

Herramientas para la mejora de la Calidad

OPEN MARKET Ltda.

Compendio de Herramientas de Gestión y Estadísticas que le permitirán obtener resultados efectivos y de forma organizada teniendo en cuenta la Ruta de la calidad

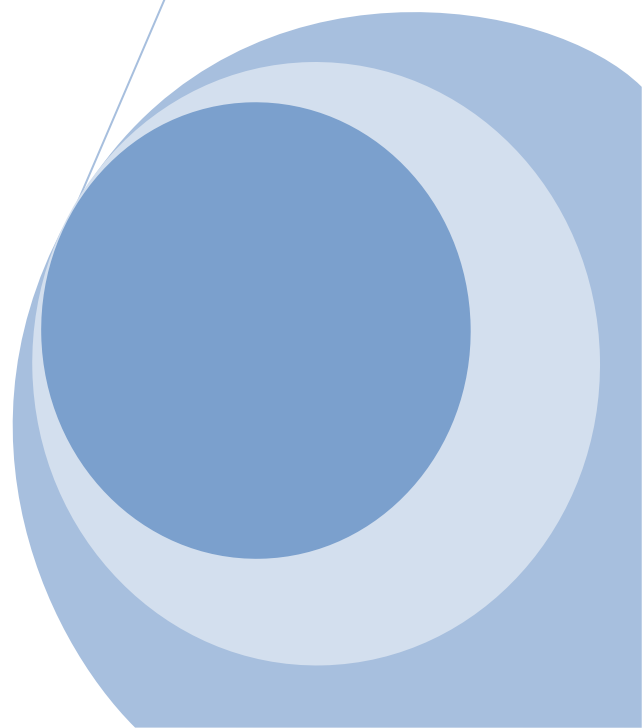
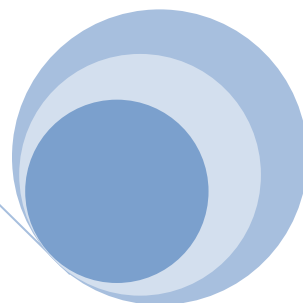
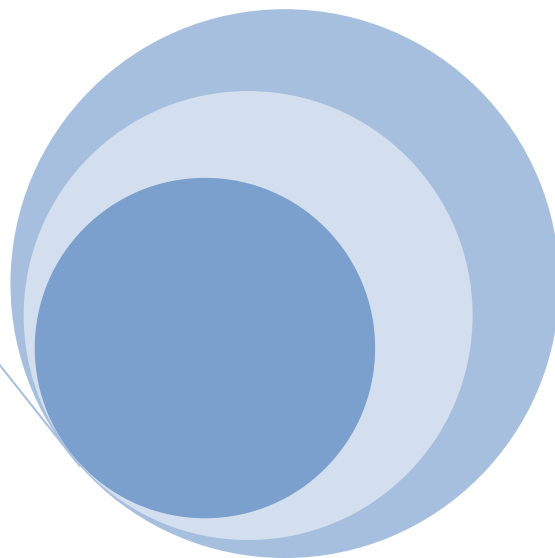




Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
MODELO SEIS SIGMA	7
LAS SIETE NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD	17
DIAGRAMA DE AFINIDAD	17
CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE AFINIDAD	18
DIAGRAMA DE RELACIONES	29
CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE RELACIONES	29
DIAGRAMA DE ARBOL	40
CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE ÁRBOL	41
MATRICES DE PRIORIZACION.....	46
CONSTRUCCIÓN DE LAS MATRICES DE PRIORIZACIÓN	46
DIAGRAMA MATRICIAL	62
CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA MATRICIAL	67
DIAGRAMA PROCESO DE DECISIÓN.....	82
EL CICLO PDCA	82
CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE PROCESO DE DECISIÓN	86
DIAGRAMA DE FLECHAS.....	93
CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLECHAS	97
LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	109
EL DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS	109
ANALISIS DE PARETO	111
Como elaborar diagramas de Pareto.	111
DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO	115
COMO ELABORAR DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO.....	115
HISTOGRAMAS.....	119
CÓMO SE ELABORA UN HISTOGRAMA:	120
HOJA DE CHEQUEO.....	123
INSTRUCCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN (REGRESIÓN) O DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.....	125
GRAFICAS DE CONTROL	129
Cómo se elabora:	130
DIAGRAMAS DE FLUJO	132
GLOSARIO.....	134
BIBLIOGRAFIA.....	138

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia para toda organización entender las ventajas y beneficios que un programa de mejora continua presenta; a continuación se presenta un conjunto de técnicas y herramientas de gestión que en los años 70, un comité de la unión japonesa de científicos e ingenieros (Japanese union of Scientist and engineers, JUSE) analizaron, seleccionando de entre ellas las denominadas “Siete Herramientas de Gestión y Planificación”

El objeto era determinar un conjunto de herramientas que sirvieran de apoyo a la estrategia Calidad Total en las áreas funcionales de las organizaciones y empresas de fabricación utilizadas por gestores y directivos de una forma similar a como las siete herramientas había. Servido de apoyo en los departamentos de fabricación a través de los círculos. En esta época, el reto residía en que otras áreas (direcciones departamentos fuera) a la de producción asumieran la función calidad, de igual forma que con anterioridad los departamentos de producción habían asumido la función de controlar la calidad de sus productos. Estas herramientas debían ser capaces de ayudar a que las directivas de estas áreas:

- Se comprometieran en un programa de calidad total.
- Identificaran oportunidades de mejora en sus organizaciones.
- Implantaran programas de mejora.

