchas personas.

También se deben identificar ambigüedades, problemas, vacíos o dudas y trabajar para solucionarlos. La retroalimentación es valiosa en todo momento de análisis.

Como último paso, los resultados finales deben comunicarse a todo el grupo relacionado con las tareas y responsabilidades para el control y verificación periódica. Vale la pena recordar que la matriz es un instrumento vivo que requiere de constante actualización.

### Ejemplo

Debido a que se cuenta con una propuesta de solución ya definida, la cual consiste en una redistribución de planta, se decide realizar una programación RASCI. Sobre las conclusiones a manera global se determina que:

- Horizontalmente, no hay ausencia de “R” por lo cual cada tarea tiene a su correspondiente encargado y también se cuenta con la persona que debe dar cuenta de los resultados, es decir, los catalogados como “A”. Tampoco hay demasiadas consultas ni exceso de “I” para evitar caer en burocracia excesiva.
- Verticalmente, el trabajador J. Morales junto con su asistente F. Acuña tiene la mayor cantidad de asignación de “R” lo que sería un indicativo de saturación con respecto a los demás, sin embargo, al ser un proyecto de redistribución de planta sería lógico pensar que la mayor tasa de responsabilidad recaiga en la gerencia de producción.
- La rendición de cuentas catalogada como “A” está bien repartida entre los departamentos de

producción, con todos sus integrantes, y el área administrativa con cantidad de similares. Todos los recursos cuentan con “A” y “R” asignada por lo que es de suponer la necesidad de contar con todos y cada uno de ellos en el proyecto.

- También puede realizarse una lista de conclusiones relacionadas con cada una de las personas anotadas en la matriz con el fin de verificar que la distribución de las tareas contribuya al éxito del proyecto propuesto.

Ilustración 102 - Ejemplo matriz RASCI

Matriz RASCI		Asignaciones					
Actividades		Gerencia		Administración	Producción		
Nivel 1	Nivel 2	E. Pérez	O. Córdoba	F. Badilla	J. Morales	F. Acuña	K. Hernández
1. Presupuesto		S	R/A	I			
	1.1 Análisis general económico de la nueva solución	A	R	I	C		
	1.2 Estudio de limitaciones monetarias de la estructuración	C	R	A	I		
2. Capacitaciones				I	R/A	C	S
	2.1 Enseñanza del funcionamiento general de la nueva estructuración				A	I	R
	2.2 Mostrar todas las inspecciones a realizar para cada estación de trabajo				A	R	C
3. Estructuración de Puestos			C	I	R/A	S	
	3.1 Asignación de nuevos puestos		I	C	R	A	
	3.2 Designar las tareas a realizar en cada puesto		I	C	R	A	
	3.3 Revisión de los diseños de redistribución	I	I	A	R	C	C
	3.3 Evaluar la simulación del nuevo diseño de planta en computadora	I	I	A	R	C	C
4. Inspección de entrada y salida de productos						R/A	S
	4.1 Detectar anomalías de calidad de los productos entrantes			I		R	A
	4.2 Examinar la salida de inventario			I		R	A
5. Organización en el área de bodega				C	S	R/A	
	5.1 Impedir confusiones de tareas y responsabilidades			A	I	R	
	5.2 Inspeccionar cada puesto de trabajo y desempeño de los trabajadores				R/A	S	
6. Inspección de calidad					I	S	R/A
	6.1 Enseñanza de nuevos estándares de calidad					R/A	C
	6.2 Verificar la calidad en el origen y no pagar por productos defectuosos	I			R		A
	6.3 Garantizar la calidad del producto en todas las etapas de producción				R	I	A
7. Manejo de desechos				I	S	R/A	C
	7.1 Impedir vencimiento de productos				R	A	I
	7.2 Retiro adecuado de desechos por vencimiento o daños				A	R	C
8. Análisis de resultados				R/A			
	8.1 Comparación de daños de inventario de la nueva estructuración			R/A	I	C	
	8.2 Estudio de reducción vencimientos de productos en bodega			A	R	I	C
9. Contacto con proveedores		S	R/A	I			C
	9.1 Análisis de la materia prima	I			R		A
	9.2 Costo de adquisición equipos	R/A	I	C			
10. Asegurar Rotación de inventarios		I			S	R/A	

## ANÁLISIS DE CAMPOS DE FUERZAS

### Utilización

Ayuda a identificar y eliminar los obstáculos para la implementación de soluciones, en especial cuando se prevé que la implementación conlleve cambios significativos. Se aplica cuando no hay claridad acerca del mejoramiento que debe realizarse. La premisa se fundamenta en enfocar las estrategias en la reducción o eliminación de las fuerzas desfavorables y aumentar o fortalecer las fuerzas favorables.

Se consideran dos tipos de fuerzas, las fuerzas Impulsoras (*Driving Forces*) que facilitan el cambio y las fuerzas restrictivas (*Restrictive Forces*), las cuales evitan que el cambio ocurra.

### Procedimiento

Debe tenerse claramente definido el problema o caso a tratar. Luego, con ayuda de la técnica de brainstorm, diagrama de pescado, mapas mentales, etc., generar la lista de fuerzas favorables y desfavorables considerando todas las aristas posibles (organización, mano de obra, medio ambiente, etc.). Promover la reflexión honesta acerca de las verdaderas raíces del problema y de su solución.

Al costado izquierdo del formato se ubicará una lista de fuerzas, tanto internas como externas, que conducirán hacia la situación ideal deseada. En el otro extremo, al costado derecho, ubicar la lista de las fuerzas que limitarían el movimiento de la propuesta en análisis hacia el estado ideal.

Seguidamente, mediante acuerdos o complementando con métodos de clasificación como la técnica del grupo nominal y la multi votación, colocar las flechas en el diagrama, cada una de una longitud según la escala definida por el usuario. Una alternativa de escala puede constar de lo siguiente:

- Muy reducida
- Reducida
- Mediana
- Elevada
- Muy elevada

Seguidamente, realizar la sumatoria con base en el aporte que cada una de las flechas proporciona, tanto para fuerzas impulsoras como restrictivas. En este caso, por ejemplo, si la flecha inicia en la escala de cuatro, aportaría 4 puntos a la sumatoria.

Como resultados deseables se espera tener una lista de acciones requeridas producto de analizar cuáles fuerzas deben ser reducidas y cuáles deben ser fortalecidas y, además, la identificación de las personas que colaborarían en la implementación de dichas acciones.

Sin embargo, también hay que recordar que en ocasiones, no es conveniente solo tratar de mejorar los factores en la búsqueda de un cambio ya que podría tener un efecto opuesto, por lo que podría ser más útil eliminar barreras, es decir, mejorar los “cuellos de botella del cambio” en lugar de forzar las buenas razones.

**Ejemplo**

Debido a que se prevé que la implementación conlleve cambios significativos y con el fin de identificar los obs-

táculos para la implementación de la solución, se desarrolla un análisis de campo de fuerzas.

Ilustración 103 - Ejemplo análisis campo de fuerzas

Descripción actividad: <u>Proyectos de redistribución de planta</u>						Fecha creación: <u>Setiembre 2010</u>				
Lugar: <u>Planta proceso y empresa global</u>						Diagrama N°: <u>01</u>				
Método: <u>Todo el proceso</u>						Hoja N°: <u>1 / 1</u>				
Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>										

Fuerzas favorables						OBJETIVO:	Fuerzas desfavorables						
Descripción	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5	Descripción	
Reducción de tiempos de operaciones				→		Redistribución de la planta de proceso	←					Atrasos en la programación de la producción mientras se realiza la redistribución	
Aumento previsto en cantidad de producción		→					←	←					Requiere inversión económica importante
Mejora en los tiempos de supervisión al tener flujos más continuos				→			←						Necesario capacitar a personal en los nuevos métodos de trabajo
Hay equipo que ya requiere renovación por finalizar vida útil prevista				→			←						Necesario capacitar a personal en los nuevos flujos de recorrido
Se prevé reducción de índices de accidentabilidad				→			←						Crear nueva reglamentación de seguridad
Disminución de las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores.			→				←						Inconformidad de trabajadores por los cambios
Circulación adecuada para el personal, equipos móviles, materiales y productos en elaboración				→			←						Requiere tiempo para desarrollar estudios
Se reducen riesgos de deterioro del material y aumenta calidad del producto al juntar operaciones similares				→			←	←					Posibles quejas de clientes por atrasos
Localización de sitios para inspección, que permitan mejorar la calidad del producto				→			←						Devoluciones por defectos generados por la reorganización
Reducción del material en proceso.				→			←						Tiempo invertido en reuniones de evaluación de la propuesta
...													...
Flexibilización de los procesos que permita hacer frente a un entorno cambiante				→			←						Pruebas piloto requieren tiempo e inversión en dinero
				Total	41			33	Total				

Como primera conclusión, la resistencia al cambio es menor que lo esperado, aunque hay algunas fuerzas desfavorables con altos valores que hay que considerar con más detalle. También, de una u otra forma sirve para estimular la creatividad para la

búsqueda de acciones encaminadas a eliminar las fuerzas negativas y para concientizar sobre el esfuerzo que debe realizarse para lograr el cambio al tener que emplear energías para reforzar las fuerzas positivas.

## CAPÍTULO VI. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

---

En varias ocasiones, los proyectos de mejora requieren una valoración de la forma en cómo está distribuido físicamente su proceso productivo, en especial para empresas de manufactura, aunque muchos de los conceptos acá expuestos pueden adaptarse a empresas de servicio.

Debe hacerse una integración de todas las instalaciones involucradas, el movimiento de la materia prima, los espacios necesarios para el uso de máquinas y equipos, la máxima seguridad y satisfacción del personal involucrado, entre muchos otros aspectos. Sin olvidar, que todo lo anterior busca la economía en el proceso para verse reflejado en ganancias para la empresa.

Se busca mostrar un análisis secuencial, iniciando con la gráfica P-Q para contar con una proyección de la cantidad actual y futura de producción. Luego, se detalla cómo documentar, mediante un diagrama de flujo, los pasos que deben ejecutarse en su fabricación y se amplía con un diagrama multiproducto y una tabla matricial de recorrido la relación existente entre departamentos, las secuencias, flujos de materiales, distancias, retrocesos e intensidad de relaciones. Posteriormente, se muestra cómo realizar un diagrama de recorrido dentro de un plano a escala.

Ahora bien, el recorrido ideal, según los diagramas anteriores, debe complementarse con características propias de las operaciones (seguridad, control, ruido, tránsito excesivo, tiempo proceso, etc.) y por ello los diagramas, relacional de actividades y relacional de espacios, son de gran importancia.

Posteriormente se complementa el capítulo con un diagrama de ensamble, que a su vez da cabida a la explicación de cómo registrar el trabajo manual de los trabajadores mediante un diagrama bimanual. Finalmente, se muestra una herramienta para mantener información acerca del flujo de todos los materiales usados en el proceso (PFEP) y de cómo ajustar las habilidades requeridas por los trabajadores para desempeñarse eficientemente y cumplir con el proceso (PPCP).

### GRÁFICA P-Q

#### Utilización

Primeramente, hay que mencionar que la gráfica P-Q (*Product-Quantity*) puede realizarse para productos individuales o para grupos de productos asociados por similitudes llamadas generalmente “familias”. Igualmente, hay que mencionar que este análisis se basa mucho en el principio denominado “muchos triviales, pocos vitales”, que también es conocido como el principio “80/20”, el cual es muy utilizado en

el método de clasificación ABC para el control de inventarios en función del valor monetario de los artículos.

Para explicar la regla 80/20 podría generalizarse que el 20% de los ingresos por ventas proviene del 80% de los productos que se fabrican y que por lógica inversa solo un 20% de los productos dan ingresos notables para la empresa. Esto es utilizado para tomar decisiones relevantes con respecto de la producción, ya que representa un argumento para realizar la distribución de las instalaciones, enfocando el énfasis en los productos más significativos.

### Procedimiento

Realizar una lista de los productos que se elaboran en la planta. Posteriormente determinar si es necesario realizar una agrupación de los mismos por sus características, condiciones de fabricación o por la naturaleza misma en "familias".

Analizar las cantidades que se han fabricado en periodos pasados y las tendencias proyectadas a futuro de cada uno de los productos o familias. Revisar la agrupación previa realizada para evaluar posibles cambios.

Considerar como opciones, todavía válidas, las disposiciones clásicas de procesos las cuales se resumen a continuación

- a. **Ubicación del proceso en línea:** utilizado cuando hay grandes cantidades por fabricar, el diseño del producto que se fabrica ya se encuentra estandarizado y es posible balancear los tiempos de las operaciones o estaciones de trabajos ya que existe con una demanda estable.

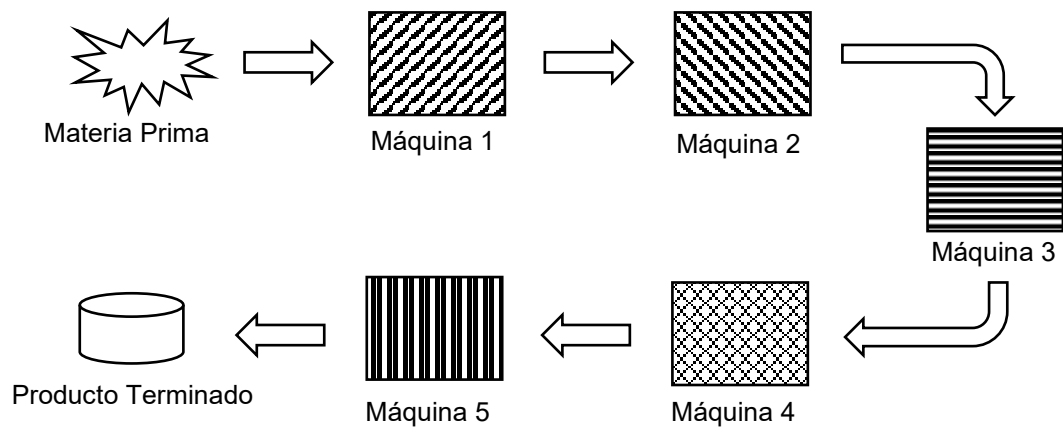
Entre las ventajas se cuenta con:

- Reducción en el manejo de materiales.
- Uso efectivo de la mano de obra (mayor especialización del método de trabajo por repetición).
- Menos cantidades de material en proceso.
- La producción puede ser pieza a pieza o en flujo por lotes.

Entre las desventajas se cuenta con:

- Proceso poco flexible a cambios.
- Inversión elevada en equipos.
- El conjunto depende de cada parte.
- Trabajos muy monótonos.

Ilustración 104 - Elaboración o montaje en línea



- b. **Ubicación del proceso por secciones:** se utiliza cuando la producción está orientada al proceso con lotes normalmente pequeños, formados por productos con variados tiempos de operaciones y con variadas secuencias de producción.

Entre las ventajas se cuenta con:

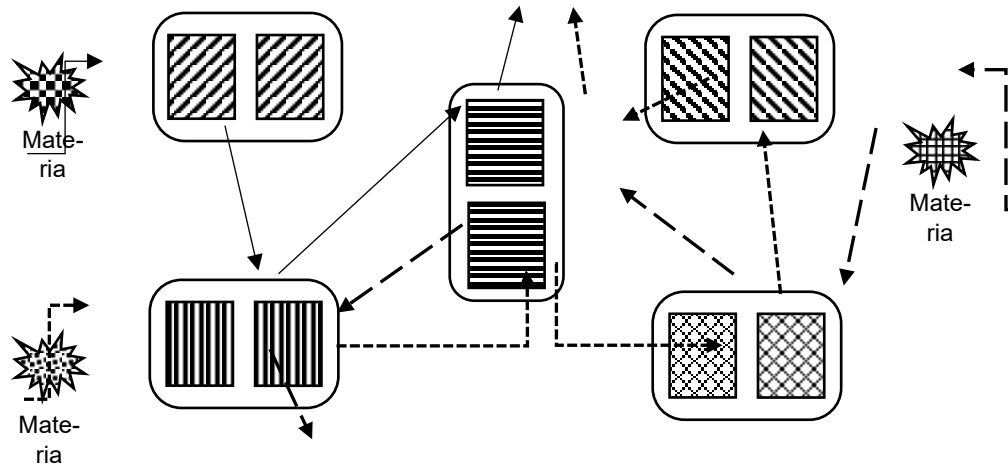
- Flexibilidad del proceso (equipo y personal).
- Menos inversión en equipos.
- Fallo de una máquina no implica detención del proceso completo.

- Diversidad de tareas, lo que disminuye la monotonía.

Entre las desventajas se cuenta con:

- Baja eficiencia en manejo de materiales.
- Dificultad para programar producción por la variedad de productos.
- Cada trabajo es diferente y requiere aprendizaje.

Ilustración 105 - Procesos en secciones



- c. **Ubicación del proceso por puesto fijo:** es utilizado cuando hay un alto costo del desplazamiento del producto, por factores relacionados con volumen, peso o costo de desplazamiento y cuando las operaciones ocupan máquinas y herramientas sencillas que les permiten moverse. Generalmente se fabrica solo una sola pieza a la vez o en muy poca cantidad y su efectividad es función de la habilidad del operario.

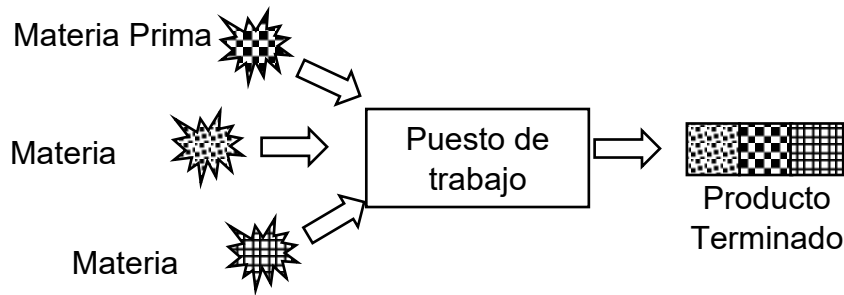
Entre las ventajas se cuenta con:

- Se adapta a variedad de productos y demandas.
- Cuenta con un bajo costo de preparación o cambio de producción.

Entre las desventajas se cuenta con:

- Requiere operarios altamente especializados.
- La calidad recae en gran medida en el operario.

Ilustración 106 - Proceso en puesto fijo

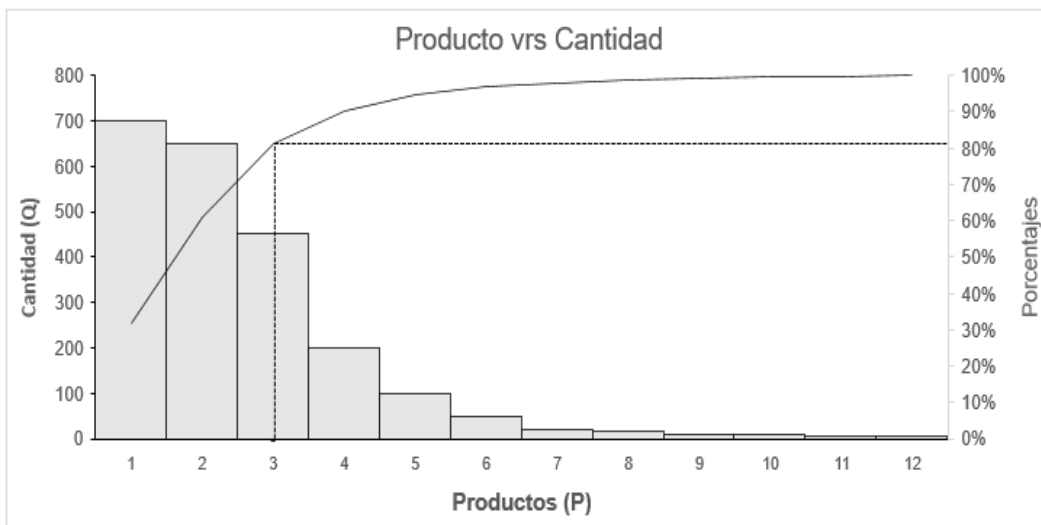


Posteriormente, establecer las cantidades anuales proyectadas para la fabricación de cada grupo y ordenar de forma descendente las cantidades de manera que el producto que más se fabrica esté en primer lugar. Generalmente se considera el número de piezas, pero la unidad de medida utilizada dependerá de la naturaleza de los artículos que se estudian, pudiendo con-

siderarse también pesos, volúmenes o el valor monetario.

Obtener una columna para los porcentajes en relación con el total y otra para los porcentajes acumulados y con base en esta información realizar el gráfico de barras ilustrativo, con las cantidades en el eje vertical y la lista de productos en el eje horizontal. Tomar como guía la siguiente ilustración:

Ilustración 107 - Ejemplo de gráfica P-Q



Analizar los resultados de la gráfica para tomar decisiones de la forma de distribución más acorde para los planes futuros de producción establecidos. A manera de resumen podrían valorarse las siguientes situaciones según fuere la gráfica resultante:

#### Imagen A:

- Recomendada; distribución en posición fija.
- Hay poca cantidad de producto con baja cantidad de producción.
- La distribución en línea no es recomendada ya que hay pocos productos y requiere mucha inversión.

#### Imagen B:

- Hay poca cantidad de producto con mucha cantidad de producción.
- Dependiendo de la capacidad económica de la empresa puede considerarse una distribución en línea.

#### Imagen C:

- Hay gran cantidad de productos, pero con poca cantidad de producción.
- Si el peso o volumen de los productos es un factor relevante, entonces se recomienda una distribución fija para movilizarse lo menos posible.
- Si el peso no es un factor relevante entonces se recomienda

una distribución por procesos. Así, la amplia cantidad de productos transitarán por las secciones que requieran donde se podrán procesar diferentes tipos de productos.

#### Imagen D:

- No se visualiza una tendencia marcada por lo que pueden realizarse una combinación de los tipos clásicos de distribuciones.
- Distribución por procesos o en línea para las agrupaciones de la primera parte de la gráfica.
- Posición fija para los pocos productos que fabrican pocas cantidades.
- Tomar la decisión para los ubicados en la parte intermedia de la gráfica.

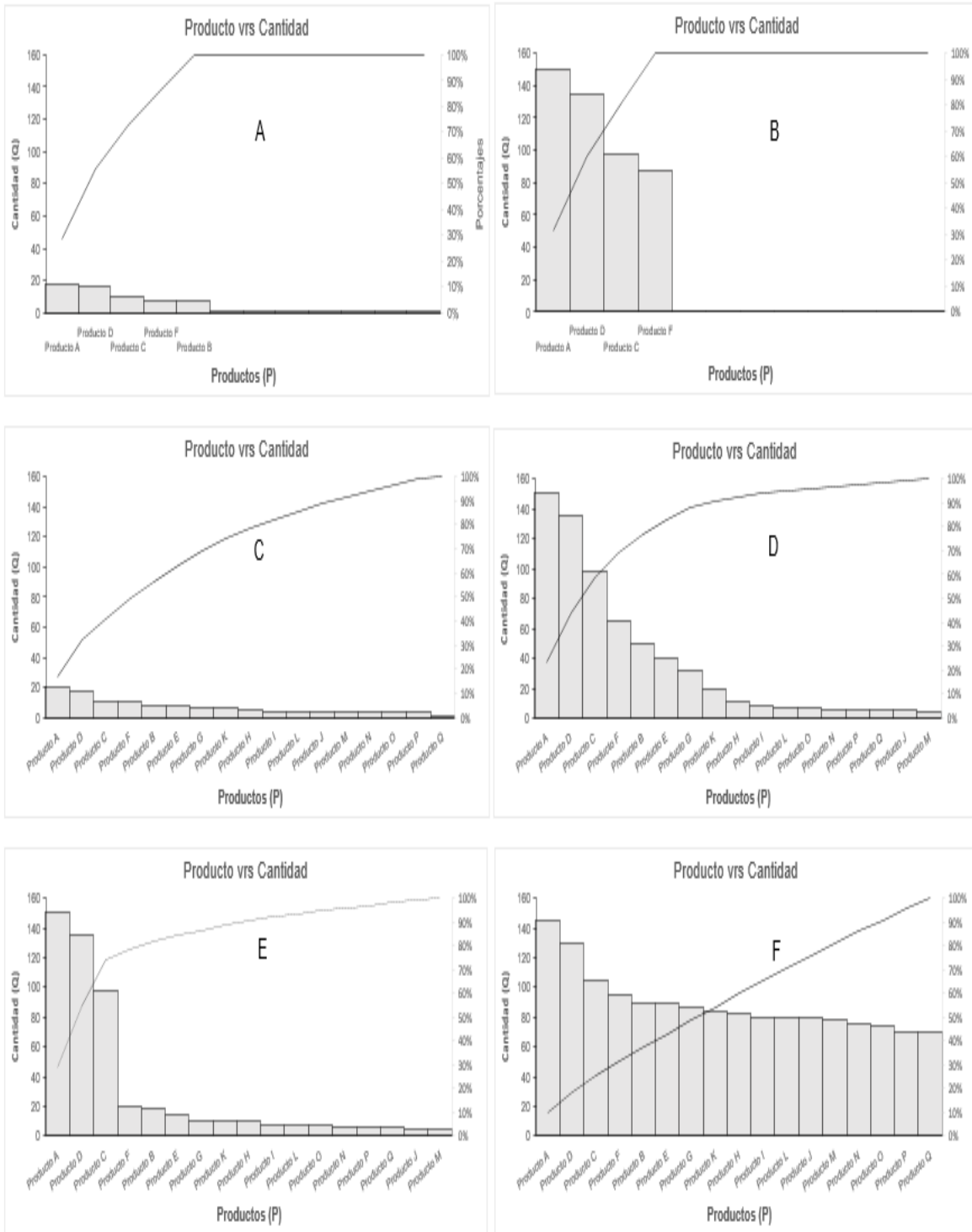
#### Imagen E:

- En este caso sí se visualiza una tendencia marcada.
- Distribución en línea para las agrupaciones de la primera parte de la gráfica.
- Distribución por procesos para las agrupaciones de la segunda parte de la gráfica.

#### Imagen F:

- Hay gran cantidad de productos, con gran cantidad de producción.
- Marcada tendencia a realizar una distribución por procesos.

Ilustración 108 - Guía de posibles resultados P-Q



Debe aclararse que el análisis está destinado para procesos y productos similares entre sí, por lo que la gráfica no aplicaría cuando se fabrican productos de distinta naturaleza; por ejemplo, desde artículos en madera hasta componentes electrónicos, lo cual requeriría de un análisis por separado para cada uno.

### Ejemplo

Se realiza una proyección de la cantidad actual y futura de producción de los artículos que se elaboran en la empresa, para considerar la información resultante como parte de los insumos requeridos para ejecutar la propuesta de redistribución de planta. Los resultados son los siguientes:

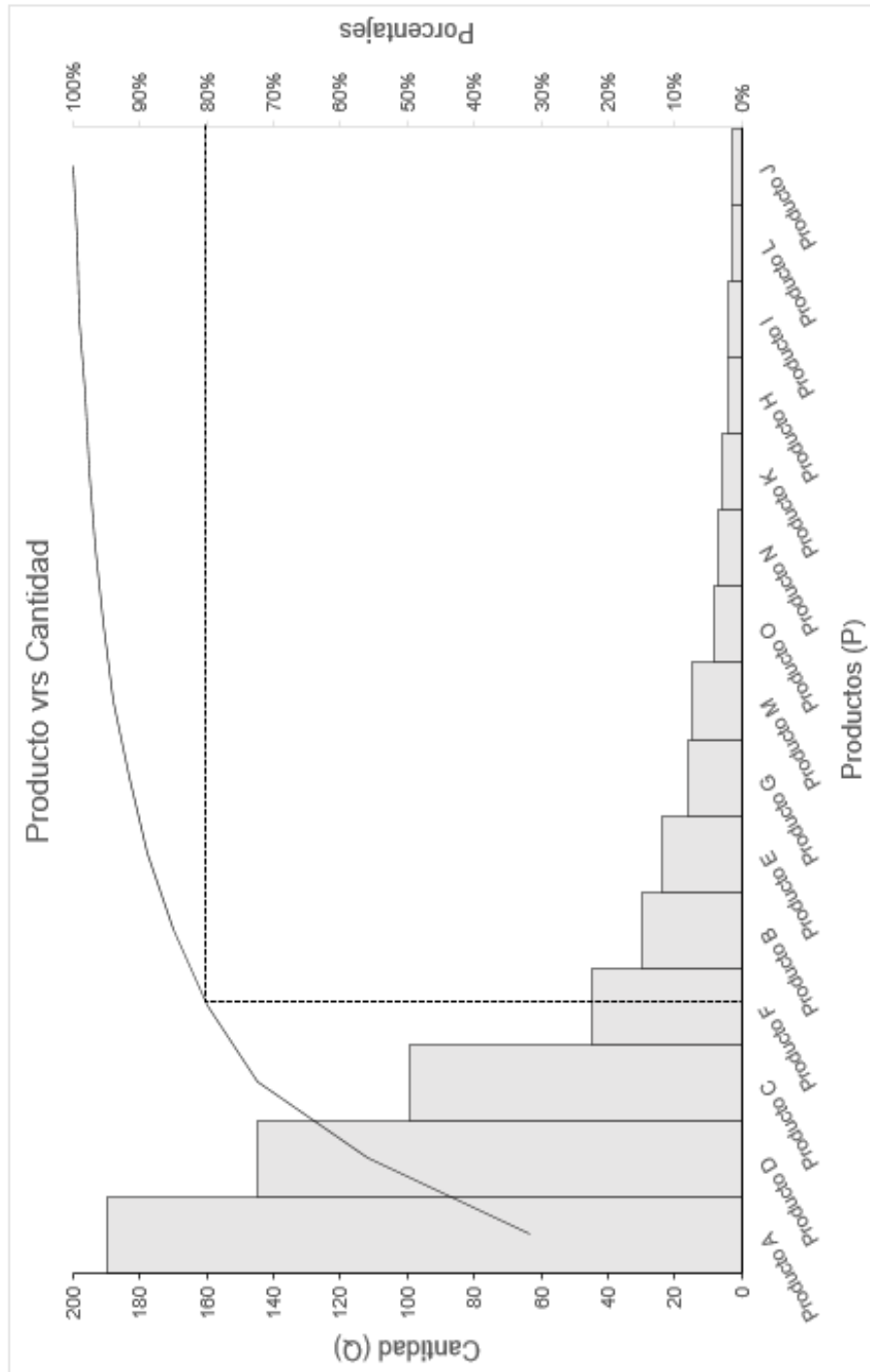
Ilustración 109 - Datos referencia P-Q

Producto	Cantidad	%	% Acumulado
Producto A	190	31,7%	31,7%
Producto D	145	24,2%	55,9%
Producto C	99	16,5%	72,5%
Producto F	45	7,5%	80,0%
Producto B	30	5,0%	85,0%
Producto E	24	4,0%	89,0%
Producto G	16	2,7%	91,7%
Producto M	15	2,5%	94,2%
Producto O	8	1,3%	95,5%
Producto N	7	1,2%	96,7%
Producto K	6	1,0%	97,7%
Producto H	4	0,7%	98,3%
Producto I	4	0,7%	99,0%
Producto L	3	0,5%	99,5%
Producto J	3	0,5%	100,0%

Hay que recalcar lo indicado al inicio sobre la relación 80/20, donde 4 de los artículos representan el 80% de la producción, siendo uno de ellos (producto

A) el que tiene la mayor representación. Gráficamente se puede visualizar de mejor manera la relación a continuación:

Ilustración 110 - Gráfica P-Q para proyecto



## DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

### Utilización






Es útil para representar de manera gráfica los pasos de una parte o la totalidad de un proceso; para documentarlo, conocer la relación de sus componentes, mejorar un proceso o modelar uno nuevo. También se conoce como *diagrama de flujo de proceso* o *cursograma sinóptico* ya que presenta partes principales de manera clara, rápida y resumida antes de iniciar con el análisis en detalle de este.

### Procedimiento

Debe iniciarse con el encabezado del diagrama, incluyendo información general que ubique a futuros lectores en el contexto del diagrama con datos de quién lo realiza, la fecha, si corresponde a un método vigente o es una propuesta nueva, etc. además debe mostrarse un cuadro resumen de resultados.

Para el diagrama de flujo de proceso, generalmente solo se incluyen las operaciones e inspecciones y la simbología que se utiliza es la mostrada.











Ilustración 111 - Simbologías para flujo de proceso

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Actividad que genere cambio o valor al producto.
Inspección		Revisiones de calidad, lecturas o análisis de datos.
Almacén		Almacenado, pero no a la espera de ser procesado.
Línea		Horizontal. Llegadas al proceso.
Línea		Indica el orden y secuencia de las operaciones.

Sin embargo, la simbología utilizada, está en relación con el tipo de diagrama de flujo. Por ejemplo, hay aplicaciones muy específicas de diagrama-

mas de flujo de datos utilizados para la programación de computadoras. Algunas de estas simbologías se muestran a continuación.

Ilustración 112 - Simbologías para diagrama de flujo

Símbolo	Descripción
	Para la toma de decisiones.
	Se ejecuta inspección-operación simultáneamente.
	Para indicar la generación de un registro.
	Para agregar información a un registro.
	Se ejecuta operación - transporte simultáneamente.
	Un documento impreso.
	Tareas descritas en un diagrama de flujo separado.
	Movimiento del material manual o con dispositivo.
	Cuando se está a la espera de ser procesado.
	Marca el final del sistema diagramado.

Para elaborar el diagrama de flujo de proceso, debe iniciarse en la esquina derecha de la hoja de trabajo, por la pieza más importante o por aquella que requiera mayor número de operaciones.

Es costumbre colocar la descripción general del nombre de la operación al costado derecho y los tiempos de duración al costado izquierdo del símbolo.

Finalmente, luego de tener certeza absoluta de que el diagrama describe perfectamente la realidad del proceso se debe analizar con detalle buscando las respuestas a preguntas como, por ejemplo, las siguientes.

- ¿Es necesaria cada una de las operaciones?
- ¿Hay otras formas para ejecutar cada una de las operaciones?
- ¿El operario asignado a la operación es el más adecuado?
- ¿Hay tolerancias estrictas en exceso que están generando mucho producto defectuoso?
- ¿Se requieren especificaciones para el material que se procesa?
- ¿Cómo podrían reducirse los tiempos de estándar de cada operación?
- ¿Alguna operación puede ser subcontratada externamente?

**Ejemplo**

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del producto código A de la empresa, el cual es uno de los productos más representativos con que cuenta en la actualidad.

Luego de elaborar y revisar el diagrama

se procede con su análisis para tratar de identificar mejoras al flujo del proceso. Al ser este ejemplo un diagrama del proceso actual, en caso de proponer mejoras, deberá realizarse un segundo diagrama para describir el método propuesto con los cambios sugeridos para la nueva versión.

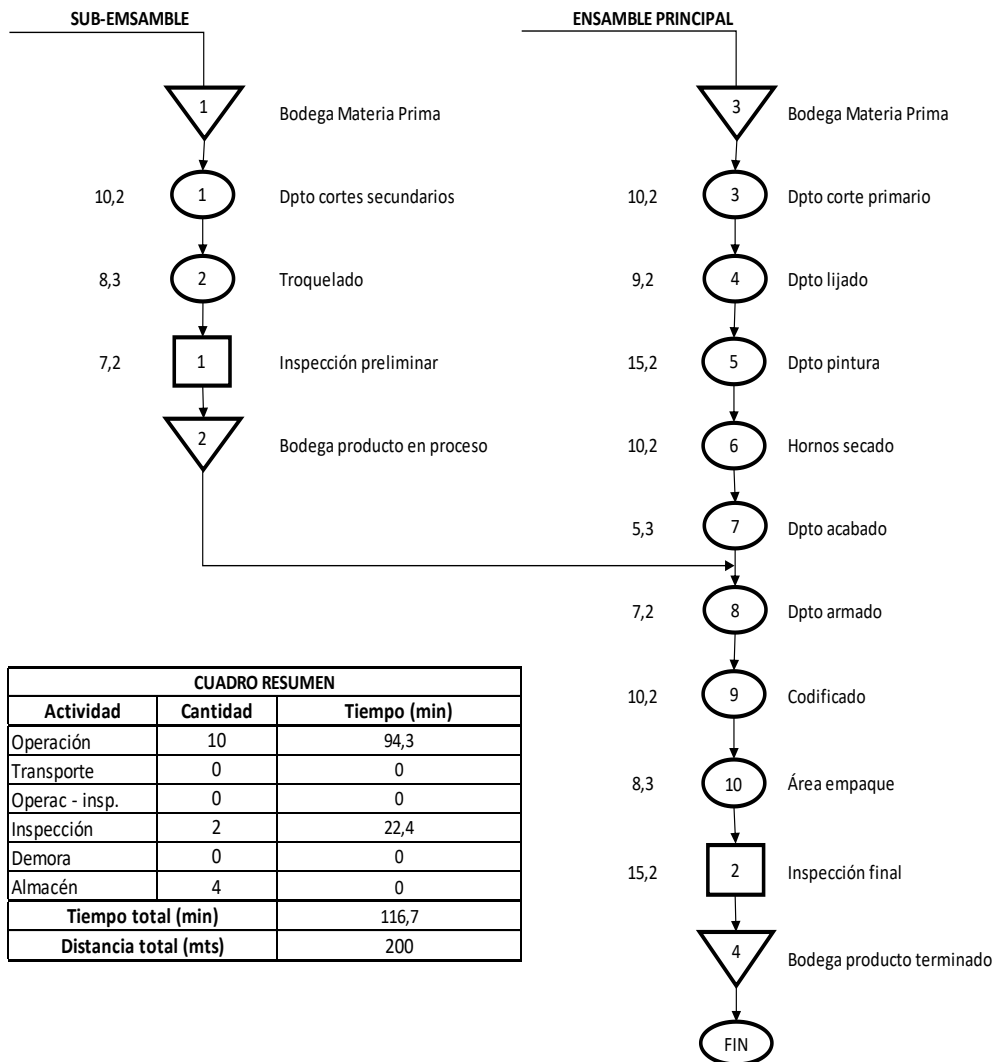
Ilustración 113 - Ejemplo de diagrama de flujo

Descripción actividad: Diagramación del flujo del proceso completo de fabricación

Lugar: Planta proceso principal Fecha: Setiembre 2010

Método: Fabricación producto código A Método: Actual  Propuesto  Diagrama N°: 01

Elaborado por: Gerencia de Producción Tipo: Operario  Material  Maquinaria  Hoja N°: 1 / 1



## DIAGRAMA RECORRIDO MULTI-PRODUCTO

### Utilización

Es utilizado cuando se quiere visualizar la relación existente entre las áreas o departamentos y el tipo de labor realizada con respecto a una cantidad considerable de productos, con el fin de analizar el orden de las secuencias, flujos de materiales, distancias recorridas, retrocesos e intensidad de relaciones entre dos o más áreas de trabajo, para hacer una planeación conjunta de la distribución para todo un grupo, en especial para grupos de productos con procesos similares.

Por ejemplo, como parte del análisis, pueden intercambiarse filas en el diagrama con el fin de obtener el orden más adecuado que minimiza retrocesos y distancias recorridas, en la búsqueda de un orden más lineal o en su defecto recorridos en forma de “U” o circulares.

El objetivo primordial consiste en buscar obtener un recorrido progresivo con un mínimo de retrocesos, en identificar los dobles recorridos (cuando en una misma secuencia se pasa más de una vez por la misma operación) y en determinar las operaciones que presentan la mayor intensidad de circulación; todo lo anterior con el fin de establecer la secuencia óptima de recorrido.

Si la cantidad de productos es excesiva y no pueden realizarse comparaciones en una misma hoja, pueden realizarse análisis por grupos de productos con algún criterio como, por ejemplo: secuencias operacionales comunes, uso de mismos equipos, tránsito por puestos de trabajo claves, etc. Sin embargo, este diagrama no da el detalle de los acoplamientos de las

piezas y queda limitado a los principales productos de la empresa y a los recorridos que no tienen más de 2 líneas en el gráfico para los grupos y subgrupos.

### Procedimiento

En la parte izquierda del diagrama se coloca la secuencia de producción, la cual puede estar referida a operaciones que forman un artículo o también a los departamentos o secciones por las que pasan los productos para su elaboración final dentro del proceso de producción.

En la parte superior del diagrama se colocan los productos, con la finalidad de tener columnas separadas para observar la secuencia operacional de cada producto mostrado por medio del recorrido y para comparar producto a producto. Se describe la secuencia con la simbología respectiva y ubicando los tiempos de cada una de las operaciones o inspecciones que se realizan.

En la sección inferior se muestra el resumen de los elementos que componen cada uno de los flujos de los productos incluyendo sus cantidades, así como los tiempos que requieren.

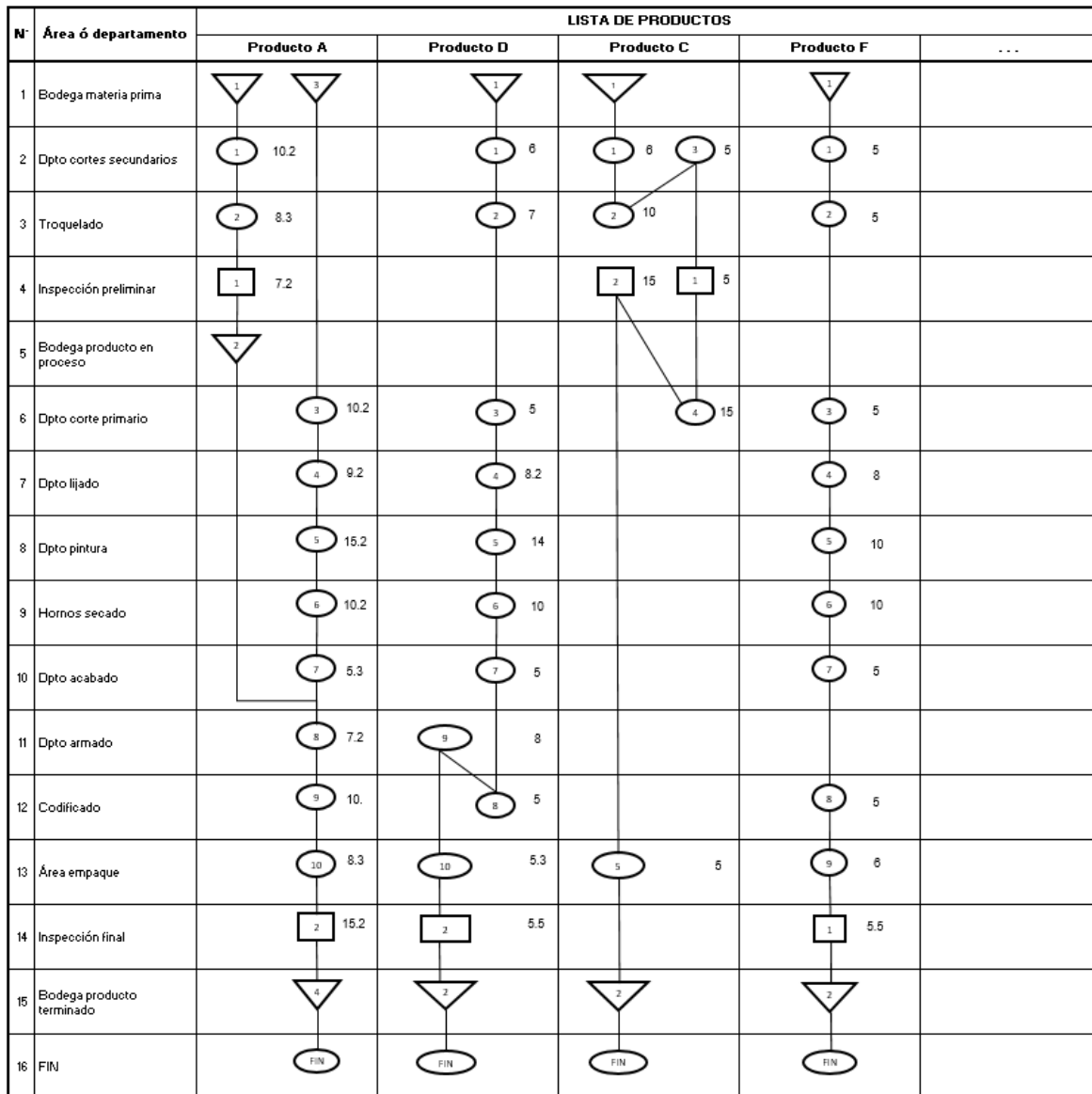
### Ejemplo

Debido a que se cuenta en la empresa con una cantidad considerable de productos y con el fin de analizar el orden de las secuencias y otros aspectos de mejora, se realiza el diagrama de recorrido multiproducto, el cual incluye el flujo de proceso del producto principal de la empresa (código A).

Hay que aclarar que se detallan, para efectos de este ejemplo, solo los productos principales ya que la totalidad de los productos que fabrica la empresa se deberían puntualizar en una tabla matricial.

Ilustración 114 - Ejemplo diagrama recorrido multi producto

Descripción actividad: Diagrama multiproducto  
 Lugar: Planta proceso principal Fecha: Setiembre 2010  
 Método: Principales productos de la empresa Método: Actual  Propuesto   
 Diagrama N°: 01  
 Elaborado por: Grupo de análisis y mejora Tipo: Operario  Material  Maquinaria  Hoja N°: 1 / 1



RESUMEN	Actividad	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)	Cantidad	Tiempo (min)
	Operaciones	10	94,3	10	73,5	5	41	8	54,4	-	-
	Inspecciones	2	22,4	1	5,5	2	20	1	5,5	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>12</b>	<b>116,7</b>	<b>11</b>	<b>79</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>59,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## TABLA MATRICIAL DE RECORRIDO

### Utilización

Se utiliza cuando hay una excesiva cantidad de productos a los cuales se requiere hacer el análisis de recorrido y el diagrama multi producto no es suficiente para ello. De igual manera se puede desarrollar también para el recorrido de piezas o materiales. También es conocido como diagrama cruzado por su forma y en caso de que se le agreguen las distancias recibe el nombre de diagrama de trayecto.

### Procedimiento

Primeramente, se colocan los puestos de trabajo o las operaciones numerándolas de manera horizontal y vertical en el mismo orden, donde la intersección de cada línea con cada columna se utiliza para registrar el movimiento entre las áreas, departamentos u operaciones que están en estudio.

Dentro de los cuadros de intersección se coloca alguna nomenclatura para identificar la secuencia de recorrido de cada producto, por ejemplo, si un producto pasa de la operación de lijado a la operación de armado, la letra o código que corresponde a dicho producto se coloca en la intersección “de lijado a armado”. También pueden colocarse números que identificarán la intensidad de recorridos en el mismo recuadro entre ambas secciones.

Finalizado el registro se procede a la sumatoria de la cantidad de letras (o la nomenclatura que se utilice) en cada recuadro y se obtienen las sumas totales, las cuales representan el valor del recorrido entre cada dos operaciones o puestos de trabajo.

Las operaciones o áreas que tengan la mayor intensidad de recorrido indica-

rían las relaciones más importantes, aunque también puede calcularse un porcentaje de recorrido total que da una idea de la importancia relativa del recorrido entre cada área de trabajo y todas las demás. Adicionalmente, para un mayor análisis pueden usarse valores ponderados considerando las cantidades de recorrido entre estaciones multiplicadas por algún factor de interés que pueden ser las dimensiones, el peso o los volúmenes de las piezas o producto para cada operación.

Los valores sobre la línea diagonal que va de extremo a extremo corresponden a los desplazamientos útiles y los valores de los recuadros debajo de la línea indican por el contrario los retrocesos.

### Ejemplo

Debido a que se cuenta con una elevada cantidad de productos y para efecto de análisis y mejora del proceso, se realiza la tabla matricial de recorrido, donde se deben incluir la totalidad de los productos.

Primeramente, se determinan con ayuda de los diagramas de flujo, para cada uno de los productos, el recorrido que realizan en el proceso productivo. Las letras en este caso corresponden al código o nomenclatura asignada al producto, los totales indican el recorrido (no la intensidad) desde un área / departamento / operación hacia otra.

En la columna de “% recorrido” se determina la relación entre el recorrido de cada estación con respecto al total de recorridos generados. Por ejemplo, el primer valor de 10.9% indica la relación entre (5 ÷ 46). La tabla matricial es la siguiente:



Alternativamente puede incluirse el conteo de la intensidad de recorrido entre y hacia cada una de las estaciones. En este caso, si por ejemplo el recorrido entre “Bodega de materia prima” y “Departamento de corte secundario” tiene en su casilla la numeración 4/24, el valor a la izquierda (4), representa la cantidad de tipos de productos de la empresa que realizan esa trayectoria y el valor a la derecha (24), indica la intensidad que provocan esos recorridos a lo largo de la jornada.

De igual forma, se incluye la columna “% Intensidad” que muestra la relación del porcentaje relativo a la intensidad de recorridos entre estaciones. El re-

sultado sería el mostrado en el ejemplo tabla matricial (intensidad).

Las conclusiones luego del análisis pueden ir enfocadas en la determinación de los siguientes aspectos guía sugeridos:

- Cantidad de retrocesos.
- Intensidad de recorridos en los retrocesos.
- Intensidad de recorridos totales.
- Importancia relativa del recorrido entre cada área de trabajo y todas las demás.
- Las relaciones más importantes; áreas con mayor intensidad de recorrido.



## DIAGRAMA DE RECORRIDO

### Utilización

Este diagrama muestra el recorrido que ejecuta el producto durante su proceso de manufactura a través de todas las estaciones u operaciones necesarias. Es un instrumento de análisis que busca mejorar un proceso por lo que antes de contar con el diagrama óptimo deben evaluarse una serie de aspectos que contribuyan a su mejora, tales como la necesidad de eliminar o combinar operaciones, cambiar la secuencia inicial o mejorar el método de trabajo de las operaciones.

Se busca al final lograr implementar un flujo continuo sin retrocesos que tome en cuenta los movimientos, las dimensiones, el volumen, el peso de los materiales y los costos de transporte. Este diagrama se utiliza cuando se tienen de uno a tres productos como máximo debido a la saturación del diagrama y preferiblemente con productos estandarizados. Cuando hay más productos puede considerarse el diagrama multiproducto y si la cantidad es más amplia, la tabla matricial de trabajo como opciones adicionales.

### Procedimiento

Se toma como base el diagrama de flujo de proceso del producto en estudio y se muestran en un plano a escala todas las actividades que aparecen en el diagrama. Cada actividad es numerada de acuerdo con el diagrama de flujo de proceso e identificada y localizada por su símbolo, y la ruta de los movimientos se señala por medio de líneas.