El conjunto seleccionado fue el compuesto por las siguientes herramientas:

- Diagrama de afinidad.
- Diagrama de relaciones.
- Diagrama de árbol.
- Matrices de priorización.
- Diagramas matriciales.
- Diagrama del proceso de decisión.
- Diagrama de flecha.

Las siete nuevas herramientas de gestión y planificación son herramientas de segunda generación utilizadas por grupos constituidos en el seno de una organización con el objetivo de resolver los problemas pocos e importantes (frente a los muchos y triviales en los que se utilizan las siete herramientas clásicas), fundamentalmente durante la etapa de planificación del ciclo de mejora de la calidad.

Con posterioridad a su selección, estas siete herramientas han mostrado su utilidad en todo el mundo habiéndose introducido en los estados Unidos por el gabinete GOAL (Growth Opportunity Alliance of Lawrence) a mediados de los años 80, utilizándose de forma sistemática en la aplicación del despliegue de la función de la calidad (Quality Function Deployment, QFD).

La mejora continua de la calidad es una estrategia de Dirección que a través de una serie de actividades logra crear un hábito de mejora continua en todos los procesos, tanto de fabricación como de gestión aumentando en todos los procesos, tanto de fabricación como de gestión aumentando la eficacia de la empresa y por lo tanto la competitividad.

En un programa de mejora continua es crítico para el éxito del programa seguir el ciclo básico de mejora de la calidad o “Rueda de Deming”.

- Planificar.
- Hacer.
- Comprobar.
- Actuar.

Las siete nuevas herramientas comprometen una metodología, cuya eficacia ya ha sido probada en todos los sectores empresariales del mundo, para abordar la fase de planificación de la citada rueda de Deming.

Esta segunda generación de herramientas son, además capaces de tratar con datos de “tipo de ideas u opiniones”, datos por lo general de tipo cualitativo y de difícil tratamiento.

Lo cierto es que estas herramientas promueven la creatividad y son susceptibles de adaptarse a las distintas problemáticas que se puedan presentar, por lo que, salvo en lo que concierne al fondo (los conceptos claves en los que se basa su utilización), sus usuarios no deben sentirse limitados ni en la forma **UNIENDO LAS SIETE HERRAMIENTAS**

Las siete herramientas pueden utilizarse de forma individual con los fines expuestos de forma resumida en el pinto anterior, pero cuando mientras su mayor eficacia es cuando se utilizan como conjunto en una metodología de resolución de problemas.

La mayoría de las metodologías de resolución de problemas, se basan en buscar respuestas a las cinco siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Cuáles son las causas del problema?
- ¿De qué forma se resuelve el problema?
- ¿qué opción tomar?
- ¿Cuándo y cómo actuar?

Aunque en la descripción detallada de cada herramienta es donde vamos a descubrir su verdadera “potencia”, merece hacer un mapa de cómo encajan estas herramientas en la metodología de resolución de problemas.

Las metodologías de resolución de problemas generalmente utilizan una secuencia cíclica de enfoque y expansión del pensamiento.

El primer ciclo de expansión enfoque siempre consiste en identificar los problemas existentes (expansión) seguido de la correcta definición de dichos problemas (enfoque).

En las herramientas clásicas, la tormenta de ideas cumplía el objetivo de identificación de problemas. Era la herramienta que apoyaba la expansión del pensamiento. Otras herramientas clásicas como el diagrama de causa efecto o el de Pareto ayudan a enfocar la atención.

En las nuevas herramientas en este primer ciclo la expansión y enfoque está apoyado por dos herramientas: el diagrama de afinidad y el diagrama de relaciones. La diferencia con las herramientas clásicas es que cada una de estas dos herramientas sirve para realizar ambas fases

del ciclo y la utilización de una u otra dependerá del enfoque creativo (diagrama de afinidad) o lógico (diagrama de relaciones) que sea más eficaz en la resolución del problema.

HERRAMIENTAS NUEVAS Y HERRAMIENTAS CLÁSICAS

Las siete nuevas herramientas han probado ser útiles para los directivos, no importa de que nivel, de muchas compañías. No obstante, donde mejor han funcionado es entre directivos medios a altos y parece que el motivo es que estas herramientas no sustituyen a las herramientas clásicas, sino que las complementan cubriendo un vacío dejado por estas. Desde el punto de vista de estos directivos:

- las técnicas graficas simples del tipo diagrama de flujo, hoja de comprobación, gráficos de tendencia, grafico de Pareto y diagrama de causa efecto parecen a menudo ser demasiado básicas como para ser realmente validas por la alta dirección, viéndolas más adecuadas para el personal de línea.
- Las herramientas estadísticas tales como el histograma, diagrama de dispersión, gráficos de control y diseño de experimento son consideradas como excesivas técnicas y adecuadas solamente para su utilización por especialistas.
- Las herramientas clásicas utilizan fundamentalmente datos numéricos. Los directivos suelen tratar con datos de tipo "idea". Por lo general su problema es organizar ideas, temas, palabras, etc. En lograr de datos.
- La realidad es que en cualquier programa de mejora es necesario el esfuerzo de todos, por lo que lo lógico es seleccionar las herramientas más idóneas relacionadas con el problema a solucionar y a las personas que deben intentarlo.





MODELO SEIS SIGMA

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

SEIS SIGMA



- Reduce la VARIACION de proceso
- Proporciona una acción inmediata para análisis detallado del proceso.
- Reduce la cadena inútil
- Mejora la capacidad del proceso

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

CALIDAD TOTAL

“mucha gente dice que la calidad le cuesta a usted demasiado. No es así, le costará menos.”