Para evitar la saturación se requiere no más de tres elementos en el mismo diagrama y para una mejor interpretación se deben utilizar líneas de distinto color para distinguir los recorridos. Adicionalmente, si hay retrocesos en el flujo, es necesario que se utilicen líneas separadas para cada desplazamiento. También aplica cuando se desea representar el método actual y el método propuesto en el mismo plano.

Es relevante que el plano o croquis sobre el que se ubique el diagrama de recorrido sea a escala para poder determinar distancias, cruces de línea, retrocesos u otras opciones de mejora relevantes. La simbología que se utiliza es la misma para el diagrama de flujo de proceso.

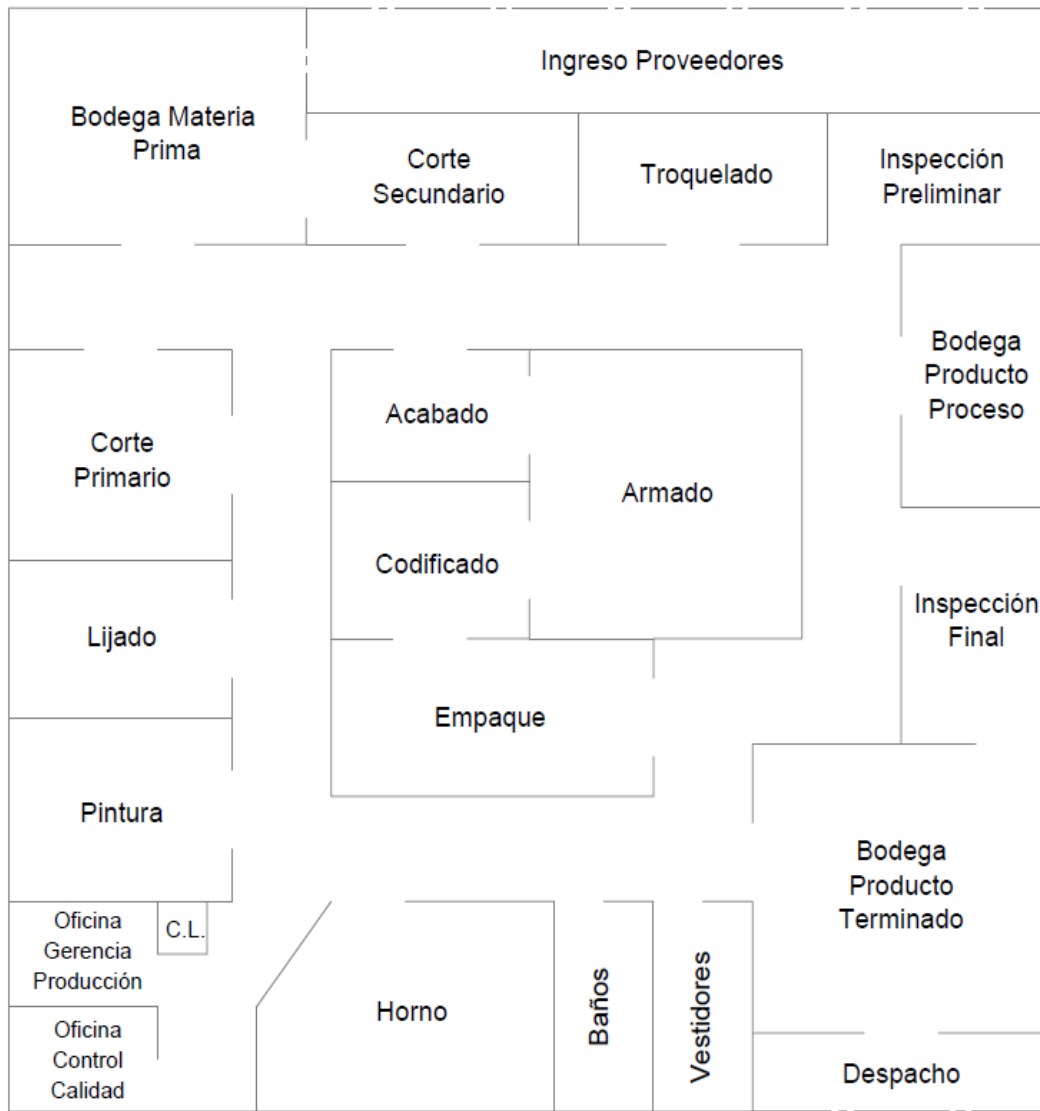
### Ejemplo

A continuación, se muestra el diagrama de recorrido ubicado en un plano a escala correspondiente al flujo de proceso del producto código A de la empresa.

Las conclusiones que se obtengan del diagrama estarán orientadas en forma general a los siguientes aspectos:

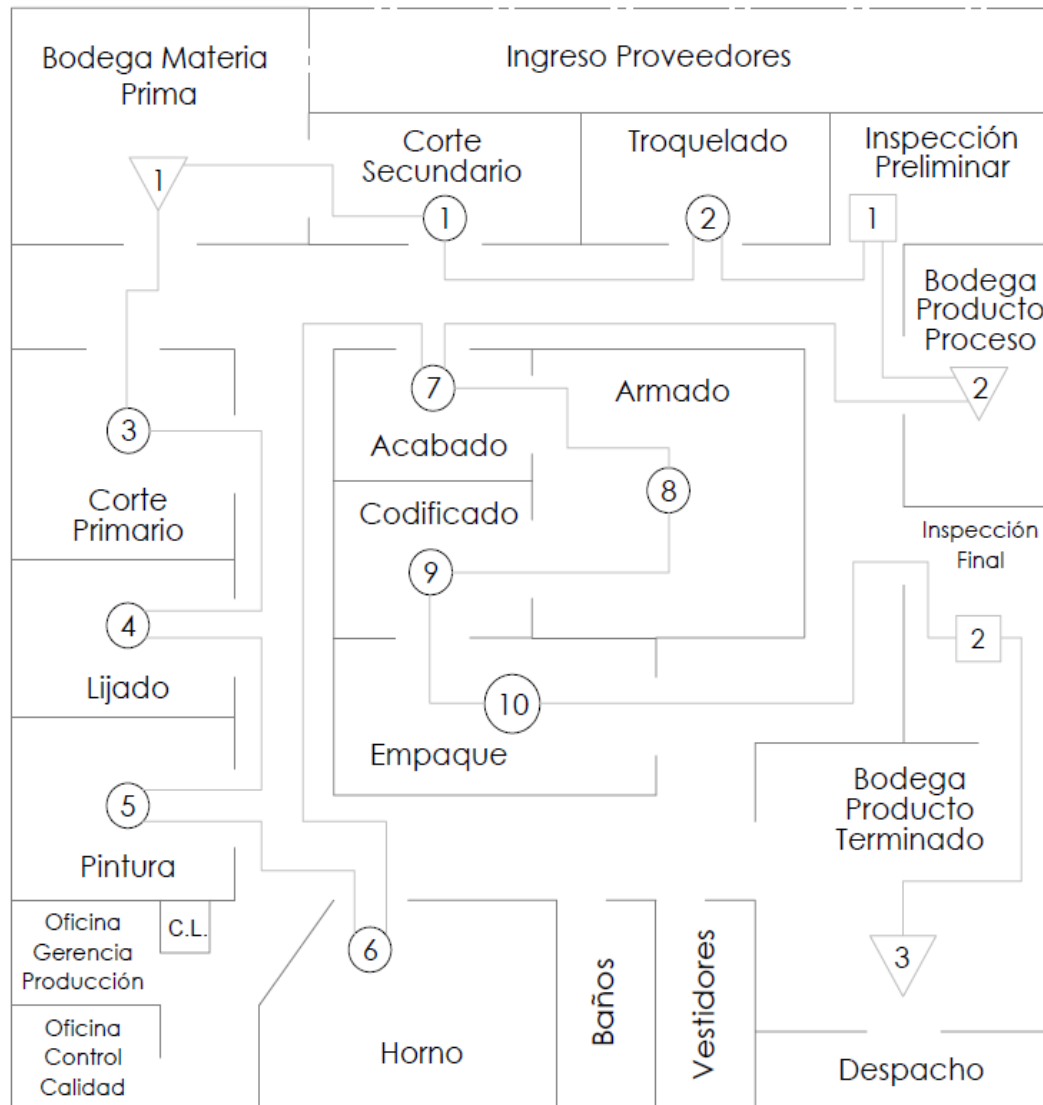
- Análisis de la cantidad de desplazamientos.
- Estudio de los retrocesos.
- Tiempos de desplazamiento.
- Cruces de línea en el recorrido.
- Mejora de la distribución de la planta de proceso.

Ilustración 117 - Plano a escala de planta



<b>PROYECTO:</b>  Distribución de Planta	ESCALA: 1:125	ACOTACIÓN: m
	DISEÑO: Fabricio Gómez Carballo	FECHA: Febrero, 2011
	DIBUJO: Fabricio Gómez Carballo	(Empty)
	SUPERVISÓ: Luis Eladio Rodríguez González	(Empty)

Ilustración 118 - Ejemplo de diagrama de recorrido



<b>PROYECTO:</b>  Distribución de Planta	ESCALA: 1:125	ACOTACIÓN: m
	DISEÑO: Fabricio Gómez Carballo	FECHA: Febrero, 2011
	DIBUJÓ: Fabricio Gómez Carballo	
	SUPERVISÓ: Luis Eladio Rodríguez González	

## DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

### Utilización

El recorrido de los productos dentro de las instalaciones físicas tiene gran relevancia para realizar el análisis de propuestas de distribución o redistribución de la planta productiva, sin embargo, hay ocasiones donde no es recomendable considerar solamente los resultados obtenidos en los diagramas de flujo y de recorrido.

De esta forma, el recorrido de los productos no es el único factor que determina la distribución de las operaciones del proceso y la ubicación de las secciones, departamentos o maquinaria. Un primer motivo se da cuando se determina un recorrido ideal y hay características propias de las operaciones que por diferentes factores (motivos de seguridad, de control, de ruido, tránsito excesivo, etc.) requieren estar fuera de la secuencia.

También, se da el caso cuando el recorrido de los productos es poco frecuente entre secciones o departamentos, ya que hay un escaso traslado de materiales o que inclusive el procesamiento del material puede durar días o semanas en cada estación.

Otro motivo es que los servicios anexos tales como vestidores, baños, oficinas, mantenimiento, etc. también requieren ser considerados en el recorrido de manera integral.

Finalmente, existen algunos tipos de empresas, como por ejemplo empresas de servicios, donde la mayoría de las veces, no hay tránsito de materias primas, pero sí existe una fuerte relación entre actividades o departamento para el correcto flujo del proceso y es en estos casos donde el diagrama relacional de actividades adquiere aún más valía.

El objetivo final es llevar a una representación gráfica los resultados de la tabla relacional de actividades y el diagrama de recorrido para reflejar la mejor relación que deba existir.

### Procedimiento

Debe iniciarse formando una lista de motivos de cercanía, es decir, las razones por las cuales dos departamentos o secciones dentro de la planta productiva deben estar cerca uno del otro. No existen una cantidad definida, pero sí debe considerarse el código 0 para indicar "sin importancia" dentro de los motivos; un ejemplo sería el siguiente:

Ilustración 119 - Motivos de relación de cercanía

Código	Motivos de relación de cercanía
0	Sin importancia
1	Traslado constante de materiales entre sí
2	Necesitan a un mismo operario
3	Comparten misma fuente eléctrica
4	Generan mucho ruido
5	Proporcionan mucho desecho
6	Necesita inspección permanente
7	Requieren supervisión cercana
8	Requieren comunicación constante
9	Por razones de seguridad

De igual forma deben incluirse los códigos de relación, los cuales están formados por letras, colores o líneas y

como costumbre establecida, tienen los siguientes significados.

Ilustración 120 - Códigos de relación

Código	Relación	Color	Forma
A	Absolutamente necesaria	Negro	=====
E	Especialmente necesaria	Amarillo	=====
I	Importante	Verde	=====
O	Ordinaria	Azul	=====
U	Sin importancia	Blanco	
X	Rechazable ó evitable	Rojo	~~~~~

Luego se coloca la tabla relacional, que es un cuadro diagonal donde se plasman las relaciones entre cada ac-

tividad con respecto a todas las demás; incluyen los servicios anexos como las oficinas, comedores, vesti-

dores cuarto eléctrico, etc. No debe olvidarse el encabezado del diagrama ya que tiene como finalidad ubicar al lector con datos del lugar, fecha y otra información relevante.

El objetivo de la tabla anterior es poder evaluar todas las relaciones y determinar las actividades que deben estar cerca y las que deben alejarse, por ello, en cada casilla se coloca una letra (código de relación) y un número (motivo de relación), para obtener así gran cantidad de información significativa

contenida en una sola hoja. Otra forma que puede considerarse para mostrar la relación de actividades es por medio de círculos donde cada uno de ellos representa una sección de la planta y sus relaciones estarán determinadas por la cantidad de líneas entre ellos o el color de la línea, donde el orden de colocación de los círculos no tiene importancia al inicio, sin embargo, más adelante puede ajustarse a la ubicación de las estaciones según el plano de distribución establecido.

Ilustración 121 - Tabla relacional actividades

Descripción actividad: _____		
Lugar: _____	Fecha: _____	Diagrama N°: _____
Método: _____	Elaborado por: _____	Hoja N°: _____

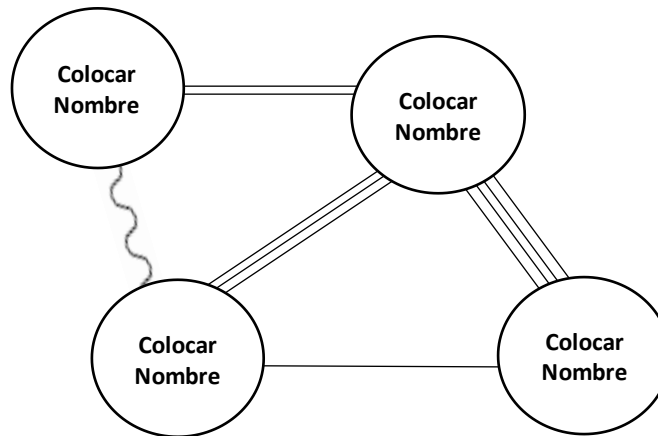
  

N°	Área ó departamento	
1	Bodega materia prima	
2	Dpto cortes secundarios	
3	Troquelado	
4	Inspección preliminar	
5	Bodega producto en proceso	
6	Dpto corte primario	
7	Dpto lijado	
8	Dpto pintura	
9	Hornos secado	
10	Dpto acabado	
11	Dpto armado	
12	Codificado	
13	Área empaque	
14	Inspección final	
15	Bodega producto terminado	
16	Cuarto de limpieza	
17	Oficinas gerencia producción	
18	Oficina control de calidad	
19	Baños-sanitarios	
20	Vestidores	

Al elaborarlo primero se realizan las uniones del tipo A (Absolutamente necesaria), luego las del tipo E (Especial-

mente necesaria) y así sucesivamente. Se toma como base la figura mostrada.

Ilustración 122 - Diagrama relacional actividades



### Ejemplo

Con la finalidad de relacionar los recorridos de los productos y la relación de los departamentos existentes se procede a realizar el análisis relacional de actividades. Como resultado esperado se contará con una sola hoja de control, donde se reúne toda la información del porqué de la cercanía de las estaciones para proceder con las modificaciones que correspondan.

Para efectos de no saturar el diagrama se omiten las codificaciones U0 que corresponderían a una relación "sin importancia". Las conclusiones luego del análisis pueden ir enfocadas en la

determinación de los siguientes aspectos guía sugeridos:

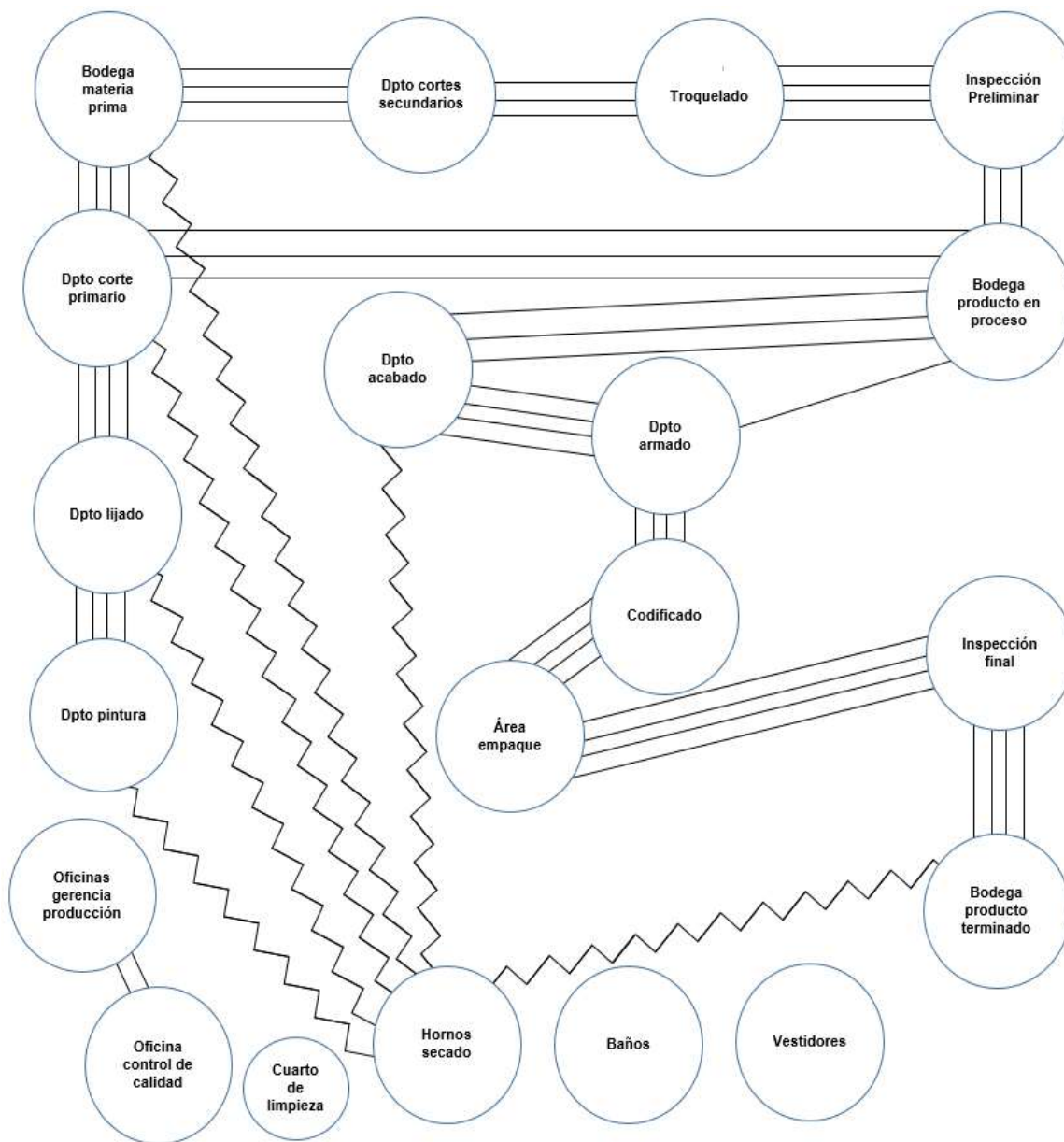
- Cuáles estaciones deben estar cerca.
- Cuáles son similares entre sí.
- Cuáles estaciones deben estar lejos.
- Agrupar aquellas actividades que dependen de una misma persona.
- Cuáles son completamente rechazables entre sí.

De igual forma, se muestra la relación entre las actividades, ubicando los círculos donde tentativamente se ubicarían las secciones en el plano.



Ilustración 124 - Ejemplo diagrama relacional actividades

Descripción actividad: <u>Diagrama relacional actividades (forma circular)</u>		
Lugar: <u>Planta proceso principal</u>	Fecha: <u>Septiembre 2010</u>	Diagrama N°: <u>01</u>
Método: <u>Principales productos de la empresa</u>	Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>	Hoja N°: <u>1/1</u>



## DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS

### Utilización

El diagrama relacional de espacios básicamente asigna el espacio o la superficie al diagrama relacional de actividades, basándose en las necesidades de espacio para cada una de las estaciones, necesidades que también se basan en las proyecciones de la gráfica P-Q.

El hecho de no haberse tenido en cuenta los espacios previamente, no quiere decir que el cálculo de los mismos debe esperar a que las actividades ya estén definidas en el diagrama. Este cálculo se puede realizar en cualquier momento, sin embargo, se hace una mejor idea del fraccionamiento de las actividades y de los espacios disponibles si no se hacen determinaciones de espacio excesivamente pronto. Obviamente es necesaria la gráfica P-Q para conocer las necesidades de espacio futuras y el diagrama de recorrido y el relacional de actividades de previo.

No debe olvidarse que el espacio depende también de las características de la demanda en un proceso interactivo y de la continua corrección y que su finalidad está en obtener la distribución que dé solución al problema, la considerar muchos factores constructivos de los edificios, equipos de manipulación de materiales, disponibilidad de recursos financieros, vigilancia, seguridad del personal y los equipos, turnos de trabajo y una distribución que considere instalaciones extras para su implementación.

### Procedimiento

Puede iniciarse levantando una lista de necesidades de espacio para cada uno de los departamentos de la empresa. Dicha lista puede realizarse por departamento o también puede hacerse más específica calculando la necesidad equipo por equipo.

Para calcular el número de máquinas en cada estación es necesario conocer los tiempos de operación por pieza (tiempo estándar) y la programación de producción, entre otras cosas. Puede considerarse un formato como el siguiente:

Ilustración 125 - Formato para espacios necesarios

Descripción actividad: _____									
Lugar: _____			Fecha: _____			Diagrama N°: _____			
Método: _____			Elaborado por: _____			Hoja N°: _____			
N°	Área o departamento	Máquina	Mobiliario	Operario	Pasillo	Materia Prima	Producto	Otros	TOTAL (m²)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
...									
n									

Posteriormente, debido a que en cada sección hay requerimientos específicos para su funcionamiento, se debe levantar una segunda lista que indique necesidades como tuberías de agua potable o no potable, instalaciones eléctricas especiales, sensores de incendios, colectores de polvo, cerramientos para evitar ruido o vibraciones, etc.

También se debe considerar que no puede contarse con una fracción de máquina (solo máquinas completas), que hay porcentajes de producción inconforme, que hay fallos de máquinas, tiempos muertos, cambios en la demanda, el balanceo de la línea de producción, etc. Puede considerarse un formato como el siguiente:

Ilustración 126 - Formato para determinar características

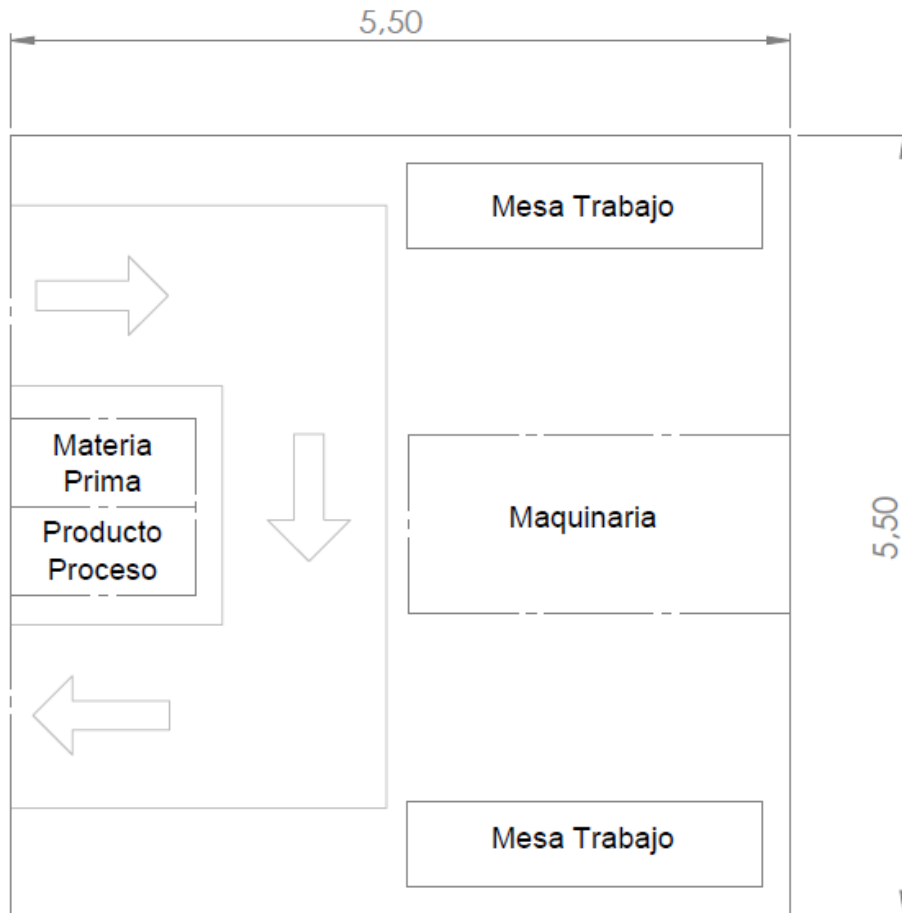
Descripción actividad: _____											
Lugar: _____			Fecha: _____			Diagrama N°: _____					
Método: _____			Elaborado por: _____			Hoja N°: _____					
N°	Área o departamento	110 V.	220 V.	Otros Voltajes	Agua	Vapor	Desagues	Aire comprimido	Chimeneas	Colector polvo	Anotaciones
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
...											
n											

**Ejemplo**

El equipo de mejora basándose en la definición original del problema (se han producido aumentos sostenidos en la cantidad de producto dañado, pérdida de ventas e incremento de costos de producción en los últimos meses) y considerando la propuesta de solución acordada (redistribución de planta), ejecuta un análisis de los espacios necesarios.

Como parte del análisis se presenta un inventario de necesidades de espacio que debería considerar a todas las estaciones o departamentos de trabajo, contemplando todas las características que requiere cada uno de ellos. Sin embargo, a razón de ejemplificar, se muestra en esta ocasión solamente la sección de "armado" en el siguiente plano a escala.

Ilustración 127 - Distribución interna de Armado



PROYECTO:  Distribución de Planta	ESCALA: 1:125	ACOTACIÓN: m
	DISEÑO: Fabricio Gómez Carballo	FECHA: Febrero, 2011
	DIBUJÓ: Fabricio Gómez Carballo	
	SUPERVISÓ: Luis Eladio Rodríguez González	

El resultado esperado, radica en unificar el diagrama relacional de actividades con el diagrama relacional de es-

pacios en un mismo plano a escala, con el fin de buscar posibles recomendaciones de espacio disponible.

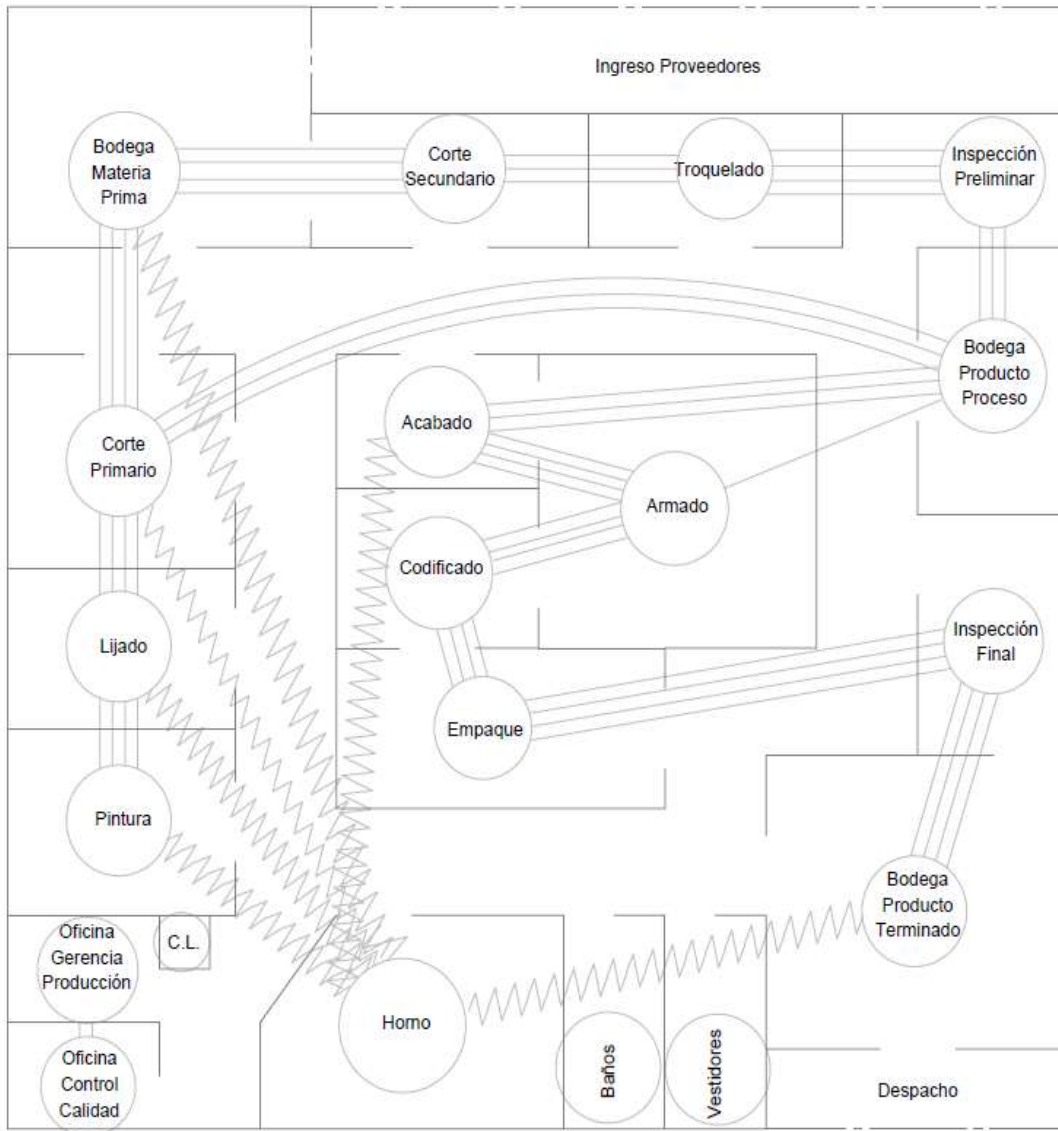


## Ilustración 129 - Ejemplo definición de características

Descripción actividad: <u>Diagrama relacional espacios (características)</u>		
Lugar: <u>Planta proceso principal</u>	Fecha: <u>Setiembre 2010</u>	Diagrama N°: <u>01</u>
Método: <u>Principales productos de la empresa</u>	Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>	Hoja N°: <u>1/1</u>

N°	Área ó departamento	110 V.	220 V.	Otros Voltajes	Agua	Vapor	Desagues	Aire comprimido	Chimeneas	Colector polvo	Anotaciones
1	Bodega materia prima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Dpto cortes secundarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Troquelado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
4	Inspección preliminar	<input type="checkbox"/>									
5	Bodega producto en proceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
6	Dpto corte primario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Dpto lijado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Dpto pintura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Hornos secado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Dpto acabado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Dpto armado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Codificado	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Área empaque	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	Inspección final	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
15	Bodega producto terminado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
16	Cuarto de limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
17	Oficinas gerencia producción	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>						
18	Oficina control de calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
19	Baños-sanitarios	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				
20	Vestidores	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				

Ilustración 130 - Ejemplo diagrama relacional espacios



<b>PROYECTO:</b>  Distribución de Planta	ESCALA:	1:125	ACOTACIÓN: m
	DISEÑO:	Fabrizio Gómez Carballo	FECHA: Febrero, 2011
	DIBUJÓ:	Fabrizio Gómez Carballo	
	SUPERVISÓ:	Luis Eladio Rodríguez González	

Algunas de las alternativas para aumentar el espacio disponible pueden ser las siguientes:

- Mejora de los métodos y los procesos. Simplificar líneas de producción.
- Modernización de maquinaria por máquinas más eficientes.
- Revisión de la política de inventarios.
- Mejora de los equipos existentes para producir más rápido y ahorrar espacios.
- Aprovechar el espacio cúbico.
- Subcontratación de productos o partes secundarias.
- Alquiler o compra de otros locales o fusiones con otras empresas.

## **DIAGRAMA DE EMSAMBLE (EXPLOSIÓN)**

### **Utilización**

Conciernen a un diagrama que muestra el orden de ensamble de varias partes que componen un producto con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar deficiencias. También utilizado como apoyo en la programación de producción ya que ayuda en la definición de los métodos de ensamble, que a su vez es la labor

previa para la determinación de los tiempos estándar.

Muchas veces es ilustrada mediante una vista de las partes separadas entre sí a igual distancia, como si hubiera ocurrido una explosión desde el eje central del producto mismo, en ocasiones con líneas que indican la dirección de donde proviene la pieza.

### **Procedimiento**

Se realiza un diagrama con la forma secuencial del ensamble, ubicando datos relevantes como el código de la materia prima que se usa, la cantidad necesaria y la unidad de medida respectiva. A partir del diagrama puede realizarse la explosión de partes que generalmente se usa en catálogos, manuales de ensamble o manuales de entrenamiento para instruir a operarios en el montaje y desmontaje.

### **Ejemplo**

Para el producto más representativo de la empresa se decide realizar un diagrama de ensamble, con el fin de estandarizar el proceso de ensamblaje para entrenamiento de los operarios y como apoyo a otro tipo de diagramas como los bimanuales, ya que todo el proceso de estandarización es necesario para una nueva redistribución o diseño de planta de proceso.

Ilustración 131 - Diagrama de ensamble

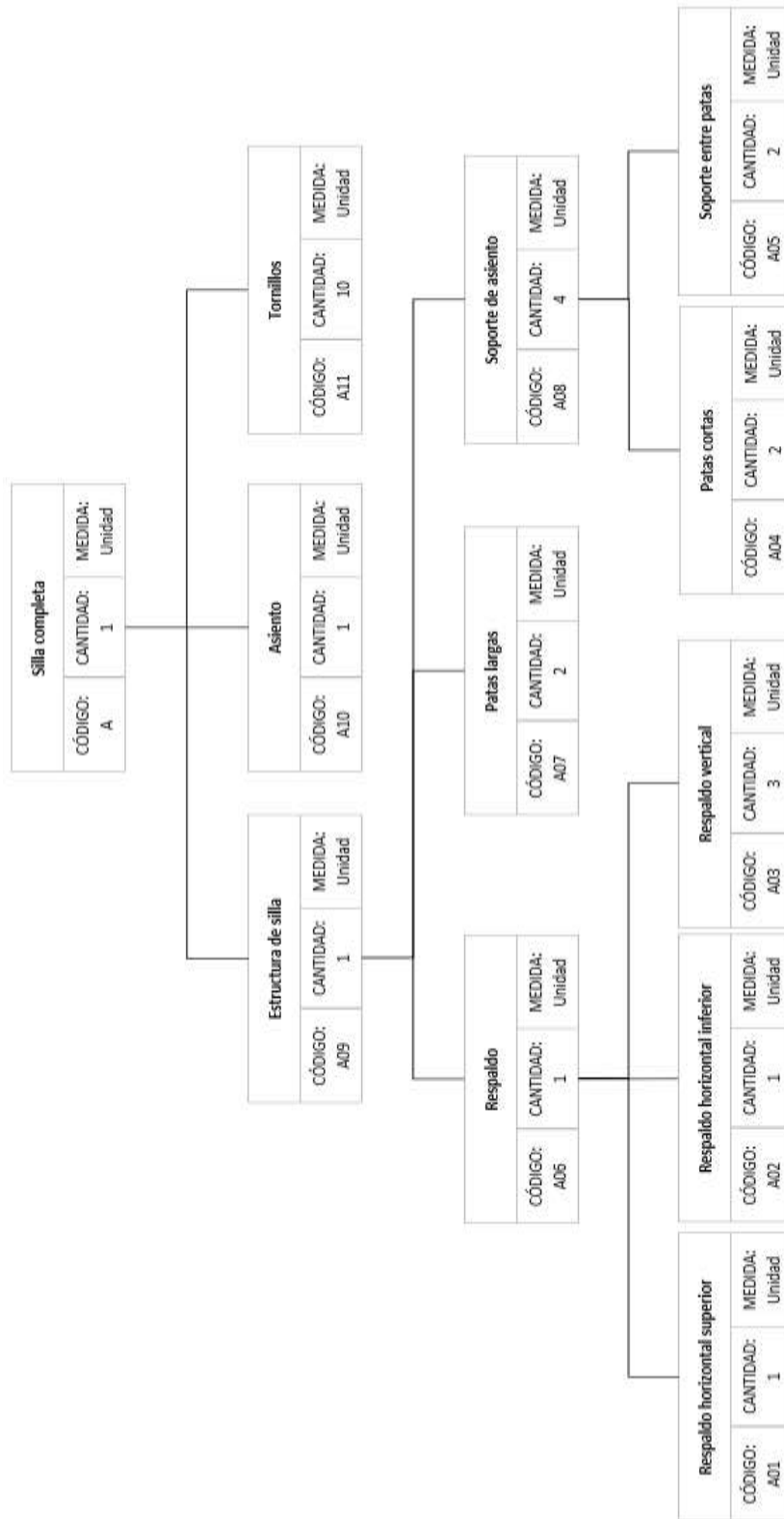
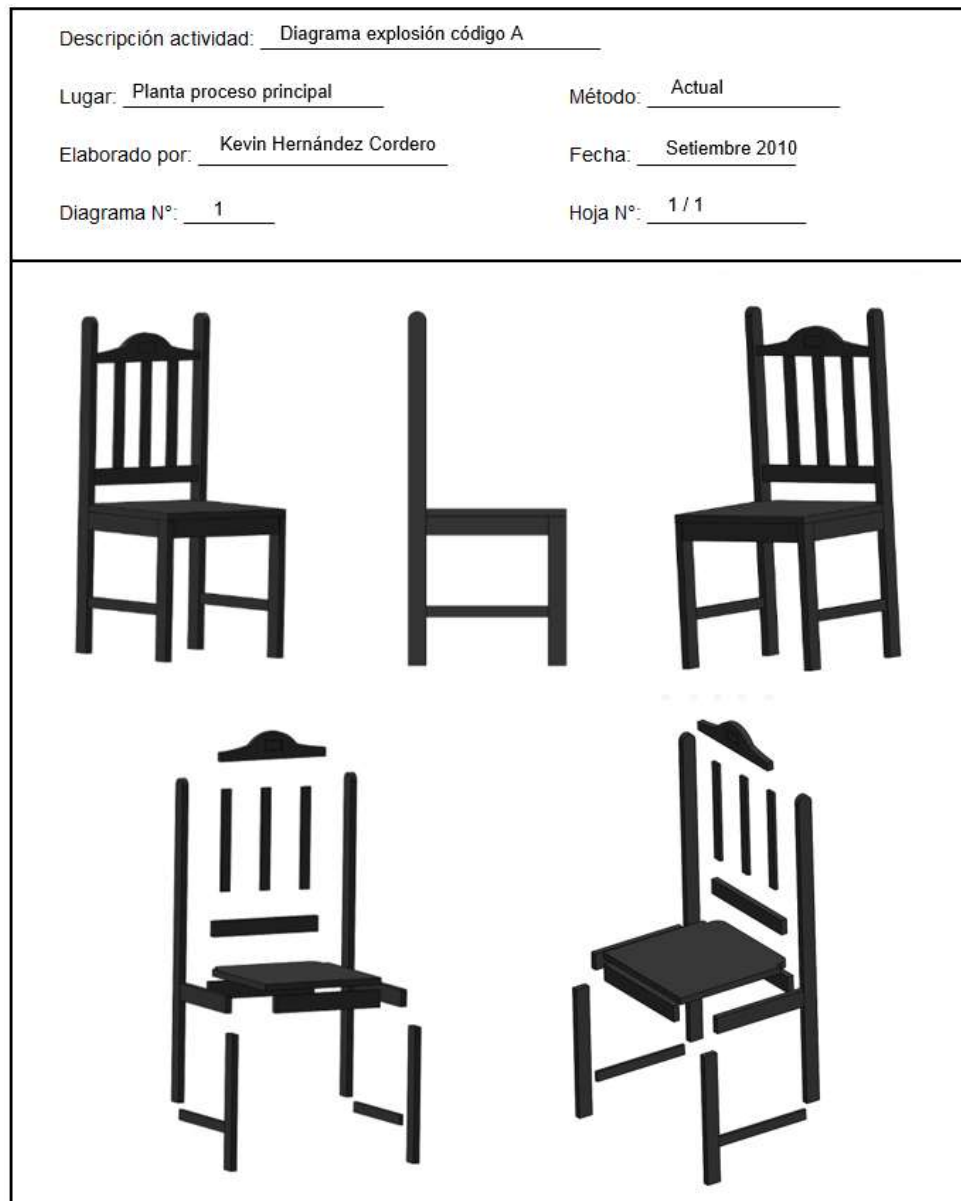


Ilustración 132 - Diagrama de explosión



## DIAGRAMA BIMANUAL

### Utilización

Es un Diagrama donde se consigna la actividad del movimiento (manos o extremidades) del operario en la secuencia de operaciones que requiere una tarea, en especial para mejorar la pérdida de tiempo de operaciones manuales muy repetitivas de ciclos cortos.

### Procedimiento

Información básica. Consiste en el encabezado del diagrama, donde se puede agregar toda la información que se considere relevante para el seguimiento de los datos que ahí se compilan. Incluye la descripción de la actividad, lugar donde se ejecuta, quién elabora el diagrama, si es método actual o propuesto, en qué fecha, el número



**Ejemplo**

El diagrama del producto A (silla), se muestra a continuación:

Ilustración 135 - Bimanual ensamble de silla 1/2

Descripción actividad: <u>Fabricación producto código A</u>		Resumen	Actual		Propuesto	
Lugar: <u>Planta proceso principal</u>	Método: <u>Actual</u>		Izq.	Der.	Izq.	Der.
Elaborado por: <u>Lisbeth T. Esquivel Araya</u>		Operaciones	25	53	-	-
Fecha: <u>Setiembre 2010</u>		Transportes	13	33	-	-
Diagrama N°: <u>1</u>		Sostener	55	1	-	-
Hoja N°: <u>1/2</u>		Demora	7	13	-	-

MANO IZQUIERDA	○	↶	D	▽	○	↷	D	▽	MANO DERECHA
Transporte de mano									Transporte de mano
Agarrar pata corta	●				●				Agarrar pata larga
Transporte de pata corta		●				●			Transporte de pata larga
Transporte de mano									Transporte de mano
Agarrar soporte de asiento	●				●				Agarrar soporte de pata
Sostener pata larga			●				●		Transporte de pegamento
Sostener pata larga			●				●		Aplicar pegamento
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar martillo
Sostener pata larga			●				●		Transporte de martillo
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar soporte de pata
Sostener pata larga			●				●		Colocar soporte de pata
Presionar c/martillo soporte de pata	●				●				Agarrar pata larga
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar soporte de asiento
Sostener pata larga			●				●		Presionar c/martillo soporte
Espera				●				●	Transporte de pegamento
Sostener pata larga			●				●		Aplicar pegamento
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Transporte de martillo
Sostener pata larga			●				●		Presionar con martillo pata corta
Transporte de mano									Transporte de mano
Agarrar pata corta	●				●				Agarrar pata larga
Transporte de pata corta		●				●			Transporte de pata larga
Transporte de mano									Transporte de mano
Agarrar soporte de asiento	●				●				Agarrar soporte de pata
Sostener pata larga			●				●		Transporte de pegamento
Sostener pata larga			●				●		Aplicar pegamento
Sostener pata larga			●				●		Agarrar soporte de pata
Sostener pata larga			●				●		Colocar soporte de pata
Presionar c/martillo soporte de pata	●				●				Agarrar pata larga
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar soporte de asiento
Sostener pata larga			●				●		Presionar c/martillo soporte
Espera				●				●	Transporte de pegamento
Sostener pata larga			●				●		Aplicar pegamento
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar pata corta
Sostener pata larga			●				●		Colocar pata corta
Sostener pata larga			●				●		Transporte de mano
Sostener pata larga			●				●		Agarrar martillo

Ilustración 136 - Bimanual ensamble de silla 2/2

Descripción actividad: Fabricación producto código A		Resumen	Actual		Propuesto	
Lugar: <u>Planta proceso principal</u>	Método: <u>Actual</u>		Izq.	Der.	Izq.	Der.
Elaborado por: <u>Lisbeth T. Esquivel Araya</u>		Operaciones	25	53	-	-
Fecha: <u>Setiembre 2010</u>		Transportes	13	33	-	-
Diagrama N°: <u>1</u>		Sostener	55	1	-	-
Hoja N°: <u>2 / 2</u>		Demora	7	13	-	-
MANO IZQUIERDA	○ → D ▽	○ → D ▽	MANO DERECHA			
Sostener pata larga						Transporte de martillo
Sostener pata larga						Presionar con martillo pata corta
Sostener pata larga						Transporte de pegamento
Sostener pata larga						Aplicar pegamento
Transporte de mano						Espera
Agarrar soporte de asiento						Agarrar pegamento
Sostener soporte de asiento						Aplicar pegamento
Colocar soporte de asiento						Transporte de mano
Espera						Agarrar martillo
Sostener soporte de asiento						Presionar c/martillo soporte
Agarrar soporte de asiento						Espera
Colocar soporte de asiento						Agarrar martillo
Sostener soporte de asiento						Presionar c/martillo soporte
Transporte de mano						Espera
Agarrar respaldo horizontal inferior						Agarrar martillo
Colocar respaldo horizontal inferior						Espera
Sostener respaldo horizontal inferior						Presionar c/martillo respaldo HI
Agarrar pieza de pata larga						Espera
Colocar pieza de pata larga						Sostener pieza
Sostener piezas						Presionar con martillo las piezas
Espera						Transporte de mano
Transportar respaldo vertical						Transporte de respaldo vertical
Transporte de mano						Espera
Agarrar respaldo vertical						Espera
Transporte de respaldo vertical						Espera
Agarrar respaldo vertical						Agarrar martillo
Colocar respaldo vertical						Espera
Sostener respaldo vertical						Presionar con martillo respaldo V
Agarrar respaldo vertical						Espera
Sostener respaldo vertical						Presionar con martillo respaldo V
Transporte de mano						Transporte de mano
Agarrar respaldo horizontal superior						Agarrar pegamento
Sostener respaldo horizontal superior						Aplicar pegamento
Colocar respaldo horizontal en pieza						Agarrar martillo
Sostener						Presionar con martillo respaldo HS
Espera						Transporte de mano
Espera						Agarrar asiento
Espera						Transportar asiento
Sostener pieza						Colocar asiento
Sostener pieza						Transporte de mano
Sostener pieza						Agarrar taladro con tornillos
Sostener pieza						Taladrar el asiento

## PLAN PARA CADA PARTE (PFEP)

### Utilización

Corresponde a una base de datos creada para mantener información acerca de todos los materiales usados en el proceso, ya que en una planta típica los materiales constituyen de un 50% a un 80% de los costos totales de operación, incluye información de proveedores, componentes, inventario en proceso, etc. Generalmente es manejado por el analista de inventarios, pero todos en la organización deben ser capaces de ver, acceder e incluso imprimir el PFEP, pero no alterar o borrar información.

Un plan para cada parte (*Plan For Every Part - PFEP*), es un plan de flujo de todo el material que se mueve a través de una planta de fabricación, que incluye datos específicos sobre cada número de parte que proviene de proveedores y cada SKU (*Stock Keeping Unit* - código de producto terminado), que va a los clientes. Contiene toda la información necesaria para tomar decisiones sobre transporte, embalaje, inventario, ubicación, pedidos y manejo.

Tener perfecta visibilidad del movimiento de cada parte, a través de cada paso de la cadena de suministros, es crítico para aplicar principios de manufactura esbelta, estrategias de flujo y reducción de costos de suministro. Se busca al final del proceso contar con información compilada para definir estrategias personalizadas para cada parte que incluyen, entre otras:

- Diseño de la planta.
- Políticas de manejo de inventarios.
- Cantidad de material que debe permanecer en la línea.
- Identificar la cantidad para el punto de reorden de inventarios.
- Implementar la estandarización y los métodos de entrega de las partes.

Aunque el desarrollo de un PFEP requiere de mucho trabajo, se logran beneficios al tener un control sobre el flujo de material, por ello debe mantenerse simple, pero flexible de modo que se ajuste a los constantes cambios que puedan darse en el tiempo. Las plantas sin un PFEP tienden a tener más operarios e inventarios que los necesarios; hay almacenamientos en exceso y aun así se quedan en ocasiones sin material.

### Procedimiento

Primero, recordar la regla 80/20, donde el 80% del volumen de una planta se realiza por el 20% de los materiales, por ello con el PFEP se busca incluir a todos los materiales (sin importar la cantidad), y puede pensarse en implementar en un área, antes de extenderlas a otras adicionales, para esperar a familiarizarse con la base de datos. El PFEP buscar una reducción significativa en los días de inventario, aumento de la productividad y aumento en las entregas a tiempo.

La información es básicamente determinada por la empresa, pero algunas

observaciones para su creación son las siguientes:

- El empaque con que llega el material desde el proveedor debe favorecer la manipulación en la planta de proceso.
- Todas las partes deben estar en contenedores que faciliten el traslado de material durante el proceso en recipientes fáciles de cargar y de peso adecuado.
- Verificar que estén incluidas todas las partes (materiales) en la base de datos y comprobar la frecuencia de uso de cada parte.
- Indicar requerimientos específicos del cliente para cada material, en caso de ser necesario.

- Determinar las partes obsoletas y las inactivas para determinar su posibilidad de eliminación.

### **Ejemplo**

Debido a que se llega a la conclusión de que la mejor decisión para la mejora del proceso, luego el análisis del grupo de trabajo deberá estar enfocada en la redistribución de los procesos de la planta productiva, se decide crear dentro del proceso de cambio una base de datos para el control sobre el flujo de todos los materiales que transitan diariamente en la empresa.