James E. Olson, presidente de AT&T

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

ANTECEDENTES SEIS SIGMA

- 1890 FREDERICK W. TAYLOR, Estudio sistemático acerca del uso del tiempo y movimientos de los trabajadores
- 1920 WALTER SHEWHART, Métodos estadísticos al control de calidad en manufactura.
- 1950 EDWARD DEMING (Planear, Hacer, Verificar, Actuar)
- 1985 MOTOROLA (Implanta los principios del proceso de 6 sigma)
- 1987 MOTOROLA (Bob Marlyn / Mikel Harry)



OPEN MARKET
The Best Logistics Team

ANTECEDENTES SEIS SIGMA

90's Los especialistas dejan MOTOROLA para desplegar la 6 sigma

Motorola une fuerzas con otras compañías como IBM, ABB (Asea Brown Boveri), Allied Signal, Texas Instruments y Kodak para fundar el "Instituto de Investigación Seis Sigma"

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

RESULTADOS

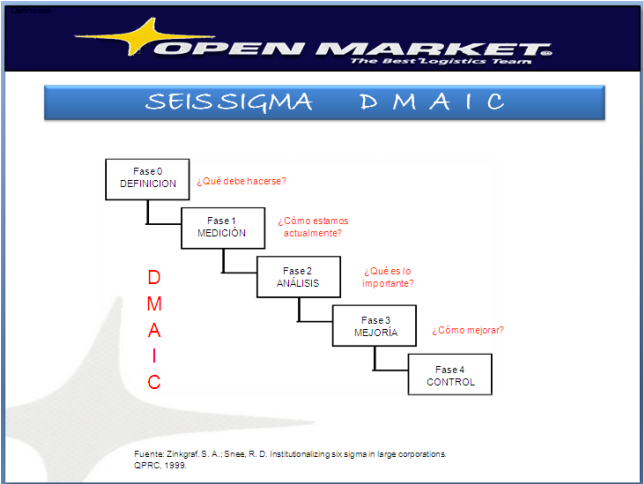
RESULTADOS ALCANADOS		
MOTOROLA	11 años	\$15bdd
GE	5 Años	\$12 bdd
RELIANCE INC. (Petroquímica hindú)		\$ 10 mdd/ año
BOMBARDIER	5 Años	\$137 mddc
HONEYWELL	2002	\$1300 mill
Schneider Electric	3 años	€ 190 mill.

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

METODOLOGÍA SIX SIGMA-LEAN

Una cultura caracterizada por...

- Centrada en el cliente: ¿Que valoran?
- Resultados financieros
- Establecido por la gerencia y alcances
- Delegación de recurso: 1 a 3% del personal de tiempo completo
- Infraestructura de la ejecución: cinturones negros y verdes, equipos













OPEN MARKET®
The Best Logistics Team

SIPOC

Supplier (Proveedor) - Quién proporciona el input al proceso

Input (Entrada) - El material o datos con los que se trabaja durante el proceso.

Proceso - Serie de acciones que se deben realizar para satisfacer los requerimientos del cliente.

Output (Resultado) - El material o datos que resultan de la operación de un proceso

Cliente - Quien recibe el output del proceso

Cliente - Quien recibe el output del proceso

¿Que es crítico para la calidad del proceso?
.....Según el cliente!

[illegible]



OPEN MARKET
The Best Logistics Team

VOZ DEL CLIENTE (VOC)

La voz del cliente puede estar capturada en diversas formas, las que seguramente podrás encontrar son:


Fuentes

Entrevistas
Grupos de interés
Encuestas
Reclamaciones
Visitas/llamadas de ventas
Devoluciones
Estudios/Vigilancia de mercados
Benchmarking
Llamadas de asistencia
Otras

Recopilan información de:

1. Asuntos o problemas de clientes actuales y antiguos
2. Necesidades insatisfechas de clientes actuales y antiguos
3. Interés en productos o servicios concretos de clientes actuales y antiguos


[illegible]


OPEN MARKET
The Best Logistics Team

LA VARIABLE "Y" DEL PROCESO

La variable "Y" resultado de nuestro Proceso es el Factor Crítico de Calidad (CTQ) que vamos a mejorar con el proyecto para dar satisfacción a las Especificaciones del Cliente.

$$Y = f(x)$$



The diagram illustrates the process flow for the variable "Y". It is enclosed in an orange border. At the top left, the equation $Y = f(x)$ is displayed. Below it, the word "Inputs" is written in orange, followed by x_1, x_2, \dots . Three blue arrows point from the inputs to a central box labeled "Proceso" in orange. Below the inputs, the text "Variabilidad / 'ruido' / factores externos" is written in blue, with three blue arrows pointing upwards towards the inputs. The "Proceso" box is yellow and contains a flowchart with three rectangular boxes and one diamond-shaped decision box. Below the process box, the text "Variables de Proceso" is written in orange, followed by $\dots x_n$. Three blue arrows point from these variables into the process box. Below this, the text "Variabilidad / 'ruido' / factores externos" is written in blue, with three blue arrows pointing upwards towards the process variables. A large blue arrow points from the process box to the word "Output" in orange, which is followed by "Y".

[illegible]



OPEN MARKET
The Best Logistics Team

MEDIR

FASE MEDIR
Introducción a la fase Medir
I.P.O
PRIO
AMDEC
Recolección de Datos
Repetibilidad y Reproducibilidad
La aptitud del proceso
Visualización de datos

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

FASE MEDIR

Definir → **Medir** → Analizar → Mejorar → Controlar

Introducción a medición.

- Estadística básica
- Histograma
- Muestreos
- Estadísticas descriptivas
- Presentaciones gráficas simples

Datos continuos

- Descripción de datos
- Gage R&R Continuo
- Tamaño de muestra
- Normalidad de datos
- Distribuciones continuas
- Análisis de proceso

Datos discretos

- Descripción de datos
- Gage R&R Discreto
- Distribuciones discretas
- Análisis de producto
- Análisis de proceso discreto.

OPEN MARKET
The Best Logistics Team

I.P.O (Input-Process-Output)

Primero es necesario analizar y describir las fases del proceso más específicamente. El análisis del proceso (los pasos le permiten crear una lista de TODO el proceso). Las variables (el Xs) qué podría tener un efecto en los resultados esperados por los clientes (el Ys)

[illegible][illegible][illegible]







OPEN MARKET®
The Best Logistics Team

CONTROLAR

Introducción a la fase controlar
Documentación y estandarización
Supervisión continua
Evaluación de resultados

[illegible]



OPEN MARKET®
The Best Logistics Team

INTRODUCCION A LA FASE CONTROLAR

DOCUMENTACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

Para asegurarse de que la solución sea perpetua (duradero), el grupo debe documentar el nuevo proceso y desarrollar ayudas de entrenamiento.

SUPERVISION CONTINUA

Recalcular el funcionamiento de proceso y calcular el retorno de inversión.

EVALUACION DE RESULTADOS

Recalcular el funcionamiento de proceso y calcular el retorno de inversión.

[illegible]

GRACIAS

[illegible]



LAS SIETE NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD

DIAGRAMA DE AFINIDAD

El diagrama de afinidad (DA) es la herramienta básica del conjunto de las siete nuevas herramientas. También es conocida con el nombre de “método KJ” (Kawakita Jiro es la persona que la desarrolló). Esta herramienta se utiliza para conseguir gran cantidad de datos en forma de ideas, opiniones, temas aspectos a considerar y organizarlos en grupos en base a criterios afines de relación natural entre cada elemento.

En muchas ocasiones, el mayor obstáculo que es necesario vencer en la fase de planificación de cualquier programa de mejora, radica en el resultado obtenido en el pasado con otros programas similares. Generalmente se supone que aquello que tuvo éxito en el pasado, también lo tendrá en el futuro y que lo que no tuvo éxito en el pasado, tampoco lo tendrá en el futuro. Por lo tanto se suelen perpetuar prejuicios por lo general no adecuados, que son un obstáculo a la creatividad. Para abordar con una mínima esperanza de éxito un programa de mejora continua, es necesario dejar a un lado estos prejuicios, haciendo “tabla rasa”.

El DA es una herramienta muy útil a la hora de lograr que un grupo de personas trate un tema determinado, no de forma lógica e intelectual, sino de forma creativa. Dada la dificultad existente en el tratamiento de las ideas, también es útil ante la necesidad de organizar eficazmente el resultado obtenido, en lo que respecta a datos, con este esquema creativo.

Es necesario tener en cuenta que la eficacia de la herramienta es directamente proporcional al número de ideas o temas obtenidos. En una sesión de media hora se pueden obtener más de 50 ideas, número muy superior por lo general al obtenido en una reunión de trabajo normal.

Igual que sucede con la herramienta tormenta de ideas (herramienta perteneciente a las siete herramientas clásicas), no solamente es necesario tener en cuenta esta ventaja en lo que a eficacia se refiere. Existe otra ventaja fundamental relacionada con la participación de las personas en la actividad del grupo. En una reunión clásica, muchas ideas se pierden en el “calor” de la discusión, no siendo nunca consideradas. Sin embargo todos los participantes en un DA, al descubrir una vía de aplicación de sus ideas en la solución del problema o el proceso en cuestión, sienten que tienen un papel en este proceso, que son “corresponsables” de las decisiones tomadas y su participación será mucho más activa.

Como resumen, el objetivo del DA es analizar gran cantidad de datos en forma de ideas e identificar las ideas claves inherentes a los datos. Con términos de cocina, diríamos que el DA permitirá al equipo “reducir” una gran cantidad de datos en un conjunto manejable de ideas clave.

Con respecto a la utilización del DA, esta es una herramienta útil en una gran cantidad de aplicaciones, no obstante, su mayor utilidad es ante situaciones en las que:

1. los hechos o conceptos no se encuentren claramente delimitados, sean complejos o excesivamente amplios. el DA permitirá representar un “mapa” de estos hechos o conceptos.
2. debido a la gran cantidad de incidencias detectadas, estas impiden determinar con claridad las causas concretas de la situación.



3. sea conveniente utilizar un nuevo enfoque, tanto en la actuación como en el análisis de un tema. El DA permitirá al grupo romper con los conceptos tradicionales. Ampliando su campo de pensamiento.
4. no se conozcan de forma clara los pasos a dar para salir de una determinada situación, siendo necesario una ayuda para poner en marcha con éxito una solución.
5. sea necesario el consenso de un grupo para abordar una actuación.

En aquellos casos que no se recomienda la utilización de esta herramienta:

1. el problema a abordar es sencillo.
2. es necesario disponer de la solución rápidamente.

CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE AFINIDAD

1. FORMAR EL EQUIPO CORRECTO

En primer lugar es necesario formar un equipo. Es necesario planificar cuidadosamente quienes lo formarán. Como hemos dicho antes, los datos en forma de ideas, temas, aspectos a considerar, etc. Por lo general provienen de experiencias colectivas, opiniones y pensamientos creativos de un grupo de personas trabajando hacia un objetivo o con un propósito común, uno de los pasos más importantes para lograr el éxito en cualquier proyecto es conseguir reunir a las personas correctas que deben recoger las ideas y la información, este equipo deberá estar formado por aquellas personas que dispongan del conocimiento necesario para tratar las distintas dimensiones del problema o tema en cuestión. Aunque por supuesto no es una condición necesaria a priori, como en cualquier actividad desarrollada en equipo, la construcción de un DA aumenta en eficacia si los miembros del equipo ya están acostumbrados a trabajar juntos en otros temas. Por lo general, los equipos están formados de cinco a diez personas.

Igual que en cualquier herramienta en la actualidad el trabajo en grupo, es de gran utilidad la figura del facilitador. Su misión radica en velar por que los miembros del grupo se mantengan en las mejores condiciones de participación, evitando la presión del tiempo o de cualquier otro factor externos que actúe su creatividad. Además debe potenciar la discusión positiva que ayude a que sean presentadas todas las ideas potenciales de los miembros del grupo, evitando por otra parte discusiones negativas que bloqueen al grupo e impidan el intercambio de ideas.

2. REALIZAR UN PROCESO DE TORMENTA DE IDEAS RESPECTO EL TEMA EN CUESTIÓN

Es el paso inicial de recolección de datos. Es necesario tener en cuenta dos pasos entremedios. El primero es determinar cuál es la pregunta a hacer. Esta pregunta debe tener una estructura tal que permita recoger ideas positivas sobre el tema tratado, así como ser lo suficientemente vaga o imprecisa para evitar que al contestarla se caiga en prejuicios y se obtengan respuestas más relacionadas con lo que se estaba haciendo que con lo que se desea hacer. En ocasiones, los excesivos detalles pueden perjudicar a la respuesta.

Por ejemplo, en una empresa de fabricación de automóviles, el departamento de organización y recursos humanos desea mejorar su actuación y para ello realiza una sesión de tormenta de ideas con los jefes de los otros departamentos y con los representantes sindicales. El tema a tratar está recogido en la siguiente afirmación:



“el departamento de personal de esta empresa desea ser la organización mas responsable de toda la empresa”

La pregunta a plantear en el proceso de tormenta de ideas fue: “¿Qué debemos hacer para que esta afirmación sea realidad para ustedes? Por supuesto no se pregunto: “¿Qué hemos estado haciendo mal hasta ahora? No cabe duda que las respuestas a la segunda pregunta serian útiles a la hora de resolver ciertos problemas, no obstante, la primera pregunta servirá de marco de referencia que evite desviaciones cuando surjan dudas o desavenencias. El segundo paso es la realización propiamente dicha de la sesión de tormenta de ideas. Debería hacerse mediante un procedimiento acordado con antelación, existiendo muchas formas de hacerlo. (En el texto correspondiente a calidad total y sus técnicas y herramientas de resolución de problemas se encuentra recogido uno de estos procedimientos).

No siempre se utiliza un proceso de tormenta de ideas para recoger los datos. Cuando las ideas provienen de un conjunto de personas cuyo número no es manejable en un proceso de este tipo, el DA se utiliza para organizar datos obtenidos con mecanismos distintos a este proceso. En estos casos los datos se suelen obtener de encuestas.

Para facilitar el proceso de entendimiento de la construcción de un DA, utilizaremos un ejemplo que ilustre cada paso. El ejemplo está relacionado con la necesidad de un directivo de un departamento de calidad que necesita desarrollar las características personales y de actitud necesarias para liderar el trabajo en equipo de sus colaboradores en un programa de mejora de la calidad.

Para ello, reúne a sus colaboradores y realizan un proceso de tormenta de ideas en el que el tema central era: ¿qué necesito hacer para ser un líder eficaz de este equipo?

Seguindo el proceso expuesto en este apartado, las respuestas obtenidas fueron las siguientes:

- ser capaz de formar a otros.
- Tener el pensamiento enfocado a los procesos.
- Conocer los métodos de trabajo en equipo.
- Capacidad de organización de equipos multifuncionales.
- Implantar el CEP.
- Reducir variabilidad de los procesos.
- Se capaz de identificar a los propietarios de los procesos.
- Integrar el análisis estadístico en el sistema de gestión.
- Capaz de comunicar eficazmente con personas no estadísticas.
- Ser capaz de comunicar.
- Capaz de vencer la resistencia al cambio.
- Capaz de alcanzar el consenso del equipo.
- Utilizar las habilidades de un facilitador.
- Vender a la dirección las ventajas del trabajo en equipo.
- Hacer un mejor uso de la estadística.

3. REGISTRAR LAS IDEAS

Las ideas que durante el proceso de tormenta de ideas se hubieran registrado en una pizarra o slip-chart se transcriben en tarjetas. (Cuando se prevea que el resultado de una tormenta de ideas



se va a analizar utilizando un DA se suele solicitar que los participantes registren directamente sus ideas en tales tarjetas). Se debe hacer hincapié en que las ideas deben transcribirse tal como se han establecido dado que el objetivo es “capturar la esencia del pensamiento”.