## Ilustración 137 - PFEP para los materiales del proceso

# de parte	Descripción	DATOS DEL PROVEEDOR							
		Nombre	Provincia	Cantón	Distrito	Tiempo entrega desde emisión de orden	Medio de transporte de entrega	Duración del transporte	Calificación del proveedor
MP01	Madera de pino	Maderas S.A.	Alajuela	San Carlos	Quesada	2 días	Vehículo empresa	2 horas	5
MP02	Madera de Roble	El Roble Alto S.A.	San Jose	Santa Ana	Piedades	1 día	DHL	4 horas	5
MP03	Clavos	Ferretería buen precio	Cartago	Guarco	Tejar	2 días	Vehículo empresa	5 horas	4
MP04	Pegamento blanco	Distribuidora Química S.A.	Heredia	San Isidro	Concepción	2 días	Vehículo empresa	4 horas	4
MP05	Pegamento industrial	Equipos Industriales Rojas	Puntarenas	Garabito	Jacó	1 día	Encomienda	5.5 horas	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
MP79	Molduras	Maderera Azul	Guanacaste	Nicoya	Sámara	2 días	Vehículo empresa	6 horas	4
MP80	Tornillos	Tornillería La Mejor	Limón	Pococí	Guápiles	6 días	Vehículo empresa	6 horas	3

# de parte	Descripción	Cantidad diaria	Ubicación diaria	Frecuencia de la orden	Contenedores por día	Dimensiones del contenedor			
						Peso (Kg)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)
MP01	Madera de pino	15	Bodega M.P.	Semana	15	10	200	50	5
MP02	Madera de Roble	18	Bodega M.P.	2 x Semana	18	15	200	50	5
MP03	Clavos para madera	650	Bodega M.P.	Mensual	13	1	20	20	20
MP04	Pegamento blanco	100	Bodega M.P.	Semana	10	0,5	20	20	20
MP05	Pegamento industrial	50	Bodega M.P.	Semana	5	0,5	20	20	20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
MP79	Molduras	250	Bodega M.P.	Mensual	25	1	100	5	50
MP80	Tornillos	200	Bodega M.P.	Semana	20	1	20	20	20

## PLAN PARA CADA PERSONA (PPCP)

### Utilización

Corresponde a un programa de capacitación y desarrollo para cada uno de los empleados, que indica el nivel de avance en las habilidades necesarias requeridas para desempeñarse eficientemente en una determinada operación.

### Procedimiento

Como primer paso deben definirse las habilidades necesarias para cada una de las operaciones como paso indispensable para poder continuar con el plan.

A partir de esto pueden darse dos variaciones sobre el plan, ya que en la parte superior pueden ubicarse directamente las habilidades determinadas

o la otra alternativa es colocar las operaciones y dentro de ellas estarían implícitas las habilidades que son necesarias para ejecutar cada una.






Los trabajadores se desglosan en la columna izquierda. Esta herramienta es particularmente útil, para evaluar el progreso en la capacitación de los trabajadores en las múltiples habilidades necesarias para el manejo multi proceso.

Bajo los cuadros vacíos o parcialmente sombreados se colocan las fechas propuestas como meta para obtener las habilidades necesarias. Como es lógico, no todos los trabajadores

deben ser capacitados en absolutamente todas las operaciones o estaciones de trabajo, por lo cual los espacios que no tienen fecha ni meta de conclusión, significará que no es necesaria la capacitación o entrenamiento de ese trabajador en esa operación en específico.

El nivel de avance puede señalarse con distintas simbologías o mediante un sombreado proporcional al nivel de habilidades alcanzado. Podría considerarse la forma mostrada con el uso de figuras ilustrativas o en cuadros sombreados que indican el porcentaje de avance en rangos de 25% cada uno.

Ilustración 138 - Simbología para el PPCP

Descripción	Simbología	
Trabajador no entrenado aún		0%
Incapaz de realiza la operación		25%
No puede ejecutarla sin acompañamiento		50%
Puede hacer la operación		75%
Con capacidad de realizar eficientemente		100%

**Ejemplo**

La empresa en estudio desea que, como parte de su proyecto de mejora enfocado en la redistribución de los procesos de la planta productiva, debe

contarse con el nivel adecuado de avance en las habilidades necesarias para que cada trabajador se desempeñe eficientemente en la operación que le sea asignada.

Ilustración 139 - Ejemplo de aplicación de un PPCP

Nombre del Área		Departamento de producción		Encargado área		J. Morales Arias		<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black;"></span> No entrenado aún</div> <div><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #c0c0c0; border: 1px solid black;"></span> Incapaz de realiza la operación</div> <div><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #a0a0a0; border: 1px solid black;"></span> No puede ejecutarla sin acompañamiento</div> <div><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black;"></span> Puede hacer la operación</div> <div><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #606060; border: 1px solid black;"></span> Con capacidad de realizar eficientemente</div> </div>			
Realizado por:		E. Pérez		Fecha:		04 setiembre 2010					
N°	Nombre trabajador	Operaciones del proceso									
		Dpto corte secundario	Troquelado	Dpto corte primario	Dpto lijado	Dpto pintura	Hornos secado	Dpto acabado	Dpto armado	Codificado	Área empaque
1	Pedro	---	---	---	oct-10	nov-10	ene-11	feb-11	---	---	---
2	Andres	oct-10	nov-10	dic-10	---	---	---	---	---	---	---
3	Santiago	---	---	---	---	---	feb-11	---	---	---	---
4	Juan	nov-10	dic-10	ene-11	feb-11	---	---	---	---	---	---
5	Felipe	---	---	---	oct-10	nov-10	ene-11	feb-11	---	---	---
6	Magdalena	oct-10	nov-10	dic-10	feb-11	---	---	---	---	---	---
7	Bartolomé	---	---	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	---	---	---	---
8	Tomás	oct-10	nov-10	dic-10	---	---	---	---	---	---	---
9	Mateo	---	---	---	oct-10	nov-10	ene-11	feb-11	---	---	---
10	Judas	oct-10	nov-10	dic-10	---	---	---	abr-11	may-11	---	---

## CAPÍTULO VII. CIERRE DE PROYECTOS

---

Es necesario hacer un cierre de proyecto, de manera que el equipo de trabajo quede dispuesto a iniciar una nueva aventura de mejora, con la satisfacción de haber podido finalizar con éxito el proyecto que estaba en curso. El enfoque acá se basa en proyectos que concluyen al haber completado todos los procesos predefinidos, pero también debe realizarse en aquellos casos en los cuales se decide su finalización por no haber alcanzado los objetivos programados.

El tema es más amplio de lo que se piensa y requiere mucha más atención de la que muchas veces se brinda en las empresas. Involucra aspectos que van desde comprobar la real satisfacción del cliente al cual estaba dirigido el proyecto, pasando por los aspectos de cierre de contratos, verificación de entregas, exposición de resultados, vistos buenos requeridos, entre muchos otros aspectos adicionales, hasta el necesario reconocimiento de los integrantes del equipo. Al final del capítulo se muestra una estructura básica de cierre de proyecto.

Adicionalmente, y como parte de las tareas previas al cierre del proyecto, se muestra una matriz de *Análisis de Fallos y Efectos* donde el lector podrá prever problemas críticos que puedan ocurrir en la futura implementación de los proyectos de mejora, realizando un análisis preventivo que desemboque

en medidas de protección ante problemas potenciales.

También, puede encontrarse un ejemplo de uso de la matriz de riesgo RAM que plantea la necesidad de implementar controles luego de identificar los riesgos y peligros en el desarrollo de una actividad a partir de parámetros predefinidos (personal, económico, de imagen y medio ambiente).

Finalmente, se muestran otras herramientas como el diagrama de Gantt, que sigue siendo una forma válida para control eficiente de proyectos sencillos y las hojas de comprobación para verificar que las etapas finales se vayan ejecutando conforme a lo planeado.

### ANÁLISIS AMFE

#### Utilización

Esta herramienta es de utilidad, para prever problemas críticos que puedan ocurrir en la implementación de proyectos de mejora o de solución de problemas; así como en otras aplicaciones como el lanzamiento de un nuevo producto, un proyecto de construcción de inmueble, etc. Es un análisis preventivo realizado con antelación para tomar medidas que contrarresten, reduzcan o eliminen los riesgos potenciales de problemas que se prevea pueda o tengan alguna posibilidad de ocurrir luego de iniciado el proceso.

Es una herramienta clave para mejorar la confiabilidad, dando la orientación y los pasos que un grupo de personas debe seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de procesos o productos junto a los efectos producidos.

Mide en cierta forma el grado de confiabilidad del proyecto ya que se establecen prioridades y acciones para tratar de disminuir al máximo posible, la oportunidad de ocurrencia de potenciales fallas, evaluadas esta vez, considerando de severidad.

El AMFE (*Análisis en modo de fallas y efectos*) originalmente se orientó a detectar fallas durante la etapa de diseño o rediseño, pero en la actualidad se ha ampliado su uso a casi todo; inclusive para determinar cómo realizar el trabajo de forma más rápida.

### **Procedimiento**

Primeramente, debe conformarse un equipo de trabajo con conocimiento en la materia y capaz de generar sinergia para motivar la creatividad en la determinación de fallas, efectos y causas.

Debe completarse el encabezado del formato ya que es información valiosa de referencia para futuras verificaciones o controles de avance. En este caso pueden incluirse aspectos como los siguientes:

- *Número de proyecto*: en caso de que se trabaje bajo la modalidad de proyectos y a cada uno de los aprobados se le asigne una numeración de referencia.
- *Proceso*: para conocer cuál proceso es el más directamente relacionado con el proyecto al cual se le está realizando el análisis de fallas.
- *Fecha clave*: la fecha en la cual el análisis debe estar finalizado. Corresponde a una meta a cumplir por el grupo.
- *Código del documento*: asignar una codificación para dar trazabilidad a cada análisis que se realiza. En especial si hay varios análisis AMFE para varios proyectos diferentes.
- *Número de versión*: cada vez que se le da seguimiento al análisis realizado se actualiza el número de versión, ya que cada una de ellas implica la realización de un nuevo cálculo del nivel prioritario de riesgo (NPR).
- *Fecha de realización*: para anotar la fecha en la cual es realizada cada una de las versiones con el fin de valorar los resultados.
- *Página / de*: aspecto muy relevante ya que es muy posible que el análisis requiera de varias páginas y esto permite un control del total utilizado para prevenir el extravío de partes del documento de análisis.

Hay que determinar todas las posibles fallas que pueda tener el proyecto de mejora y que por tanto eviten que lleve a ser un éxito. No hay cantidad mínima de fallas por lo tanto son todas las que puedan ser.

*Causa de la falla.* Colocar la lista de las posibles causas de las fallas potenciales. Esta lista debe ser muy completa y consiste en la aplicación de otras herramientas para la generación de ideas. Es probable que se prefiera iniciar con la generación de causas de la falla y posteriormente considerar los efectos de estas.

*Efecto de la falla.* Describir (la descripción debe ser muy específica) todos los efectos posibles para cada una de las fallas encontradas, los cuales pueden ser para la etapa que se está analizando o para etapas posteriores, no olvidando que tampoco hay una cantidad mínima de efectos para cada una de las fallas. No dejar de lado los siguientes aspectos:

- Hay un efecto para cada causa. No hay causas sin efecto asociado.
- No se repiten efectos, ni siquiera entre fallas.
- El efecto asignado es el más directamente relacionado con la causa.

*Control de críticos.* Se marca esta opción cuando se considera que la causa indicada requiere algún tipo de control adicional por ser una característica crítica del proceso.

*Severidad.* Para representar qué tan grave se considera una falla, pensando solo en su consecuencia, para el cliente o para el sistema, una vez que la falla ha ocurrido, en otras palabras, la severidad evalúa el efecto o consecuencia. Para la calificación deberán determinarse parámetros de evaluación, considerando como guía los aspectos siguientes:

Ilustración 140 - Escala para estimar la severidad

PUNTOS	CRITERIO GENERAL	EFEECTO SOBRE EL PROCESO	EFEECTO SOBRE EL CLIENTE
10	Lo más severo	Herir a un empleado sin previo aviso	Cuando afecta la operación segura del producto o hiere a cliente
9	Muy alto	Herir a un cliente o empleado	Involucra incumplimiento de regulaciones legales
8	Alto	Sí el 100% de la producción debe ser desechada o reprocesada	El producto o una parte son inoperables debido a la pérdida de su función primaria
7	Moderadamente alto	Sí menos del 100% de la producción debe ser desechada o reprocesada en menos de 90 minutos	El producto o una parte tiene un bajo nivel de desempeño
6	Moderado	Sí menos del 100% de la producción debe ser desechada o reprocesada en menos de 30 minutos	El producto es operable, pero con dispositivos de confort/conveniencia/inoperables. Cliente insatisfecho
5	Bajo	Provocar reclamaciones	El producto es operable, pero con dispositivos de confort/conveniencia operando a un nivel reducido de desempeño
4	Muy bajo	Si el producto es clasificado sin desperdicio y una parte reprocesada.	Se refiere a ajustes, acabados, golpeteos. Lo notan el 75% de los clientes
3	Poco	Crea un problema que puede solucionarse	Se refiere a ajustes, acabados, golpeteos. Lo notan el 50% de los clientes
2	Muy poco	No ser detectado y tener solo un pequeño efecto en el rendimiento	Se refiere a ajustes, acabados, golpeteos. Lo notan menos del 25% de los clientes (clientes exigentes)
1	Nada severo	No ser detectado y no afectar el rendimiento	Sin efecto apreciable para el cliente

*Ocurrencia.* Las causas pueden hacer que la falla suceda; por ello, hay que determinar su probabilidad de ocurrencia. Para la calificación deberán

determinarse parámetros de evaluación, considerando como guía los aspectos siguientes:

Ilustración 141 - Escala para estimar la ocurrencia

PUNTOS	CRITERIO GENERAL	PERIODO DE TIEMPO	TASA DE FALLA
10	Muy alta: fallas persistentes	Más de 1 vez al día	$\geq 100$ por cada mil piezas
9	Muy alta: fallas persistentes	Una vez cada 3-4 días	50 por cada mil piezas
8	Altas: fallas frecuentes	Una vez a la semana	20 por cada mil piezas
7	Altas: fallas frecuentes	Una vez al mes	10 por cada mil piezas
6	Moderada: fallas ocasionales	Una vez cada 3 meses	5 por cada mil piezas
5	Moderada: fallas ocasionales	Una vez cada 6 meses	2 por cada mil piezas
4	Moderada: fallas ocasionales	Una vez al año	1 por cada mil piezas
3	Baja: relativamente pocas fallas	Una vez cada 1-3 años	0.5 por cada mil piezas
2	Baja: relativamente pocas fallas	Una vez cada 3-6 años	0.1 por cada mil piezas
1	Remota: la falla es improbable	Una vez cada 6 o más años	0.01 por cada mil piezas

*Detección.* Se refiere al grado en que es posible detectar que la falla está ocurriendo. En otras palabras, la detectabilidad va directamente relacionada a la falla, pero no es una estima-

ción sobre la probabilidad de que la falla ocurra. Para la calificación deberán determinarse parámetros de evaluación, considerando como guía los aspectos siguientes:

Ilustración 142 - Escala para estimar la detección

PUNTOS	Criterio: detectabilidad de la falla	
10	Casi imposible	Certeza absoluta de NO detección
9	Muy remota	Los controles probablemente no la detectarán
8	Remota	Los controles tienen poca probabilidad de detección
7	Muy baja	El control se logra solo con doble inspección visual
6	Baja	Los controles pueden detectarla. Se usan métodos gráficos como el C.E.P.
5	Moderada	Proceso monitorizado e inspeccionado manualmente
4	Moderadamente alta	Los controles tienen buena oportunidad de detectarla. Se usa control estadístico con reacción inmediata a las condiciones fuera de control
3	Alta	Se detecta el error en la operación que lo realiza o en operaciones siguientes
2	Muy alta	Todas las unidades son inspeccionadas en forma automatizada. Las partes discrepantes no pasan
1	Casi seguro detectar	El efecto es muy obvio y además hay prevención de errores (poka-yoke)

*Nivel de prioridad del riesgo (NPR).* Es el resultado de multiplicar  $S \times O \times D$ , en este caso el grupo de análisis debe definir un valor de referencia. Para

ejemplificar, los resultados que sean superiores a  $S \times O \times D = 75$  tendrán prioridad a la hora de establecer acciones correctivas. Estas acciones se en-

focarán en primera instancia en prevenir la causa; y luego en la mejora de los controles de detección. Sin embargo, también tienen prioridad las calificaciones altas de severidad, porque podrían derivar en problemas graves.

Acciones recomendadas. Escribir una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los números prioritarios de riesgo (NPR) más altos y/o las severidades altas. Pueden ser usadas para:

- Generar soluciones que eviten o reduzcan la probabilidad de ocurrencia de la falla en estudio.

- Reducir la severidad que pueda ocasionar la falla.
- Como último recurso, incrementar la probabilidad de detección (por ser, generalmente, de un elevado valor económico).

*Responsabilidad y fecha.* Definir las responsabilidades y la fecha de conclusión propuesta para cada una de las acciones recomendadas referidas a las causas que tienen las mayores valoraciones de prioridad y severidad.

El formato propuesto a utilizar es el siguiente:

Ilustración 143 - Formato para análisis de fallas y efectos

Número de proyecto:		Proceso:		Producto afectado:				Página:	
Responsable:		Líder del proyecto:		Preparado por:				De:	
Fecha clave:		Fecha AMFE original:		Última revisión:					

Posible falla potencial	Efecto de la falla	Control críticos	Causa de la falla	S	O	D	NPR	Acciones recomendadas	Responsable y fecha

**Ejemplo**

Con la finalidad de prever las posibles fallas en la implementación de la propuesta se realiza un análisis preventivo de las mismas. Se proporciona solo una parte del análisis tomando en

consideración una de las fuerzas restrictivas del estudio de campo de fuerzas. Debe recordarse que no existe un límite en la cantidad de fallas, causas y efectos, sino que deben considerarse todas las posibilidades.

Ilustración 144 - Ejemplo de análisis de fallas y efectos

Número de proyecto: 01-2010		Proceso: Todo el proceso		Producto afectado: Producto código A		Página: 1	
Responsable: J. Morales		Lider del proyecto: J. Morales		Preparado por: Grupo de análisis y mejora		De: 1	
Fecha clave: Setiembre 2010		Fecha AMFE original: Mayo 2010		Última revisión: no existe			

Posible falla potencial	Efecto de la falla	Control críticos	Causa de la falla	S	O	D	NPR	Acciones recomendadas	Responsable y fecha
Atrasos en la programación de la producción mientras se realiza la redistribución	Cientes insatisfechos	-	-	5	5		75	-	-
	Pérdida de clientes	-	-	5	4		60	-	-
	Insatisfacción del personal	-	-	6	4		72	-	-
	Genera problemas internos	-	-	5	2		30	-	-
	Pérdida de materiales	Si	-	7	3	3	63	-	-
	Aumentan tiempos destinados a la reprogramación		Al tener movimiento de equipos se detendrían producciones en lapsos de tiempo no determinados	8	5		120	Presentar una programación donde se establezcan las fechas para movimientos de maquinaria preferentemente en horario nocturno u horario no laboral	J. Morales, noviembre 2010
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
	Aumento costos de producción	Si	Por paros de maquinaria que a su vez hace que se detenga el operario por lo que podría pensarse en 2 motivos de costos en realidad	8	4		96	Presentar un control de costos destinado en especial a las estaciones que son cuellos de botellas, dando informes diarios durante el proceso de redistribución	J. Morales, noviembre 2010

**MATRIZ RAM**

**Utilización**

Es una matriz de evaluación de riesgos conocida como RAM (*Risk Assessment Matrix*), que ayuda a identificar los riesgos y peligros de una actividad a cargo para implementar controles para evitar la afectación mediante políticas, procedimientos y objetivos estratégicos relacionados con los riesgos. La valoración incluye aspectos

relacionados a: personas, económicas, de imagen y medio ambiente.

Partiendo de que la definición de riesgo es la probabilidad de que se materialice una amenaza se define la siguiente forma de cálculo como,  $Riesgo = Consecuencia \times Probabilidad$ .

**Procedimiento**

Defina la actividad. Inicialmente determinar ¿Qué puede suceder?, gene-

rando una lista de eventos, controlados o no controlados, que podrían afectar los objetivos de la actividad que se piensa ejecutar. A partir de ello definir la actividad con la que se desea iniciar la evaluación; mediante un equipo interdisciplinario con conocimiento del tema. La experiencia es fundamental en este caso.

Determine el riesgo de esa actividad. En cada una de las categorías definidas para las consecuencias (personales, económicas, ambientales e imagen) estime su nivel potencial mediante una opinión consensuada con los miembros del equipo de análisis (pueden considerarse otras categorías adicionales, como, por ejemplo: clien-

tes). Los niveles para las consecuencias son definidos por el usuario y determinados en función de los criterios de cada empresa, en especial para el nivel económico.

Valoración de cada riesgo. Buscando para cada categoría su probabilidad asociada. El nivel de la consecuencia utiliza una escala de 0 a 5 y la probabilidad una escala que va desde la letra A hasta E. Con ello, el riesgo se clasifica de acuerdo con la categoría de consecuencia que tenga la mayor clasificación y se realiza basándose en lo que podrá o podría haber ocurrido (consecuencias potenciales estimadas).

Ilustración 145 - Formato de Matriz RAM

CONSECUENCIAS				PROBABILIDAD					
Personas	Económicas	Ambientales	Imagen	Remota	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta	
				A	B	C	D	E	
Fatalidad	Catastrófica	Masivo	Internacional	5	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
Incapacidad permanente	Grave	Mayor	Nacional	4	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Incapacidad temporal	Severa	Local	Regional	2	Ninguno	Bajo	Medio	Medio	Alto
Lesión menor	Importante	Menor	Local	3	Ninguno	Ninguno	Bajo	Bajo	Medio
Lesión leve	Secundaria	Leve	Interno	1	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Bajo	Bajo
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	0	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

COLOR	RIESGO	DECISIÓN A TOMAR
Rojo	Muy Alto	Intolerable
Naranja	Alto	Deben buscarse alternativas que presenten menor riesgo. En caso de ejecutar la actividad es requerido demostrar cómo será controlado el riesgo con la aprobación de los niveles jerárquicos superiores.
Amarillo	Medio	Se debe tomar medidas que controlen mejor el riesgo a niveles razonablemente prácticos y demostrables. Los sistemas vigentes no serán suficientes.
Blanco	Bajo	Se deben gestionar mejoras a los sistemas de control establecidos (procedimientos, chequeos, protocolos, etc.)
Verde	Ninguno	Riesgo muy bajo, usar los sistemas de control y calidad establecidos (procedimientos, chequeos, protocolos, etc.)

Ilustración 146 - Definiciones de Matriz RAM

N°	DESCRIPCIÓN	DETALLE DE IMAGEN
5	Internacional	Impacto en medios de comunicación internacionales. Oposición a políticas nacionales o internacionales potencialmente graves en las relaciones internacionales de la empresa, el otorgamiento de licencias y/o legislación vigente.
4	Nacional	De interés para el público nacional. Oposición general a los medios de prensa nacionales. Políticas nacionales o regionales con medidas potencialmente restrictivas y/o impacto en el otorgamiento de licencias.
3	Regional	Interés del público regional. Gran oposición de los medios locales de prensa. Relativa atención de los medios nacionales de prensa y/o partidos políticos locales. Oposición de organismos locales y del gobierno local.
2	Local	Interés público local relativo. Atención de algunos medios de prensa, comunidades y organizaciones locales que potencialmente pueden afectar a la empresa.
1	Interno	Puede ser de conocimiento interno de la empresa, pero no de interés público.
0	Ninguno	No es de interés.

N°	EFEECTO	DETALLE AMBIENTAL
5	Masivo	Persistentes daños ambientales graves o serias molestias que afectan un área extensa, áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza. Constante y elevada violación de los límites legales establecidos.
4	Mayor	Daños ambientales graves. Se exige a la empresa que tome medidas importantes para aproximar el medio contaminado a su estado original. Violaciones prolongadas a los límites legales o prescritos, molestia expandida.
3	Local	Afectación del medio ambiente a nivel de vecindario con varias quejas.
2	Menor	Contaminación suficiente para considerar un daño al medio ambiente, pero no con efectos duraderos.
1	Leve	Daño ambiental leve. Ocurre dentro de la empresa. Acciones de remediación a menor escala.
0	Ninguno	Sin daño ambiental. Sin modificaciones en el medio ambiente. No requiere planes de remediación.

**Ejemplo**

Se forma un grupo de analistas que desea aplicar la matriz RAM para el proyecto de mejora y redistribución de la planta evaluando los riesgos, pero desde la perspectiva de una de las posibles fallas del proyecto y determinada como “Atrasos en la programación de la producción mientras se realiza la redistribución”. De esta forma, como el riesgo se clasifica de acuerdo con la categoría de consecuencia que

tenga la mayor clasificación, los resultados indican que el riesgo global más importante está relacionado con la pérdida de imagen con implicaciones a nivel nacional que puede trascender a medios de prensa (contiene a la probabilidad más alta de todas).

Por ello deben ejecutarse actividades que demuestren cómo será controlado el riesgo con la aprobación de los niveles jerárquicos superiores.