El siguiente paso es ponerse de acuerdo dentro del grupo en el contenido de las tarjetas. Para ello, el facilitador se asegura que el conjunto de participantes comprende de la misma manera la idea que se encuentra escrita en todas y cada una de las tarjetas. En esta fase, los miembros del grupo pueden solicitar aclaraciones respecto del sentido de la frase registrada, siendo necesario en ocasiones complementar algunas tarjetas con explicaciones. El facilitador debe evitar influenciar al grupo, poniendo especial cuidado en que cada miembro exprese su propio pensamiento. También debe evitar alcanzar consensos prematuros o artificiales, aunque se le permite hacer propuestas que le ayuden a ello.

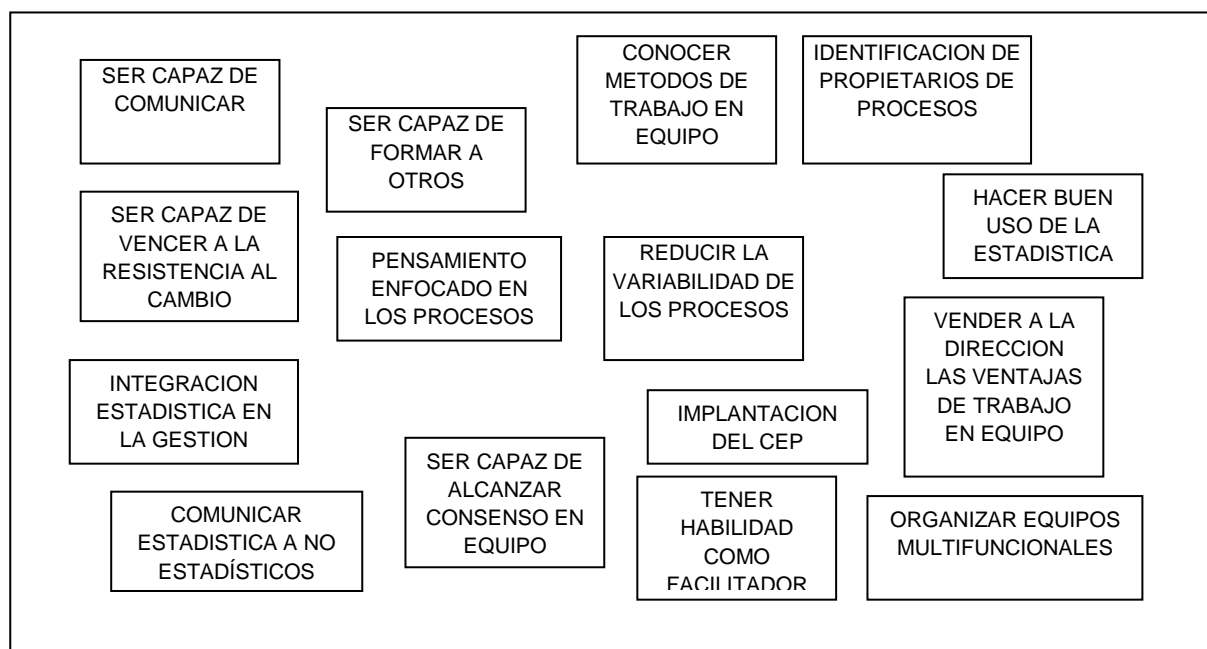


Figura I-1 Disposición Aleatoria De Las Tarjetas

Una vez que se ha logrado el acuerdo entre todos los miembros, el facilitador o un miembro o un miembro del equipo recoge las tarjetas, la mezcla y las reparte de forma aleatoria sobre una superficie lo suficientemente grande, como puede ser una mesa de reuniones. La experiencia dice que cuando esta superficie es vertical (no valdría una mesa), se facilita la labor de análisis. En este caso, en lugar de tarjetas de cartulina se utilizarán tarjetas tipo post-it, que se adhieran a la superficie vertical evitando su caída, pero que permitan ser movidas y recolocadas con facilidad.

4. AGRUPAR LAS TARJETAS

Las tarjetas son agrupadas en grupos relacionados, bien por el equipo completo o bien por el facilitador siguiendo las instrucciones de los miembros del equipo. Para ello se puede seguir el siguiente esquema:



- 4.1. localizar dos tarjetas que se encuentren relacionadas entre ellas y posicionarlas una junto a la otra. Buscar en el conjunto total de tarjetas otras que estén relacionadas con estas dos.
- 4.2. repetir el proceso anterior hasta que la mayor parte de las tarjetas se encuentren agrupadas. Por lo general no deberán formarse más de diez agrupaciones. No obstante, no debe forzarse a que una tarjeta forme parte de una agrupación a la que realmente no pertenece, tanto para evitar un número grande de agrupaciones, como para agilizar el proceso y terminar. Sitúelas a un lado. Es posible que estas tarjetas formen a posteriori su propia agrupación o pueden que solas son encontrar ninguna agrupación a la que pertenezcan.

La construcción de un DA es un proceso reactivo y por lo tanto no se trata de un proceso contemplativo. Es necesario animar a los miembros del equipo a trabajar con rapidez y con energía. Es importantísimo que este proceso se realice en silencio. El silencio anima el proceso de pensamiento múltiple evitando que los miembros del equipo, en este punto, se vean atrapados en batallas semánticas. En caso de que dos participantes entren en una dinámica de mover una tarjeta (o grupo de tarjetas) de una agrupación a otra y de nuevo a la primera, el facilitador debe copiar esa/s tarjeta/s y situarlas a ambos grupo. Recuerde, es necesario el silencio.

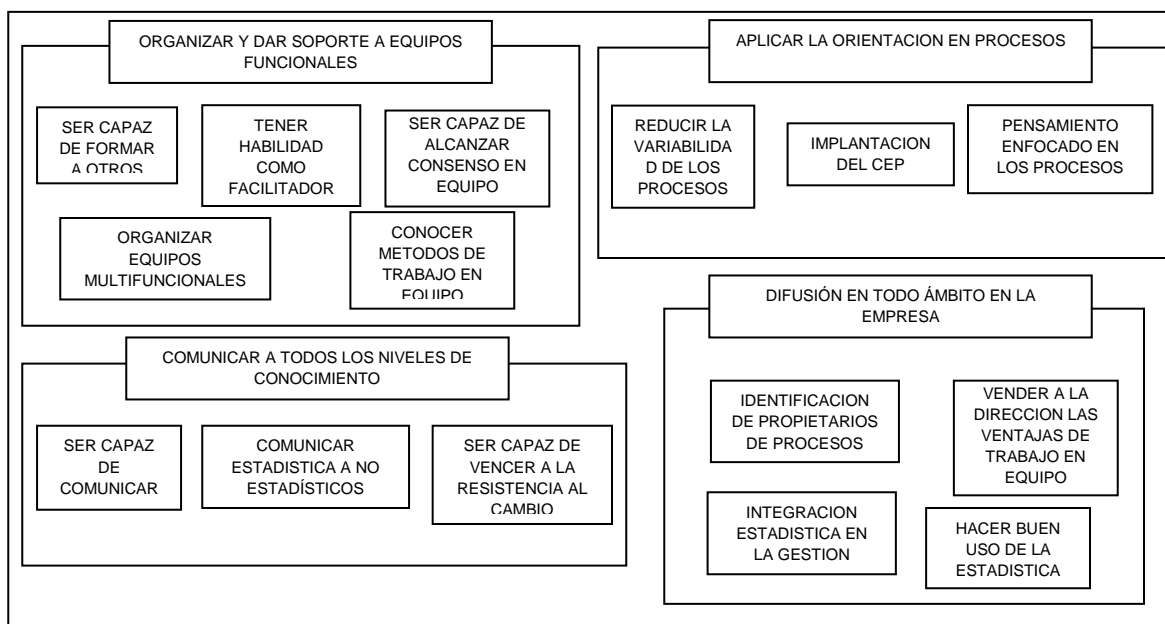


Figura I-2 ordenación de las tarjetas, agrupación y tarjetas cabecera

5. CREAR TARJETAS CABECERA

En esta actividad no se requiere el silencio. Las tarjetas cabeceras de cada agrupación se caracterizan por dos elementos muy importantes. En primer lugar, debe identificar de forma clara el “hilo” común que une a las ideas que cuelgan de él. En segundo lugar debe ser capaz de recoger el “sentir” de los comentarios del grupo. Por ejemplo, si la agrupación es esencialmente positiva o negativa en su tono, la tarjeta cabecera debe ser capaz de reflejar este tono.

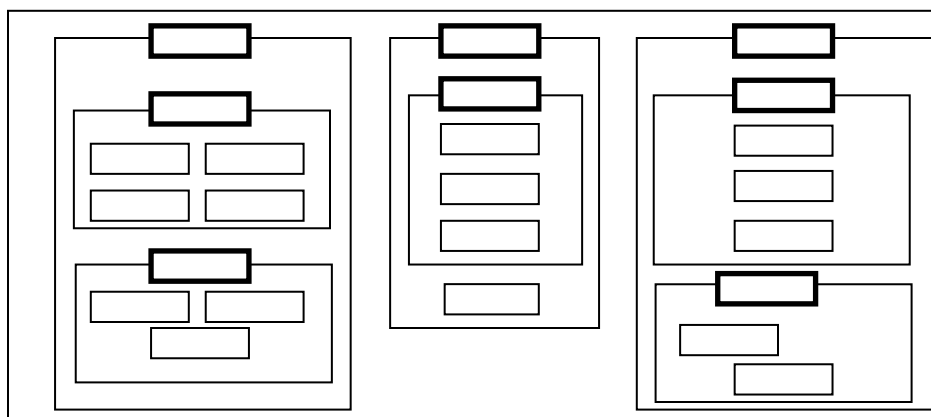


Figura I-3 reagrupamiento de segundo Nivel

Es necesario discutir cada agrupación y buscar una tarjeta que capture la idea central que mantiene juntas a las tarjetas de la agrupación. Esta tarjeta, si existe, será la cabecera de la agrupación.

En caso de que no exista tal tarjeta se escribirá una, de forma simple y concisa y con el consenso del grupo, que haga tal función. Este proceso se repetirá hasta que todas las agrupaciones dispongan de su cabecera.

Si existe un grupo con una cantidad de tarjetas es posible analizar la posibilidad de existencia de subgrupos, con las sub-cabeceras adecuadas, dentro del grupo.

6. TRANSCRIBIR EL DA

Una vez obtenido el DA, el equipo debe revisar todos los pasos dados y el resultado global. Suele ser conveniente establecer un periodo de discusión de estos resultados, estando abierto el equipo a la posibilidad de que sean necesarios modificaciones.