Ilustración 147 - Definiciones de Matriz RAM

CONSECUENCIAS				PROBABILIDAD				
Personas	Económicas	Ambientales	Imagen	Remota	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
Fatalidad	Catastrófica	Masivo	Internacional	A	B	C	D	E
Incapacidad permanente	Grave	Mayor	Nacional	Medio	Medio	Alto	Alto	Muy Alto
Incapacidad temporal	Severa	Local	Regional	Bajo	Medio	Medio	Alto	Alto
Lesión menor	Importante	Menor	Local	Ninguno	Bajo	Medio	Medio	Alto
Lesión leve	Secundaria	Leve	Interno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Bajo	Bajo
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

**DIAGRAMA DE GANTT**

**Utilización**

Es una herramienta gráfica de seguimiento, que ayuda al equipo a planificar el uso del tiempo contemplado para toda la secuencia de actividades a realizar de manera eficiente para proyectos sencillos. Muestra el tiempo que debe dedicarse a cada tarea, el

solapamiento entre actividades y la secuencia general establecida.

**Procedimiento**

Los pasos para desarrollar un diagrama de Gantt son los siguientes:

- Identificar el resultado esperado, la fecha de inicio y final del proyecto. Utilizar técnicas

de generación de ideas para formar una lista de actividades que deban ejecutarse para el proyecto y colocarlas en orden cronológico. Ubicarlas en la primera columna de izquierda a derecha.

- Ubicar en la segunda columna a qué etapa del proyecto corresponde cada actividad. Pueden definirse etapas por parte del grupo o utilizar las etapas de otras metodologías.
- Colocar en la tercera columna el momento de inicio de cada actividad, la duración y la finalización prevista de la misma. La duración de cada actividad será mostrada de manera horizontal.
- Seguidamente mostrar un desglose de los periodos de tiempo que se consideren necesarios, por ejemplo, pueden ser meses, semanas, días u horas, pero estará en lógica concordancia con la fecha máxima prevista. En la última columna indicar la persona responsable de velar por la realización de cada tarea o actividad programada.
- Finalmente, verificar si el resultado al finalizar el cronograma es realista o requiere modificaciones, antes de empezar con su seguimiento para el cumplimiento de las tareas.

Como alternativa adicional a la hora de darle seguimiento, agregar una línea

horizontal (línea horizontal negra en el diagrama) mostrando el avance real de cada una de las tareas. También, puede dibujarse una línea vertical (línea vertical discontinua en el diagrama) que será el indicativo de la fecha de tiempo real en la que se encuentra el proyecto, es decir, la fecha del día para comparar el avance según lo programado.

Para el seguimiento pueden analizarse los siguientes aspectos relevantes:

- Si la línea negra coincide con la duración planeada de la actividad (parte sombreada) y la línea discontinua está adelante en el tiempo, significa que se ha cumplido con la programación original.
- Si la línea negra sobrepasa la duración planeada de la actividad (parte sombreada) y la línea discontinua está adelante en el tiempo, significa que la actividad ya finalizó, pero tardó más tiempo de lo previsto.
- Si la línea negra horizontal sobrepasa la línea discontinua y la duración planeada de la actividad (parte sombreada) no ha finalizado aún según la programación original, significa que hay “ganancia” de tiempo y que es probable que se finalice **antes de lo previsto**.

Ilustración 148 - Referencia de líneas para el Gantt

Actividades	Duración			Desgloce de los periodos de tiempo																Responsable	Área / Departamento						
	Inicio	Fin	Tiempo	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4											
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
				■																							
					■																						
						■																					

**Ejemplo**

Luego de tener plasmado todo el análisis con la propuesta ya definida para ejecutarse, se decide por parte del grupo de análisis y mejora de procesos

realizar una programación de las actividades necesarias con sus tiempos de realización para controlar el proyecto durante su realización.



## HOJAS DE COMPROBACIÓN

### Utilización

Las hojas de comprobación (también llamadas “de verificación”, “de control” o “de chequeo”) son utilizadas con frecuencia en la revisión de diligencias rutinarias, cuando es necesario no olvidar ningún aspecto de interés, para recolección y registro sintetizado de datos, para cotejar actividades, para control del proceso o para tener evidencia de que todos los aspectos fueron revisados cuando correspondía.

### Procedimiento

Podría considerarse el siguiente procedimiento:

- Debido a la variedad de opciones existentes para la utilización de esta hoja es conveniente tener claramente identifi-

cado el objetivo de su uso. Una vez definido su objetivo diseñar una hoja que facilite el registro de la información.

- Si la hoja es utilizada por un grupo de analistas se recomienda que exista acuerdo de todos. Si alguna persona no está de acuerdo con alguno de los aspectos deberá explicar sus razones.
- Si hay algún aspecto que no se ha completado deberá programarse una fecha para el cumplimiento con su respectiva asignación de responsabilidad.

### Ejemplo

Se realiza una lista de comprobación para verificar tanto en el desarrollo como en la parte final del proceso si todas las etapas propuestas se cumplieron a cabalidad.

## Ilustración 150 - Aplicación de la hoja de comprobación

Descripción actividad: <u>Lista de comprobación (Check List)</u>	Fecha: <u>Setiembre 2010</u>
Lugar: <u>Planta proceso principal</u>	Diagrama N°: <u>01</u>
Elaborado por: <u>Grupo de análisis y mejora</u>	

N°	ASPECTO A REVISAR	UTILIDAD PARA EL PRESENTE ESTUDIO	CUMPLE	NO CUMPLE
1	Cuadro declaración del problema	Poner por escrito el problema y a partir de ahí trabajar en su solución.	✓	
2	Charter del proyecto	Para plantear el proyecto a Gerencia con el fin de obtener el visto bueno para ejecutarlo.	✓	
3	Brainstorms	Con la finalidad de generar una serie de causas probables del problema que fue definido previamente.	✓	
4	Diagrama de causas (Pescado)	Con el objetivo de buscar causas adicionales utilizando otras perspectivas como las M de calidad.	✓	
5	Diagrama Lovebug	Para valorar las causas desde el punto de vista de su efecto o consecuencia.	✓	
6	Técnicas multivoto	Para priorizar por medio del consenso en las causas que a criterio de expertos son las más importantes y enfocarse en ellas.	✓	
7	Escala Likert	Para apoyar la valoración de causas del multivoto.	✓	
8	Diagrama de Relaciones	Para identificar cual causa podrían estar influyendo en la ocurrencia de otras causas lo cual agranda el problema de manera global.	✓	
9	Matriz influencia / dependencia	Toma las utilizadas en el diagrama de relaciones y las evalúa para ayudar a definir futuras propuestas.	✓	
10	Matriz impacto / esfuerzo	Para evaluar al menos 3 propuestas de solución al problema.	✓	
11	Matriz priorización de criterios	Para definir cuál es la solución final seleccionada y proceder luego a analizar los stakeholders.	✓	
12	Análisis de partes interesadas	Para definir cuáles serán las partes involucradas en el proyecto de mejora que ya fue seleccionado.	✓	
13	Matriz poder / Interés	Para evaluar a los involucrados en el proyecto de mejora y definirles estrategias de abordaje y comunicación.	✓	
14	Matriz RASCI	Luego de seleccionar el proyecto, asignar tareas y responsabilidades para agilizar la ejecución del proyecto de mejora seleccionado.	✓	
15	Análisis de Campo de Fuerzas	Ayuda a identificar y valorarlos los obstáculos para la implementación de soluciones.	✓	
16	Matriz AMFE	Para analizar las posibles fallas que puedan ocurrir en la implementación de la solución del problema.	✓	
17	Grafica P - Q	Para proyectar los productos que se fabricarán a futuro.	✓	
18	Diagrama de flujo	Para definir el flujo del proceso principal.	✓	
19	Diagrama de recorrido	Para definir el flujo dentro del plano.	✓	
20	Diagrama recorrido multiproducto	Para mostrar los flujos de los demás productos secundarios.	✓	
21	Tabla matricial de trayecto	Para mostrar los flujos de todos los productos.	✓	
22	Diagrama relacional de actividades	Para relacionar las actividades basado en diagrama de flujo, recorrido y la tabla matricial.	✓	
23	Diagrama relacional de espacios	Para relacionar los espacios y proponer la distribución ideal.	✓	
24	Diagrama de Gantt	Para programar la secuencia de actividades a realizar para implementar este proyecto de solución de distribución ideal.	✓	
25	Listas de comprobación	Para verificar si se cumplieron todas las etapas propuestas.	✓	

## CIERRE DE PROYECTO

### Utilización

Una vez que los proyectos de mejora están en la etapa de finalización, hay que dedicar tiempo y esfuerzo en su cierre, al igual que cuando se estaba en las etapas iniciales de planificación. Hay labores procedimentales, como recolectar firmas de aprobación, informes específicos, pagos a proveedores, reasignación de recursos no utilizados, la celebración o reconocimiento a los miembros del equipo por haber llevado con éxito la mejora planificada, u otras tareas que son necesario finalizar antes de iniciar con un nuevo proyecto.

Adicionalmente hay otros aspectos importantes como la sensación de logro en el equipo, de que los objetivos se han cumplido a satisfacción, ya que se cuenta con la aprobación formal del cliente interno o externo al cual estaban dirigidos los resultados, demostrando al resto de la empresa que el análisis de problemas e implementación de soluciones es tarea seria, que puede ser alcanzada.

Los cierres ayudan a retroalimentar lo realizado como un factor de éxito para el futuro, siendo relevante realizar una lista de lecciones aprendidas con todos los involucrados, incluyendo al cliente, que contemplan respuestas a preguntas prediseñadas, como por ejemplo: ¿Qué puede hacerse diferente la próxima vez?, ¿Cómo podrá mejorarse la metodología de proyecto

usada?, ¿Cuáles fueron los principales logros?, ¿Cómo puede mejorarse la comunicación?, etc.

El cierre del proyecto es la fase final del trabajo y debe asumirse como parte integral del proceso y los siguientes pueden considerarse como aspectos generales, que deben ser tomados en cuenta como parte de esta labor.

**Retroalimentación:** juntar a los actores para discutir lo que funcionó y lo que no tuvo el éxito esperado; buscar las razones de que esto ocurriera y documentarlas para la creación de una base de información, donde pueda accederse a futuro a documentación, comentarios, plantillas, informes, etc., de los proyectos finalizados, ya que estos forman parte de los activos intangibles que serán de mucha utilidad para referencia de nuevos proyectos. Hay mucho conocimiento y experiencia que debe recopilarse al finiquitar un proyecto.

**Cierre formal:** cerrar todos los contratos que se han realizado con socios internos o proveedores o cualquier otro pago pendiente o recurso que se haya contratado. Incluye el cierre de la parte contable, y el análisis de costo beneficio esperado contra el realmente obtenido.

**Reconocer el esfuerzo:** finalmente recompensar al equipo por los resultados obtenidos como una manera de agradecer por el apoyo, contribución y

compromiso durante todo el proyecto y como una inversión, ya que podría ser necesario contar con los miembros de anteriores equipos de mejora en nuevos proyectos. Se contribuye con la motivación y crea lealtad, lo que genera mayor compromiso, manteniendo así un recurso de experiencia muy valioso como el humano.

### **Procedimiento**

Este cierre es realizado generalmente por el encargado del proyecto (*Project Manager*) y dirigido al patrocinador del proyecto (*Project Sponsor*) para su aprobación final. A continuación, se provee una guía de tópicos usualmente incluidos en un reporte de cierre de proyecto, cuyas secciones puede modificarse, removerse o agregarse, según el deseo o la circunstancia particular de cada proyecto.

**Criterios de finalización:** enlistar todos aquellos criterios que deben ser confirmados para el cierre del proyecto, evaluando si cada uno de ellos ha obtenido la satisfacción del cliente. Se incluye el logro de los objetivos planteados, el beneficio esperado indicado en el caso de negocios (*Business Case*) del *Project Charter*, y los entregables han sido recibidos a satisfacción.

**Aspectos pendientes:** Lista de términos que necesitan ser atendidos inclusive aun cuando se hayan satisfecho

los criterios de finalización. Para cada aspecto desglosar la lista de acciones a emprender, para las actividades definidas en la planeación que no han sido completadas todavía, los riesgos que no han sido mitigados aún y otros aspectos que no han sido completamente resueltos.

**Entregables:** incluye todos los documentos requeridos, la terminación de contratos, comunicados a las partes interesadas (*Stakeholders*), recursos como personal asignado o equipos utilizados, etc.

**Presupuesto:** indicar la fecha en la que inició el proyecto, así como la fecha de finalización con el objetivo de hacer una comparación con respecto a los tiempos planificados. De la misma manera, incluir datos del presupuesto inicial y el presupuesto definitivamente utilizado y ver la brecha entre ellos para analizar las razones del porqué. Seguidamente, la lista de rubros incurridos en el proyecto tales como compra de equipos, software, pago de servicios profesionales, consultorías, entre otras.

**Registro de aprobación:** finalmente, es indispensable contar con el visto bueno del patrocinador del proyecto (*Project Sponsor*), para dar por concluido el cierre del mismo.

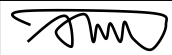
Ilustración 151 - Formato de reporte de cierre de proyecto

<b>CIERRE DE PROYECTO (PROJECT CLOSURE)</b>												
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>		<b>MIEMBROS DE EQUIPO:</b>										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>MIEMBROS</th> <th>DEPARTAMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	MIEMBROS	DEPARTAMENTO								
MIEMBROS	DEPARTAMENTO											
<b>JEFE DEL PROYECTO (project manager):</b>												
<b>CRITERIOS FINALIZACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO</b>	<b>¿ALCANZADO?</b>										
Objetivos		Si / No										
Beneficios		Si / No										
Entregables		Si / No										
<b>ASPECTOS PENDIENTES</b>	<b>ACCIONES A EJECUTAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>										
Actividades												
Riesgos												
Otros												
<b>ENTREGABLES</b>	<b>ACCIONES A EJECUTAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>										
<b>PRESUPUESTO</b>		<b>REGISTRO APROBACIÓN (project sponsor):</b>										
Fecha de inicio:		<table border="1"> <tr> <td><b>Aprobado por:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Fecha:</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Firma:</b></td> <td></td> </tr> </table>	<b>Aprobado por:</b>		<b>Fecha:</b>		<b>Firma:</b>					
<b>Aprobado por:</b>												
<b>Fecha:</b>												
<b>Firma:</b>												
Fecha de finalización:												
Presupuesto planificado:												
Costo actual (final):												
Lista de rubros incluidos												
+												
+												

**Ejemplo**

El equipo de mejora trabaja en el cierre del proyecto mostrado.

## Ilustración 152 - Ejemplo de cierre de proyecto

<b>CIERRE DE PROYECTO (PROJECT CLOSURE)</b>												
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b>		<b>MIEMBROS DE EQUIPO:</b>										
Análisis y mejora del proceso productivo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MIEMBROS</th> <th>DEPARTAMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E. Pérez</td> <td>Gerencia</td> </tr> <tr> <td>F. Badilla</td> <td>Ventas</td> </tr> <tr> <td>B. Vargas</td> <td>Mercadeo</td> </tr> <tr> <td>J. Morales</td> <td>Producción</td> </tr> </tbody> </table>		MIEMBROS	DEPARTAMENTO	E. Pérez	Gerencia	F. Badilla	Ventas	B. Vargas	Mercadeo	J. Morales	Producción
MIEMBROS	DEPARTAMENTO											
E. Pérez	Gerencia											
F. Badilla	Ventas											
B. Vargas	Mercadeo											
J. Morales	Producción											
<b>JEFE DEL PROYECTO (project manager):</b>												
J. Morales, Departamento de producción												
<b>CRITERIOS FINALIZACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO</b>	<b>¿ALCANZADO?</b>										
Objetivos	Disminuir la cantidad de producto que no cumple con las especificaciones para la mejora del indicador de inventario en al menos un 2% durante el segundo semestre del año.	Si										
Beneficios	Ahorros por mejora de flujo del proceso, costos de almacenamiento, costos de ventas perdidas, costos de faltante permitido.	Si										
Entregables	Reportes mensuales luego de la redistribución	Si										
<b>ASPECTOS PENDIENTES</b>	<b>ACCIONES A EJECUTAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>										
Actividades	Darle seguimiento a la toma de tiempos y al balanceo de las líneas	J. Morales										
Riesgos	Acumulación de trabajo en proceso (WIP) por desbalanceo a causa de la curva de aprendizaje	D. Arias										
Otros		J. Morales										
<b>ENTREGABLES</b>	<b>ACCIONES A EJECUTAR</b>	<b>RESPONSABLE</b>										
Contratos por finalizar	Darle seguimiento a los contratos que aún no cuentan con autorización de cierre para su pago final o garantía de cumplimiento	O. Brenes										
Comunicado a interesados sobre el cierre del proyecto	Hacer los informes respectivos	E. Pérez										
<b>PRESUPUESTO</b>		<b>REGISTRO APROBACIÓN (project sponsor):</b>										
Fecha de inicio:	06/01/2010	<b>Aprobado por:</b> F. Picado										
Fecha de finalización:	30/07/2010	<b>Fecha:</b> 26/05/2011										
Presupuesto planificado:	10.000.000	<b>Firma:</b> 										
Costo actual (final):	11.500.000											
Lista de rubros incluidos												
+ Compra de equipos	200.000											
+ Software	2.500.000											
+ Pago consultoría	1.200.000											

## CAPÍTULO VIII. CASO APLICADO A SERVICIOS

---

Los procesos administrativos de las empresas necesitan ser constantemente mejorados, pero siguiendo una estrategia bien estructurada y orientado al cliente, es decir, no se puede solamente ir a preguntar al consumidor qué desea sin tener una ruta de análisis preconcebida. A continuación, el lector podrá encontrar ejemplos adicionales del uso de herramientas aplicadas a un caso concreto de una empresa de servicios.

El presente ejemplo, conserva el hilo conductor para abarcar el análisis de problemas que el autor propone desde la concepción misma de este libro, por cuanto es una forma de abordaje estructurado que guía las acciones y no permite que se pierda el enfoque. El caso involucra la aplicación práctica de las siguientes herramientas:

- VOC (*Voice Of Customer*)
- Diagrama de Afinidad
- Guía redactar requerimientos
- Modelo Kano
- Matriz L X Y
- Técnica QFD

### DESCRIPCIÓN DEL CASO

Para evaluar el estado actual de una cooperativa de servicios, se desarrolló un diagnóstico inicial en el cual se de-

terminaron “malas condiciones” en el aspecto relacionado con la gestión de producción que evaluaba el tema de si “Se genera valor agregado en los diferentes procesos operativos, que permiten entregar un servicio diferenciado”.

Por lo anterior, a partir de reuniones con las autoridades de la junta directiva, nace el cuestionamiento acerca de la pregunta ¿Qué quiere el cliente?, y debido a que no se encontraron respuestas concretas por parte de los miembros, ya que nunca se había preguntado a los clientes, se decide realizar un estudio que involucre la aplicación de herramientas ingenieriles para el análisis del caso y elaboración de propuestas de mejora.

### RECOPILAR OPINIÓN DE ASOCIADOS

Se decide iniciar el proceso aplicando la técnica de VOC (*Voice Of Customer*) para recopilar la opinión de los asociados mediante la técnica de entrevistas. Para esto se consultaron los registros para determinar que se contaba con 476 asociados y debido a que la población es finita y conocida, se obtuvo el tamaño de muestra utilizando un nivel de confianza del 90% con un valor de diferencia esperada de 10% obteniendo un tamaño mínimo de muestra de 59 asociados, según se detalla a continuación.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{476 * 1,65^2 * 0,5 * 0,5}{0,10^2 * (476 - 1) + 1,65^2 * 0,5 * 0,5} = 59$$

- N = Total de la población
- Z = valor de confianza asociado
- d = diferencia esperada
- p = proporción esperada (en este caso 50%)
- q = 1 – p

Se consideró una probabilidad de éxito o proporción esperada del 50%, ya que, al no contar con datos de referencia de estudios similares, se parte del supuesto de que la mitad de los asociados estarán satisfechos y la otra mitad no lo estará, para cada una de las preguntas realizadas.

Seguidamente se realizaron giras a la comunidad con el acompañamiento de miembros de la junta directiva, con la finalidad de visitar a las personas asociadas y generar su confianza. Una vez realizada la presentación de los objetivos de la visita, se inició el proceso de recopilación de la “la voz del cliente” mediante entrevistas, y por medio de grabaciones se recopilaron las opiniones que abiertamente los asociados expresaron indistintamente sobre los aspectos que le agradaban o desagradaban.

## AFINIDAD DE PALABRAS CLAVE

Posterior a las grabaciones se escucharon cada una de ellas cuidadosamente, anotando los aspectos claves del servicio que cada asociado indicaba, sin importar si era un comentario positivo o si por el contrario era una queja acerca del servicio. Acá lo relevante es el tema que cada asociado decide exponer en su comentario y no su nivel de satisfacción.

Luego, por medio de una selección por afinidad, se agruparon todos los aspectos claves y con base en ellos se definieron los encabezados de cada grupo, que a su vez fueron los generadores para la redacción correspondiente, a lo que se denominó requerimientos del cliente.

El diagrama de afinidad, que agrupa los aspectos claves que se convierten en el insumo para la redacción de requerimientos del cliente, se muestra más adelante.

## REDACCIÓN DE REQUERIMIENTOS

Como fue mencionado, la responsabilidad en la redacción de los requerimientos del cliente recae en la empresa, ya que no debe perder de vista en ningún momento lo que el cliente desea, tanto en el presente como en el futuro. Hay que traducir los requerimientos expresados por los clientes, que muchas veces tienen un sin número de dimensiones que hay que identificar y priorizar, y convertirlas en parámetros medibles.

Aunque los parámetros que se definan, por sí mismos, tendrán poca relevancia si carecen de un valor de comparación, para determinar si cumple o no cumple con lo mínimo necesario, algo como una especificación, la cual seguirá expuesta a los cambios y a la competencia que puede ser capaz de generar nuevas necesidades.

Los requerimientos establecidos luego del proceso de recolección de información con los asociados son los siguientes:

- Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.
- Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.
- Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados.
- Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.
- Brindar funciones administrativas con alto grado de satisfacción.
- Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.
- Enfoque en un servicio al cliente personalizado.

Ilustración 153 - Afinidad de palabras claves para requerimientos

Comunicación	Inclusión	Preservación	Administración	Servicio Cliente	Infraestructura	Proyecto
Asociados bien informados (7)	No participa en la asamblea (8)	Poca agua	Horario estirado	Atención de quejas	mala presión del agua (2)	buen inversión (1)
Poca información sobre asambleas (5)	Poca participación (3)	Agua limpia (15)	Excelente personal (9)	Mal servicio	buen infraestructura (2)	que no choren el agua (8)
Poca información de cortes de agua (4)	No promueven	Mal olor	Personal con buena capacitación (1)	Duran en reponer	buenas instalaciones (2)	Decisiones sin tomar en cuenta al asociado
En las asambleas dan buena información	Participación en reuniones (1)	Buena calidad de agua	Problemas con el fontanero (3)	Mal horario de atención (2)	Daño de duchas por golpes de presión	que no intervienga el Ay.A (5)
Información respecto al IVA (1)	Más participación de jóvenes (2)	Proteger el medio ambiente	Sistema de asociados complicados	Mejora continua (1)	malas instalaciones	que si choren el agua (2)
Avisan cuando hay asambleas	Invitar a las actividades		La secretaria incumple el horario (1)	Precios altos	problemas con las tuberías (1)	realizar plataforma virtual
Grupo de WhatsApp para información (6)			Trabaja el hijo en vez de la secretaria	buen servicio (3+)	falta de un local propio	que intervienga el Ay.A (1)
Mala información (6)			Buen fontanero	el agua se va poco (2)	mejores vehículos	
Falta de información de fecha de cobro (5)			Buena secretaria	buen horario de atención (2)		
Avisan cuando se va a ir el agua			No hay nada que mejorar	frecuentes cortes		
Buena comunicación (facebook y personal) (1)			Las solicitudes administrativas son rápidas	no hay quejas (3)		
Falta de apoyo entra (1)			Mal conteo de agua	quejas sobre el IVA		
Información del club (1)			Siempre hay asambleas	buen precio (3)		
Más información			Cambian personal	mala revisión de medidores		
Poca información sobre la cooperativa						

Nota: en paréntesis se indica la cantidad adicional de comentarios relacionados.

Se verifican los aspectos iniciales que son fundamentales para la adecuada

redacción de los requerimientos y se presentan a continuación:

Ilustración 154 - Verificación de aspectos de redacción

<b>Previo a la redacción del requerimiento:</b>		<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
1	Se ha identificado claramente al cliente de la empresa.	√	
2	Se han reconocido otros que no son clientes finales o consumidores pero que van a afectar la percepción del cliente.	√	
3	Se consideraron datos (quejas, comentarios, etc) objetivos y cuantificables para definir la declaración.	√	
<b>La redacción del requerimiento, se considera que:</b>		<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
1	Es fácilmente entendible por el personal de la empresa.	√	
2	Describe un solo aspecto en específico sobre el producto o servicio ofrecido.	√	
3	Su cumplimiento es fácilmente medible y evaluable para determinar cumplimiento.	√	
4	Es detallada la redacción, pero sin llegar a los excesos.	√	
5	Se considera alcanzable por la empresa. No establece expectativas inalcanzables.	√	

Ilustración 155 - Evaluación de requerimientos según usuarios

N°	REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS	¿Es fácilmente entendible por el personal de la empresa?	¿Describe un solo aspecto específico de rendimiento?	Es una declaración detallada, pero concisa	¿Es fácilmente medible y evaluable para determinar cumplimiento?	¿Se considera alcanzable por la empresa?
1	Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.	si	Comunicación	si	Cuantificando mediante verificaciones, si la información efectivamente llega a los asociados por medio de muestreos	si
2	Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.	si	Proyectos	si	Puede medirse por la cantidad de proyectos que se mantienen en vigencia a lo largo de cada año	si
3	Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados	si	Participación	si	Por medio del % de participación con respecto al total de asociados	si
4	Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.	si	Infraestructura	si	Mediante el valor de las inversiones realizadas a lo largo de cada periodo	si
5	Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.	si	Administración	si	Por medio de registro de quejas, sugerencias y entrevistas sobre el servicio	si
6	Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.	si	Preservación	si	Cantidad de acciones sobre acciones de preservación ejecutadas contra las planeadas	si
7	Enfoque en un servicio al cliente personalizado.	si	Enfoque cliente	si	Resolución de casos catalogados como especiales contra el total de casos totales identificados	si

## CATEGORIZACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Una vez definidos los parámetros a evaluar en el estudio y la forma de calcular el tamaño de la muestra, se procede a encuestar a los asociados con el fin de recopilar la información referente a cada uno de los requerimientos. La mecánica para obtener información se basó en plantear preguntas de cuatro diferentes formas, para cada requerimiento definido.

La primera parte de la encuesta se realiza con la finalidad de utilizar la metodología de interrogantes de Kano por medio de preguntas funcionales (¿Cómo se siente si el atributo existe?), y disfuncionales (¿Cómo se siente si el atributo NO existe?), con opciones de respuesta cerradas donde los usuarios solamente podrían seleccionar una de las alternativas disponibles que corresponden a las mostradas y cuyo significado debió, en todos los casos, quedar bien entendido por los usuarios de la encuesta para su máximo aprovechamiento:

- **Me gusta:** corresponde cuando la persona se siente satisfecha por la existencia del requerimiento que está evaluando. Utilizado como opción de respuesta principalmente para la pregunta funcional, ya que un “me gusta” a la pregunta disfuncional, es decir, a la no existencia del requerimiento, genera dudas de si real-

mente la persona entendió la pregunta.

- **Debe estar:** es cuando el entrevistado considera que el asunto no es, si le gusta o no la existencia del requerimiento, sino que es algo que desde cualquier óptica se considera que debe estar presente.
- **Neutro:** como su nombre lo indica, es cuando se desea mostrar neutralidad como criterio final.
- **Puedo vivir con eso:** es entendible también como “no me gusta, pero lo tolero”; es decir, cuando considera que la inexistencia del requerimiento no es algo que le agrada, pero que no llega a niveles de disgusto total. Es una opción utilizada para responder la pregunta disfuncional.
- **Me disgusta:** es indicativo de total desagrado por la inexistencia del requerimiento. Al igual que la opción anterior, es una opción para responder a la pregunta disfuncional ya que no tiene lógica si esta respuesta se da a la pregunta funcional.

Se procede a tabular la información para clasificar cada respuesta en las categorías utilizadas en el método de Kano, es decir, en las categorías; unidimensional, atractiva, obligatoria, etc. A continuación, de manera ilustrativa

se muestran las primeras 10 respuestas otorgadas por los asociados y su correspondiente categoría, solamente para el requerimiento #1 (*“Establecer*

*una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad”*), recalcando que se trabaja de la misma forma para todas las respuestas y para todos los requerimientos establecidos.

Ilustración 156 - Muestra de respuestas del primer requerimiento

Requerimiento:	Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.		
N° entrevista	¿Cómo se siente si el atributo existe?	¿Cómo se siente si el atributo NO existe?	Clasificación
1	Debe estar	Me disgusta	O
2	Debe estar	Neutro	I
3	Puedo vivir con eso	Me disgusta	O
4	Me gusta	Neutro	A
5	Me gusta	Me disgusta	U
6	Me gusta	Puedo vivir con eso	A
7	Me gusta	Me disgusta	U
8	Me gusta	Me disgusta	U
9	Me gusta	Me disgusta	U
10	Me gusta	Me disgusta	U

Seguidamente, fue necesario completar el proceso para todas las respuestas

realizadas a todos los requerimientos, obteniéndose los resultados mostrados.

Ilustración 157 - Resultado final según requerimientos definidos

Requerimientos		A	U	O	I	INV	D
1	Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.	14	39	6	2	0	0
2	Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.	18	33	1	6	1	2
3	Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados	17	29	7	8	0	0
4	Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.	7	45	5	4	0	0
5	Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.	7	41	10	2	1	0
6	Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.	8	44	4	5	0	0
7	Enfoque en un servicio al cliente personalizado.	14	30	9	8	0	0

Según las respuestas indicadas, se catalogan los requerimientos en las categorías utilizadas en el método de Kano y se obtienen los valores para realizar la gráfica correspondiente. Se brinda una muestra del cálculo de los

resultados correspondientes a los ejes de la gráfica de Kano para el primero de los requerimientos; para todos los demás requerimientos se realiza el mismo cálculo.

Coefficiente de satisfacción (CS):

$$CS = \frac{A + U}{(A + U + O + I)} = \frac{14 + 39}{(14 + 39 + 6 + 2)} = 0,869$$

Coefficiente de insatisfacción (CI):

$$CI = (-1) \frac{O + U}{(A + U + O + I)} = (-1) \frac{6 + 39}{(14 + 39 + 6 + 2)} = -0,738$$

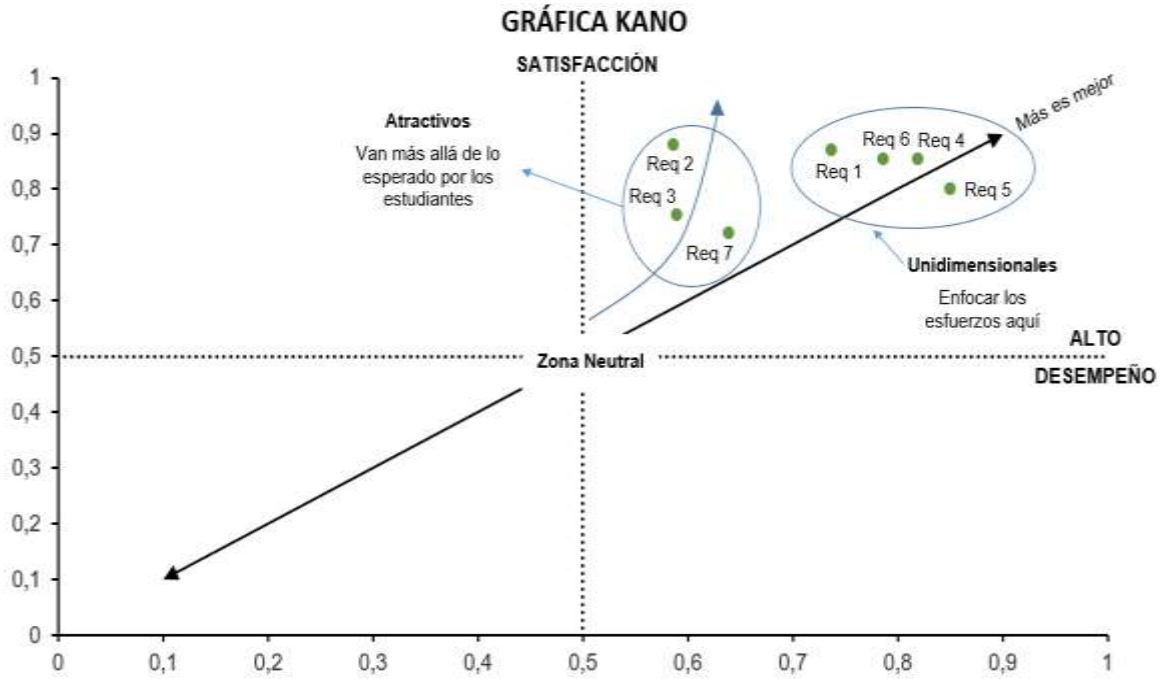
Ilustración 158 - Categorías para los requerimientos definidos

	Requerimientos	Satisfacción (y)	Insatisfacción (x)
1	Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.	0,869	-0,738
2	Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.	0,879	-0,586
3	Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados	0,754	-0,590
4	Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.	0,852	-0,820
5	Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.	0,800	-0,850
6	Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.	0,852	-0,787
7	Enfoque en un servicio al cliente personalizado.	0,721	-0,639

Finalmente, se expone en cuáles zonas se ubicaron los requerimientos (requisitos del cliente), según el mo-

delo Kano, de acuerdo con los resultados de las opiniones de los entrevistados.

Ilustración 159 - Zonas según Kano para requerimientos



**REQUERIMIENTOS vs. CARACTERÍSTICAS**

Dentro de la encuesta, se buscó obtener respuesta por parte de los asociados sobre la pregunta ¿Cómo mejorar cada aspecto? Donde cada uno indicaba libremente la forma más correcta de cumplir con los requerimientos evaluativos estipulados para este estudio. El análisis de las respuestas lleva como resultado, lo que se denominan características de calidad, ubicadas

en la parte superior de la estructura de la matriz referida principalmente a “¿cómo cumplirle a los clientes?”

Los requerimientos definidos y ubicados en la parte lateral izquierda de la matriz se relacionaron con las características de calidad. Para obtener las características con las mejores calificaciones, las cuales serán las acciones concretas a ejecutar para lograr la satisfacción del cliente, se relacionaron según la simbología siguiente:

Ilustración 160 - Simbología de requerimientos y características

Simbología	Tipo de relación	Valor
O	Fuerte	9
□	Media	3
△	Débil	1

Ilustración 161 - Matriz L entre requerimientos y características

		Características de Calidad (Cómo)		Requerimientos del consumidor (Qué)				
		↑	→					
U	A	1	2	3	4	5	6	7
		Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.						
		Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.						
		Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados						
		Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.						
		Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.						
		Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.						
		Enfoque en un servicio al cliente personalizado.						
		Eventos informativos que involucren a niños y jóvenes	0	0	0	0	0	0
		Utilizando medios informativos (megáfonos, campañas informativas programadas (mural, informativo acerca de los objetivos de los proyectos	0	0	0	0	0	0
		Incluir al pueblo en la generación de ideas nuevas	0	0	0	0	0	0
		Agendar informes de los proyectos en las asambleas	0	0	0	0	0	0
		Programar giras a las tomas de agua	0	0	0	0	0	0
		Con asambleas creativas (Cultura, música, otros)	0	0	0	0	0	0
		Con charlas de interés comunal (varios temas)	0	0	0	0	0	0
		Inversión para edificaciones propias	0	0	0	0	0	0
		Auditorías externas que evalúen infraestructura	0	0	0	0	0	0
		Fontanería con capacidad demostrada	0	0	0	0	0	0
		Transmitir actas de las sesiones para transparencia	0	0	0	0	0	0
		Capacitación/ asesoría de miembros de junta	0	0	0	0	0	0
		Informes periódicos	0	0	0	0	0	0
		Programas de reforzación de fuentes	0	0	0	0	0	0
		Programas de mantenimiento/limpieza de	0	0	0	0	0	0
		Programas de ahorro de agua	0	0	0	0	0	0
		Amplios horarios de atención	0	0	0	0	0	0
		Uso de medios electrónicos	0	0	0	0	0	0
		Políticas claras sobre asuntos administrativos	0	0	0	0	0	0
		Rapidez en reparaciones y mantenimiento	0	0	0	0	0	0

## MATRIZ DE REQUERIMIENTOS QFD

Seguidamente, para cada uno de los requerimientos indicados, se realizó la segunda parte del estudio para determinar el nivel de importancia en una escala de 1 a 5. Lo siguiente, fue consultar, utilizando la misma escala ¿Cómo califica a la cooperativa?, cuyos resultados pueden utilizarse para realizar una evaluación comparativa entre lo que piensan los asociados de esta cooperativa y lo que podrían pensar asociados de otras cooperativas similares para efectos comparativos.

A las características de calidad definidas por los asociados, se les especifican una serie de aspectos como la “dirección de mejoramiento” que se considera pertinente, además, y se usa la matriz L con la finalidad de cuantificar la relación entre los requerimientos del consumidor (¿Qué?), con las características de calidad (¿Cómo?), para cuestionarse sobre la contribución de cada característica de calidad con res-

pecto a los requerimientos y encontrar las que tienen las mayores valoraciones y su nivel de dificultad técnica asociada.

Las conclusiones del estudio toman en cuenta todos los aspectos de la matriz, pero principalmente aquellos requerimientos que tengan el mayor peso de su fila, que se obtiene relacionando el porcentaje de mejora con el nivel de importancia indicado por el asociado, al responder la pregunta sobre el ¿Nivel de importancia de cada requerimiento?

El nivel de importancia fue calculado como la sumatoria del total de calificaciones, dividido entre el máximo valor posible a obtener. Todos los cálculos son realizados de la misma manera, aunque debe recordarse que puede darse el caso de que no todos los encuestados respondieran a la pregunta. Se muestra el desarrollo para el primero de los requerimientos.

$$\text{Nivel importancia} = \frac{\text{Sumatoria de resultados}}{\text{Cantidad respuestas realizadas}} = \frac{291}{61} = 4,77$$

El valor de la calificación hacia la cooperativa sobre cada requerimiento otorgado por los entrevistados fue realizado mediante la sumatoria del total de calificaciones dividido entre el máxi-

mo valor posible a obtener. Todos los cálculos son realizados de la misma manera y se muestra el desarrollo para el primero de los requerimientos.

$$\text{Calificación} = \frac{\text{Sumatoria de resultados}}{\text{Cantidad respuestas realizadas}} = \frac{218}{61} = 3,57$$

El valor meta fue fijado en 4,5 por cuanto ninguno de los aspectos evaluados alcanzó ese valor, por ello se toma como meta a corto plazo, y a partir de este se calcula el porcentaje de

mejora y el peso de cada requerimiento. Los resultados para el primer requerimiento se obtuvieron de la siguiente manera:

$$\% \text{ mejora} = \frac{\text{Valor meta}}{\text{Evaluación del requerimiento}} = \frac{4,5}{3,57} = 1,26$$

$$\text{Peso de fila} = \% \text{ mejora} * \text{nivel importancia} = 1,26 * 4,77 = 6,01$$

La característica de calidad “Incluir al pueblo en la generación de ideas nuevas” (columna N°5), es la que logra la

mejor calificación la cual fue obtenida de la siguiente manera (y de la misma forma para todas las demás):

$$\text{Suma columna} = 9 * 4,77 + 9 * 4,48 + 9 * 4,54 + 1 * 4,74 + 9 * 4,70 + 9 * 4,90 + 9 * 4,61 = 257$$

Los resultados finales tabulados se exponen a continuación:

Ilustración 162 - Importancia para cada requerimiento

	1. Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.	2. Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del	3. Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados.	4. Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.	5. Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.	6. Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.	7. Enfoque en un servicio al cliente personalizado
TOTAL	291	273	277	289	287	299	281
POSIBLE	61	61	61	61	61	61	61
NOTA	4,77	4,48	4,54	4,74	4,70	4,90	4,61

Ilustración 163 - Calificación para cada requerimiento

	1. Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.	2. Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del	3. Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados.	4. Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.	5. Funciones administrativas con alto grado de satisfacción.	6. Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.	7. Enfoque en un servicio al cliente personalizado
TOTAL	218	224	227	262	240	277	232
POSIBLE	61	61	61	61	61	61	61
NOTA	3,57	3,67	3,72	4,30	3,93	4,54	3,80



## CONCLUSIONES GENERALES

### Conclusiones sobre los requerimientos

Los requerimientos establecidos luego de la recolección de información con los asociados de la cooperativa son los siguientes:

- Establecer una comunicación accesible hacia todos los rangos de edad.
- Contar con una lista de proyectos de desarrollo, adicionales al servicio del acueducto.
- Fomentar la participación de la población y de nuevos asociados.
- Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto.
- Brindar funciones administrativas con alto grado de satisfacción.
- Mantener un programa de preservación de las fuentes de agua.
- Enfoque en un servicio al cliente personalizado.

### Conclusiones sobre el Modelo de Kano

Los requerimientos #2, #3 y #7 (*“Contar con una lista de proyectos de desarrollo”, “Fomentar la participación de la población y nuevos asociados” y “Enfoque en un servicio al cliente personalizado”*) se definieron en este estudio como atractivos, por ello, pueden interpretarse como requerimientos que van más allá de las necesidades que espera la comunidad; y al ser una sorpresa positiva pueden llegar a generar gran satisfacción entre los usuarios del servicio con el paso del tiempo.

Aunque por posición podrían catalogarse como “unidimensionales”, estos siguen la ruta de ser atractivos con alta probabilidad de satisfacción inmediata, por ello será recomendable fortalecer el intercambio de información entre cuerpos directivos y usuarios con estrategias de comunicación bien establecidas.

La cantidad de respuestas que se catalogan como “indiferentes” en el estudio son relativamente pocas, aunque los valores mayores de indiferencia son casualmente los requerimientos #2, #3 y #7 (*“Contar con una lista de proyectos de desarrollo”, “Fomentar la participación de la población y nuevos asociados” y “Enfoque en un servicio al cliente personalizado”*).

También, debe destacarse que solo 2 de los 61 entrevistados dieron respuestas que son catalogadas como “inversas”, lo cual es un reflejo de que los entrevistados entendieron correctamente las preguntas.

Los requerimientos claves, en los cuales deben enfocarse los esfuerzos corresponden al #1, #4, #5 y #6 (*“Establecer una comunicación accesible”, “Mantener una infraestructura que asegure el mejor aprovechamiento del acueducto”, “Brindar funciones administrativas con alto grado de satisfacción” y “Mantener un programa de preservación de fuentes de agua”*). Son considerados como “más es mejor” por ello es motivo de real satisfacción para los usuarios, si estos aspectos están presentes en el servicio.

### Conclusiones según QFD

Los requerimientos con la mayor importancia otorgada por los entrevistados, corresponden casualmente con los catalogados como claves en el modelo de Kano (#1, #4, #5 y #6).

Adicionalmente, también los requerimientos #4, #5 y #6 son los mejores evaluados por los usuarios del servicio hacia la cooperativa. Sin embargo, el requerimiento #1 (*“Establecer una comunicación accesible”*) obtuvo el valor más bajo, por lo cual, una de las primeras acciones deberá ser enfocada en incrementar las acciones de mejora en comunicación hacia la comunidad.

Como conclusión general, y apoyados en el peso de cada requerimiento evaluativo (peso de la fila en la matriz tomando como base un valor meta de 4,5), se determina que debe trabajarse en los requerimientos #1, #2 y #3 (Atractivos) para mejorar la satisfacción de los usuarios finales. Este valor colabora en la toma de decisiones en conjunto con otros factores, pero no es el único criterio que debe usarse para priorizar los requerimientos. En este caso se ve influenciado por el porcentaje de mejora que es requerido en cada aspecto que se está evaluando.

Como conclusión específica del análisis, deben enfocarse los esfuerzos principalmente en el requerimiento #1 (*“Establecer una comunicación accesible para todos los rangos de edad”*), por las siguientes razones:

- Es un requerimiento unidimensional (según Modelo de Kano) por lo tanto, entre más obtenga el usuario de este, más satisfecho estará.
- Es el 2° en importancia, catalogado por los usuarios.
- De todos los requerimientos, es el que los usuarios de la cooperativa califican con el valor más bajo. Valor de 3.6
- Es el que requiere mayor porcentaje de mejora según la relación entre la meta fijada y la valoración obtenida (26%).
- Se determina un criterio de correlación positiva mayoritario, con respecto los demás, lo que infiere que las acciones ejecutadas en otros requerimientos se verán reflejadas aquí.

La información recopilada en el estudio indica que los usuarios proponen como aspectos principales para cumplir con los requerimientos claves, lo siguiente:

- Utilizar varios medios informativos (megáfonos, redes sociales, teléfono, etc.) para divulgar la información.
- Incluir al pueblo en la generación de ideas nuevas.
- Dar informes periódicos ingresos /egresos.
- Hacer eventos informativos que involucren a niños y jóvenes.

## CAPÍTULO IX. OTRAS HERRAMIENTAS

---

En este capítulo, el lector podrá encontrar que la calidad no está en la detección de los defectos de un producto o servicio, sino en eliminar la posibilidad de ocurrencia de estos antes de que lleguen al cliente con ayuda de filosofías como Poka Yoke. También podrá saber cómo presentar un proyecto a la administración para su aprobación, para un reporte de avance o entrega final de manera resumida mediante un A3.

De igual manera, muestra cómo la utilización de la técnica de productividad de origen japonés 5's puede ser usada para obtener beneficios económicos provocando la participación del personal mediante conceptos de fácil comprensión.

Incluye la metodología 6W + 3H que integra, de manera rápida, varios elementos que requieren ser tomadas en cuenta como parte de los análisis; y el concepto de MUDA que proviene de una palabra japonesa que involucra reducción en desperdicios en varias áreas como inventarios, sobreproducción, esperas, entre otras.

Hay muchas más herramientas de mejora que pueden utilizarse en una gran variedad de maneras que no están incluidas en este libro y que, como todas, pretende introducir mejoras en los productos, servicios y procesos. Por ello, a este punto se espera haber

incentivado al lector a ejercer una búsqueda permanente de nuevas ideas o formas de analizar y mejorar los procesos que administran con el apoyo que brindan la gran cantidad de herramientas que están disponibles para ello.

### POKA YOKE

El propósito fundamental de la metodología poka-yoke es diseñar sistemas, métodos de trabajo y procesos a prueba de errores, en especial cuando están relacionadas con personas, ya que el ser humano olvida y la rutina de trabajo puede llevar a descuidos que no son cubiertos ni por la capacitación ni por la experiencia y en algunos casos tienen consecuencias lamentables.

Es una metodología que se aplica con el fin de evitar que ocurran errores, sin importar que estos hayan o no ocurrido. Esta estrategia considera los errores que han sucedido como una oportunidad de aprendizaje para evitar que se repitan nuevamente, pero al mismo tiempo es un enfoque preventivo añadiendo calidad directamente en el proceso, al prevenir los que no han aparecido aún.

Habitualmente se realizan labores de inspección solo para detectar efectos, y a partir de ello, generar acciones reactivas que atienden solo el efecto y no

la causa, que es lo que realmente importa. La inspección o detección de los defectos de un producto o servicio por sí misma no mejora el desempeño de un proceso y la forma real de agregar calidad sería eliminando la posibilidad de ocurrencia y no solo detectando los defectos antes de que lleguen al cliente.

Entre las principales ventajas de encuentran la posibilidad de eliminar o reducir errores para mejorar la calidad en las operaciones del proceso, a reducir la posibilidad de accidentes laborales por fallas humanas, ya que evita que acciones importantes dependan de solo el criterio o la memoria de las personas, y a proporcionar una retroalimentación acerca de los errores del proceso.

El pensamiento esbelto trabaja bajo la premisa de hacer las cosas bien desde la primera vez, todas las veces, y esta metodología ayuda a evitar errores que pueden ir de los más simples a los más complejos, inclusive se aplica en cosas que se realizan rutinariamente en la vida cotidiana, tales como:

- Dispositivos USB: este elemento solo tiene una única forma de introducirse evitando dañar el dispositivo.
- Llave de en vehículos automáticos: evita accidentes en vehículos automáticos ya que no es posible retirar la llave sin antes colocar la palanca de cambios en la posición “P-parking” cuando se está detenido.
- Orificio del lavamanos: al llegar el agua cerca del borde evita el derramamiento lateral ya que el contenido sale por el orificio. Evita derrames por error humano al dejar la llave abierta.
- Planchas automáticas: cuentan con sensores internos de movimiento que apagan automáticamente la plancha cuando no son utilizadas, o cuando son colocadas en su base sin haber sido apagadas previamente. Evitan la posibilidad de incendios.
- Luz en baños públicos: las luces se encienden automáticamente cuando alguien ingresa y luego de un periodo sin movimiento se apagan para contribuir al ahorro energético. Esto elimina el error humano de olvidar apagar la luz al salir del recinto.
- Sonidos de advertencia: por ejemplo, cuando la luz de un vehículo está encendida informan al usuario al salir del mismo, por medio de sonidos, para evitar que las luces queden encendidas y pueda llegar a descargarse la batería. También existen mecanismos que al retirar la llave apaga las luces de manera automática.

### A3

Es un reporte resumido en 5 o 6 secciones con información de datos y análisis de un proyecto. Puede ser usado para presentar un proyecto a la administración para su aprobación, para reporte de avance o entrega final.

Comunica mucha información de manera visual en una sola página, dejando solo la necesaria para que en

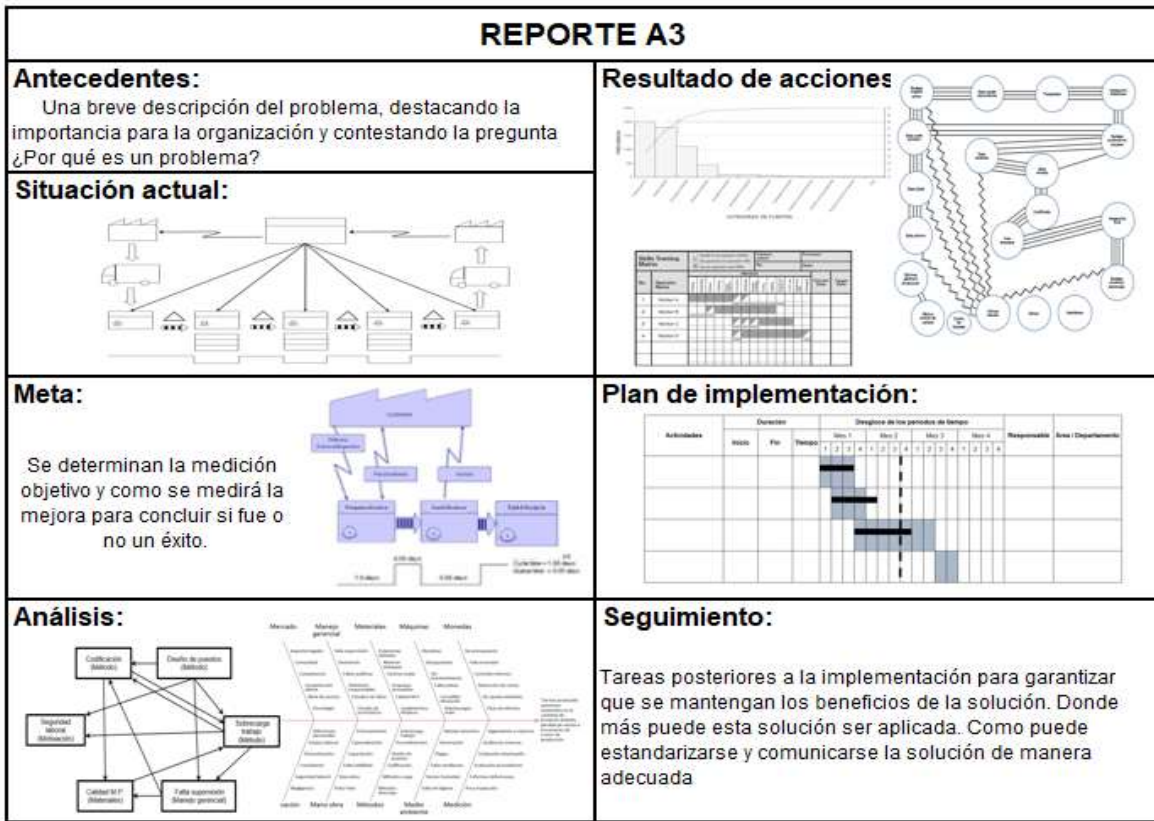
poco tiempo pueda presentarse el caso de negocio (*Business Case*), y no en un tiempo extenso como en otras modalidades de presentación. El nombre se relaciona con el tamaño del papel utilizado para el reporte, que es aproximadamente a 11 x 17 pulgadas.

Debido al tamaño se aconseja ser conciso y preciso en las redacciones, utilizar gráficas para ilustrar datos, restringirse a un máximo de 3 o 4 aspectos por apartado y mostrar la esencia que desea destacarse.

Se presenta un formato propuesto, sin embargo, el ajuste de este se realiza acorde a las necesidades de las empresas. Es importante definir de previo los elementos que conformarán el A3:

- **Antecedentes:** una breve descripción del problema, destacando la importancia para la organización y contestando la pregunta ¿Por qué es un problema?
- **Situación actual:** representaciones visuales del problema que incluyan métricas e indiquen porque no es deseada esta situación.
- **Meta:** determinar la medición objetivo y cómo se medirá la mejora para concluir si fue o no un éxito.
- **Análisis:** donde se muestre lo realizado para determinar la causa raíz.
- **Resultado de acciones:** en términos generales, mostrar información concerniente con mejora en indicadores, controles ambientales o de calidad instalados, disminución en los tiempos de preparación de línea, etc. Aclarar que esta sección es opcional y aplica en caso de que el reporte sea usado como informe de seguimiento del progreso.
- **Plan de implementación:** tareas, fechas de inicio, duración, responsabilidades y estado de finalización.
- **Seguimiento:** tareas posteriores a la implementación para garantizar que se mantengan los beneficios de la solución. Contesta a las preguntas ¿Dónde más puede ser aplicada esta solución?, y ¿Cómo puede estandarizarse y comunicarse la solución de manera adecuada?

Ilustración 165 - Ejemplo de A3



**9's**

Es una técnica de productividad de origen japonés, que las empresas pueden utilizar para obtener beneficios económicos fomentando la participación e innovación entre sus trabajadores y centrado en la riqueza que el ser humano puede dar y no es aprovechada en toda su dimensión. También es una técnica aplicable a la vida cotidiana de todas las personas. Los elementos son los siguientes:

**Seiri** (seleccionar): Seleccionar los objetos innecesarios en el lugar de trabajo y eliminarlos. Eliminar esfuerzos innecesarios por cuidar cosas INnecesarias. Ante la duda, retirarlo.

**Seiton** (acomodar): Acomodar los objetos necesarios en un orden lógico, de forma que sean fácilmente accesibles y retornables. Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. No se trata de ordenar, sino de mantener ordenado.

**Seiso** (generar necesidad de limpieza): Limpiar a conciencia el lugar de trabajo, eliminando polvo del piso, de las máquinas, equipos y utensilios; es una limpieza específica. Practicar la limpieza para crear cultura y necesidad. La limpieza permite inspeccionar el estado de mantenimiento del equipo. Más que limpiar, se trata de

mantener limpio. Algunas actividades comunes serían las siguientes:

- Elaborar un programa rutinario de limpieza (por áreas).
- Definir un programa específico de limpieza.
- Motivar la creación del “Día anual de la gran limpieza”.
- Escribir una lista de los focos de suciedad existentes.
- Precisar qué hacer con todo tipo de desperdicios que se generan.

*Seiketsu* (control - bienestar): Es el estado que permite desarrollar de manera fácil y cómoda, todas las funciones que la persona requiere. Algunas acciones para mantener esto son las siguientes:

- Hacer una lista de posibles retrocesos para abarcarlos antes de que ocurran.
- Elaborar listas de chequeos para mantener lo realizado.
- Ejecutar auditorías.
- Mantener Informes del tipo: antes / después.
- Crear estándares de limpieza para que se mantengan.
- Definir las “reglas del juego” para ejecutar competencias de 5’s.
- Establecer métodos para información de logros.

*Shitsuke* (Disciplina - hábito): cumplimiento de normas y estándares hasta generar una cultura de respeto:

- Tratar de introducir 5’s en la cultura empresarial.
- Capacitación y entrenamiento permanente.
- Seguimiento hasta generar un hábito.
- Generar autonomía y rutina.
- Reconocer los esfuerzos para que se mantengan los progresos.
- Enseñar con ejemplos, en especial las jefaturas.

*Seishoo* (Coordinación): Utilizar metodologías establecidas y ordenadas. Es unión de esfuerzos para objetivos comunes. Trabajo en equipo.

*Seido* (Estandarización): Utilizar procedimientos, instructivos, manuales, normas, reglamentos. Fijar especificaciones.

*Shikari* (Constancia): El deseo de hacer cosas positivas para todos en general, manteniendo una actitud sin cambios, enfocada en el logro de metas predefinidas.

*Shitsukoku* (Compromiso): Es el cumplimiento responsable, sin mirar hacia atrás, del compromiso adquirido. La trilogía (disciplina, constancia y compromiso) que alimenta el entusiasmo de hacer las cosas, se completa con este el último elemento.

### **6W + 3H**

Aunque de primera mano pareciera ser poco interesante, es una forma muy eficaz de integrar en una sola vi-

sión, varios elementos que conforman una situación que requiere ser abarcada de forma rápida. Es una metodología que consiste en contestar 9 preguntas acerca de un problema para determinar su origen. Es utilizada como parte de las herramientas de análisis de problemas, pero también para planes de acción o de negocios.

**(What) ¿Qué?:** describe la situación a abarcar de forma objetiva y sintetizada para que sea comprendido sin ambigüedades o dobles interpretaciones por todos. Es similar a lo que se realiza en la sección de "Declaración del problema" del *Charter* del proyecto.

**(Why) ¿Por qué?:** se relaciona con el por qué ocurre la situación, de forma tal que se formulan hipótesis de la posible causa raíz que puede estar provocando el problema. Es algo similar a lo realizado con la técnica de "5 ¿por qué?"

**(When) ¿Cuándo?:** puede estar referido al momento en que se produjo o produce el problema y las circunstancias que mediaron para que sucediera. Si se usa la técnica como plan de acción, estaría enfocada en periodos de tiempo como por ejemplo en fechas de implementación.

**(Where) ¿Dónde?:** indica la parte en donde se está presentado la situación o la delimitación del área del proceso en el cual se realizarán las acciones investigativas.

**(Who) ¿Quién?:** referido a quién le sucede, a quién le afecta lo sucedido, quién lo hace, quién lo debería hacer, quién más puede hacerlo, etc. Si se usa la técnica como plan de acción, estaría enfocada en indicar el departamento o persona responsable del control o ejecución de las labores programadas.

**(With) ¿Con qué?:** se indican en esta sección de dónde se obtendrán los recursos que se necesitan.

**(How) ¿Cómo?:** algunas veces se utiliza para describir cómo van ocurriendo los hechos hasta llegar al problema y otras veces para identificar patrones comunes que producen problemas similares. Incluye la descripción detallada de tareas para el caso de formulación de planes de acción o estratégicos.

**(How much) ¿Cuánto?:** se utiliza en singular para cosas tangibles y usado para especificar la cantidad cuando se requiera responder con unidades de medida, peso, volumen, etc. El uso más común está referido a términos económicos del problema, aunque también para agregar características de frecuencia de ocurrencia (si es un problema periódico o aleatorio).

**(How many) ¿Cuántos?:** está referido a escala o al nivel de logro que se pretende alcanzar con el análisis del problema. Se define en esta etapa cómo se va a medir o evaluar lo realizado.

Ilustración 166 - Formato para realizar 6W+3H

¿Qué? (What)	¿Dónde? (Where)	¿Por qué? (Why)	¿Cómo? (How)	¿Quién? (Who)	¿Cuándo? (When)	¿Cuánto? (How much)	¿Con qué? (With)	¿Cuántos? (How many)
Descripción objetiva y sintetizada - Problema	Donde se presenta la situación	Hipótesis de causas - ¿Por qué ocurre?	Descripción detalladas de tareas - Planes acción	Responsable del control o ejecución	Periodos de tiempo	Términos económicos	Donde vendrán los recursos	Cómo evaluar lo realizado

### 7 MUDAS

MUDA proviene de una palabra japonesa que significa despilfarro, superfluo, residuo, inutilidad, ociosidad y sus elementos son los siguientes:

- 1. Sobreproducción:** es producir más de lo que el cliente o el siguiente proceso necesita, porque esto llevará muy probablemente a mayor inventario, que a su vez será un gasto adicional de recursos que no beneficia al cliente.
- 2. Producir piezas defectuosas:** son los que no cumplen los requerimientos del cliente (internos o externos) y crean costos adicionales por reprocesos.
- 3. Transporte de material:** el exceso de manipulación del material aumenta el costo y la probabilidad de daños, además de ser una actividad que no tiene valor agregado.
- 4. Inventario:** cualquier tipo de inventario es capital que aún no ha generado un beneficio económico. El inventario que está estancado, o no lo tiene el cliente, tiene que ser eliminado.
- 5. Sobreproceso:** se trata de añadir pasos innecesarios en las actividades de trabajo y no requeridos por el cliente.
- 6. Retrasos / esperas:** la espera incluye a todos los productos o bienes que no están en proceso de fabricación o siendo transportados. Involucra los conocidos "cuellos de botella" cuando una etapa va más rápido que la que sigue.
- 7. Movimientos innecesarios:** por eficiencia baja de trabajadores (dobles traslados innecesarios), malos métodos de trabajo (por flujo ineficiente), distribución de planta no adecuada o falta de orden y limpieza (pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas).

## CAPÍTULO X. METODOLOGÍAS DE MEJORA

---

En la búsqueda de cambios positivos en las organizaciones, es necesario estructurar una forma de abordar las situaciones que requieren de intervención, caso contrario, al no tener la ruta a tomar, cualquier ruta parecerá buena, aunque en realidad no lo sea.

Al pasar del tiempo, se han propuesto una serie de metodologías de uso común referidas a métodos que se utilizan en cierto orden para obtener resultados válidos, las cuales se pretende denotar a continuación, pero siempre haciendo énfasis en que cada organización, puede crear su propia metodología de trabajo para manejar sus casos particulares.

### DMAIC

Utilizada para orientar proyectos, con el fin de mejorar los procesos ineficientes de la empresa, ya sean en una parte específica o bien en toda la empresa.

DMAIC proviene de las letras de los cinco pasos que lo conforman, a saber, Define (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analizar), *Improve* (Mejorar), *Control* (Controlar) que se realizan en el orden descrito. Si al completar el ciclo no se obtuvieron los resultados esperados debe reiniciarse nuevamente hasta obtener lo deseado. En resumen, el significado de cada paso es el mostrado:

- **Definir:** Es el primer paso donde se precisan los parámetros del proyecto, los participantes, objetivos, alcance y oportunidades.
- **Medir:** Es el segundo paso donde se recolectan los datos con el fin de ver y medir la situación actual, lo que luego servirá de comparativo con el resultado final del proyecto desarrollado.
- **Analizar:** en esta etapa se estudia el proceso con el fin de buscar los posibles problemas y la causa raíz de estos.
- **Mejorar:** es la parte donde se realiza el perfeccionamiento en la solución del problema encontrado en el paso anterior. Podrán encontrarse diferentes soluciones, por ello debe ejecutarse un proceso de selección detallado, realizar pruebas y describir cómo se va a proceder en la implementación.
- **Controlar:** en el último paso, se debe velar por que se cumpla con lo propuesto para proceder con la solución. También incluye las acciones para que la solución se mantenga a lo largo del tiempo.

### PHVA

Es una metodología muy aplicable a cualquier ámbito de la empresa que permite evaluar y planificar los puntos de mejora, especialmente relacionados con el aumento de la productividad y reducción de costos. Es conocido

como el ciclo de Deming, espiral de mejora continua, PDCA o PHVA y formado por el acrónimo creado por las palabras Planificar, Hacer, Verificar, Actuar. Estos funcionan en ese orden y significan:

- Planificar: en esta etapa se dan los parámetros para la obtención de los resultados, tales como objetivos e identificación.
- Hacer: consiste en realizar los cambios necesarios para mejorar el proceso.
- Verificar: se prueba el plan de mejora con el fin de observar si funciona o bien si necesita ser ajustarlo.
- Actuar: la última etapa se puede realizar de dos formas basándose en los resultados obtenidos, si los datos no son los deseados se encarga de realizar las correcciones y modificaciones necesarias para la función requerida, y en caso de tener resultados satisfactorios se comienza una nueva acción para mejorar continuamente.

### **MASP**

Las MASP son las iniciales del significado de dicha herramienta la cual quiere decir “Método de Análisis y Solución de Problemas”. Este método está basado en un trabajo de campo en el cual los investigadores rápidamente llegan a la solución del problema interactuando e investigando mediante colaboradores y el uso de

otras herramientas tales como el diagrama de cola de pescado.

MAPS se basa en 8 sencillos pasos:

- Identificación: en este paso se identifica y se le da la importancia requerida al problema.
- Observación: se realiza investigación de diferentes puntos de vista, recorrido en el sitio y recolección de datos, con el fin de dar características específicas del problema.
- Análisis: mediante el uso del diagrama se evalúan las posibles causas con el fin de eliminar aquellas menos probables. Con las causas más probables se plantean las hipótesis a ser corroboradas.
- Plan de acción: se crean las mejoras que prevengan las causas más sólidas.
- Ejecución: se pone en uso el plan de acción.
- Verificación: revisión del plan de acción para ver si fue efectivo.
- Estandarización: se crean e implementan las prácticas de operación que mejoren y eviten que el problema vuelva a pasar.
- Conclusión: formación de una guía que prevenga que los colaboradores nuevos tengan el mismo problema y cometan el mismo error. También involucra una etapa de reflexión y retroalimentación de todo el proceso.

**8D**

La metodología 8D se basa en 8 pasos, con los cuales un equipo de personas capacitadas aborda un problema en específico de carácter reiterativo en la empresa. Busca determinar la causa raíz bajo un proceso estandarizado de enfoque común de abordaje. Las 8 disciplinas de la metodología son:

**D1: Construcción del equipo:** formación de un equipo de trabajo con integrantes de experiencia, con capacitación en el tema y capaces de trabajar en equipo para un mismo objetivo. Muy importante que tengan asignado el tiempo necesario para trabajar.

**D2: Definir:** se realiza una descripción del problema de la manera más específica, clara y concisa posible. Se usan herramientas que faciliten esta labor; por ejemplo, 5W+2H, 5 porque, y muchas preguntas como por ejemplo ¿Qué es lo que pasa?, ¿Cuándo no está sucediendo el problema?, ¿Quiénes están involucrados?, etc.

**D3: Acción provisional:** se crea una solución correctiva provisional, con el fin de dar la mayor cantidad de tiempo posible para elaborar una solución definitiva. Con ella se busca que el problema no empeore antes de implementar la solución permanente. Debe darse seguimiento para evaluar la efectividad de la medida de contención en el problema, no sea que se incremente el problema.

**D4: Identificar la causa de raíz:** se realiza con el fin de eliminar el problema desde el fondo y que no se vuelva a presentar. Una buena práctica es ir al lugar donde está sucediendo el problema para obtener información de primera mano. Pueden usarse herramientas como diagrama de árbol, diagrama de causa y efecto, diagrama de relaciones, etc.

**D5: Determinar acciones correctivas:** una vez conocida la causa de raíz, se procede a crear el plan de acción para garantizar que las incidencias y las propuestas de mejora son gestionadas con eficacia y se corrija definitivamente el problema. Puede que sea necesario más tiempo para su ejecución, ya que depende de la disponibilidad de recursos (monetarios, de personal y otros) con que cuente la empresa.

**D6: Implementación de acciones:** se lleva a cabo la implementación del plan de acción que pretende ser una solución permanente, con el fin de corregir el problema. Hay que validar la eficacia y la posibilidad de recurrencia de las causas originales. En caso de no obtener la respuesta deseada en las acciones ejecutadas, deberá regresarse a valorar nuevamente la disciplina 4.

**D7: Prevención:** una vez que se conoce el lugar y el momento de ocurrencia se programa una revisión cada cierto tiempo y ciertas partes del proceso, esto con el fin de revisar que el

efecto esté controlado y no se repita a futuro.

**D8: Reconocimientos:** debe reconocer la labor cumplida por el equipo ya

que esto redundará en personal más comprometido y motivado con el trabajo y con iniciativas para nuevos proyectos de mejora.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a los siguientes profesores por sus comentarios, los cuales permitieron mejorar el contenido de esta obra.

Dr. Aaron Caro Guzmán  
Universidad Autónoma del Estado de México, UAEMéx – MX  
Docente Investigador

Dr. Ronny Rodríguez Barquero  
Instituto Tecnológico de Costa Rica. TEC – CRC  
Escuela de Administración de Empresas

Mtra. Antonieta del Pilar Ávila Baeza  
Universidad de Concepción, Chile, UdeC – CL  
Centro de Formación y Recursos Didácticos

Máster. Bernal Vargas Vargas  
Instituto Tecnológico de Costa Rica. TEC – CRC  
Escuela de Ingeniería en Producción Industrial

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

Acuña, J. (2012). *Control de calidad. Un enfoque integral y estadístico*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Acuña, J. (2004). *Mejoramiento de la calidad, un enfoque a los servicios*. Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Centros Europeos de Empresas Innovadoras (2008). *Manual de Distribución en Planta*. España: Editorial Instituto de la Mediana y Pequeña Industria de la Generalitat Valenciana.

Cruelles, J. A. (2013). *Ingeniería Industrial. Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega; Marcombo.

Cuatrecasas, L. (2010). *Lean management: la gestión competitiva por excelencia*. España: Editorial Profit.

Dennis R., (2015). *Executing Lean Improvements, a practical guide with Real-World Healthcare Case Studies*. Estados Unidos: American Society for Quality ASQ Press Publications.

Fred, R. (2003). *Conceptos de Administración Estratégica*. México: Pearson Educación.

Garro, E. (2016). *Desarrollo de proyectos de innovación con Design for Six Sigma*. (1 ed.). Costa Rica. Editorial Ludovico.

González, C., Doming R. y Sebastian, M. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Costa Rica: UNED.

González, M. (2001). *QFD La función despliegue de la calidad; una guía práctica para escuchar la voz del cliente*. México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A.

Gutiérrez, H. (2014). *Calidad y Productividad*. México: McGraw Hill Interamericana.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2007). *Control estadístico de calidad y seis sigmas*. México: McGraw Hill.

Koontz, H., Weihrich, H. y Cannice, M. (2012). *Administración, una perspectiva global y empresarial*. México: Editorial McGraw Hill Interamericana.

López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. España: FC Editorial.

López, J., Alarcón, E. y Rocha, M. (2014). *Estudio del Trabajo, una nueva visión*. México: Editorial Patria S.A. de C.V.

Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Editorial McGraw Hill Interamericana.

Martin, K. y Osterling, M. (2013). *Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation, How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation*. McGraw Hill.

Meyers, F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. México: Editorial Pearson Education de México.

Muther, R. (1968). *Planificación y proyección de la empresa industrial*. España: Editores Técnicos Asociados S.A.

O.I.T. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Suiza: Editorial Oficina Internacional del Trabajo.

Palacios, L. (2016) *Ingeniería de métodos., movimientos y tiempos*. Colombia: Ecoe Ediciones.

Pande, P., Neuman R y Cavanagh, R. (2004). *Las claves prácticas de seis sigma, una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos*. México: Mc Graw Hill.

P.M.I. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK)*. Editorial Project Management Institute

Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. España: Editorial Ediciones Díaz de Santos.

Socconini, L. (2016). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*. México: Alfaomega Grupo Editor.

Terninko, J. (2018). *Step-by-Step QFD*. (2 ed.). Estados Unidos. Taylor and Francis Group.

UNIT (2009). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. Uruguay: Editorial Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.

Vallhonrat, J. y Corominas, A. (1991). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. España: Editorial Marcombo.

Villaseñor, A. y Galindo, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing, guía básica*. México: Limusa.

Villaseñor, A. y Galindo, E. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

Zapata, A. (2015). *Ciclo de la Calidad PHVA*. Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia.

**ABREVIATURAS Y SIGLAS**

AMFE = Análisis en Modo de Fallas y Efectos

ASQ = American Society For Quality

CEP = Control Estadístico de Procesos

CA = Capacidad actual

CI = Coeficiente de insatisfacción

CL = Cambio de lote

CS = Coeficiente de satisfacción

D = Demanda

d = Diferencia esperada

Etc. = Etcétera

EFE = Evaluación de Factores Externos

EFI = Evaluación de Factores Internos

I = Indiferente

I&D = Investigación y Desarrollo

INV = Inversa

L = Lote

LT = Lead Time

MASP = Método de Análisis y Solución de Problemas

min = Minuto

MPEC = Matriz planeación estratégica cuantitativa

n = Tamaño de muestra

N = Total de la población

NPR = Nivel de prioridad del riesgo

O = Obligatorio

OEE = *Overall Equipment Effectiveness*

ONVA: Operaciones de no valor agregado

OSVA: Operaciones sin valor agregado

Op = Operarios

OVA: Operaciones de valor agregado

p = Proporción esperada

PFEP = Plan For Every Part

PPCP = Plan para cada persona

P-Q = *Product-Quantity*

q = 1 – p

QFD = *Quality Function Deployment*

RAM = *Risk Assessment Matrix*

RPA = *Rapid Plant Assessment*

s = Segundo

S = Severidad

SKU = *Stock Keeping Unit*

T.E. = Tiempo estándar

TC = Tiempo de ciclo

TD = Tiempo disponible

TF = Tiempo funcionamiento

TSVA = Tareas sin valor agregado

TT = Takt time

TVA = Tareas de valor agregado

U = Unidimensional

USB = *Universal Serial Bus*

VOC = *Voice Of Customer*

VSM = *Value Streaming Mapping*

Z = valor de confianza asociado

## ACERCA DEL AUTOR

Luis Eladio Rodríguez González es profesor asociado y labora en la Escuela de Licenciatura en Ingeniería en Producción Industrial del Tecnológico de Costa Rica en el Campus Local San Carlos desde el año 2015.

Recibió su título de Ingeniería en Producción Industrial en marzo del 2001. Obtuvo una maestría en Sistemas Modernos de Manufactura con énfasis en Calidad con mención honorífica y también una maestría en Administración de Empresas con énfasis en Calidad y Productividad como graduado de honor; todos los títulos otorgados por el Tecnológico de Costa Rica. Actualmente se encuentra cursando el programa de Doctorado en Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura, España.

Alcanzó certificaciones en Green Belt Six Sigma por la Asociación Americana de Calidad (ASQ: American Society for Quality), en SolidWorks por Dassault Systemes y en Quality Trainer by Minitab. Además, ha escrito artículos que pueden visualizarse en <https://orcid.org/0000-0001-6459-2189>

Ha tenido experiencia laboral en empresa farmacéutica, cooperativa y fue profesor de educación técnica durante 8 años para el Instituto Nacional de Aprendizaje donde impartió cursos presenciales, virtuales y asistencias técnicas a pequeña empresa. También, ha colaborado con varias universidades privadas del país, impartiendo cursos a nivel de licenciatura y maestría.

Es asesor y evaluador de proyectos de graduación a nivel de Licenciatura y maestría, es el coordinador de vinculación empresarial estudiantil y ha desarrollado proyectos de extensión universitaria. Además, ha realizado ponencias en eventos internacionales en México, Colombia y Costa Rica y participado en intercambios académicos internacionales en México, Colombia, China y España.