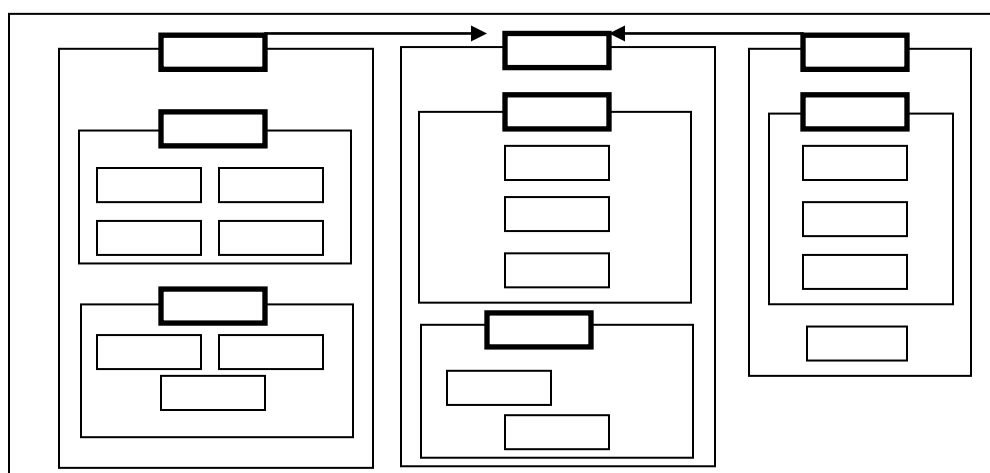


Figura I-4 Relaciones lógicas entre las agrupaciones.



Cuando se haya alcanzado el consenso en el DA final, se transfiere la información de las tarjetas a soporte pape, rodeando cada agrupación (y sub-agrupación en caso de que existan) mediante una línea para facilitar la visión de conjunto.

Aunque el establecimiento de relaciones entre los grupos de ideas y la determinación de su importancia relativa es objeto de otra herramientas, en ocasiones y con ánimo de simplificar, se representan estas relaciones en el propio DA. Para ello suele ser necesario modificar la colocación de las distintas agrupaciones desde el punto de vista de cadena causal. Esta colocación definitiva será la que proporcione una mejor representación de la estructura del problema para los miembros del equipo.

A continuación se representan mediante flechas las relaciones lógicas existentes entre los distintos grupos. Con objeto de prevenir errores en el trazado de las flechas, suele ser conveniente trazarlas sobre una tarjeta autoadhesiva, y únicamente se trazarán sobre el diagrama definitivo cuando se haya alcanzado el consenso sobre ellas.

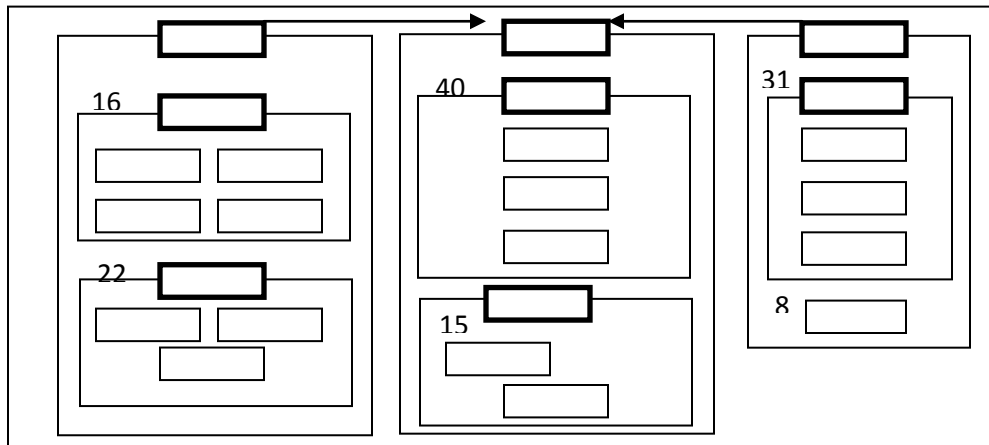


Figura I-5 Agrupaciones de primer / segundo nivel, relaciones lógicas y puntuaciones

El último paso sería establecer una valoración de los distintos elementos del problema. Para ello, los participantes darían una puntuación con el siguiente criterio:

1. El elemento es poco importante.
2. El elemento es importante aunque no es crítico.
3. El elemento es de una importancia crítica.

Estas puntuaciones, que se realizan conjuntamente entre todos los participantes, solo se asignan a las agrupaciones de primer nivel o a las ideas solitarias. El valor total obtenido por cada grupo de ideas (o idea solitaria) proporciona un medio de reconocer el orden de importancia que asigna el equipo a éstas.

Un DA es una herramienta poderosa para consolidar muchas ideas en solo unas pocas ideas clave. Sin embargo no indica cuando ni como tomar acción sobre las ideas o cuales de estas son las más importantes, para ello utilizaremos otras herramientas.

Podríamos resumir las ventajas y limitaciones de esta herramienta.



Ventajas

- Es una forma eficaz de analizar grandes cantidades de datos de tipo ideas.
- Permite que aflore a la superficie estructuras que permanecen latentes en los datos.
- Ayuda a equipos de trabajo a alcanzar consenso.
- Ayuda a los equipos de trabajo a ser creativos ante un problema o cualquier situación.
- Evita la “creación” de ganadores y perdedores.
- Consigue que las personas trabajen a un nivel creativo en lugar de a un nivel lógico e intelectual.

Inconvenientes

- El resultado es tan bueno solamente como lo son las ideas generadas
- Ni el diagrama de afinidad ni el proceso de construirlo determinan forma de tomar prioridades.
- El diagrama no indica como tomar acciones.
- El diagrama completo es por lo general difícil de explicar a las personas que no están involucradas en el proceso.
- Este proceso no es apropiado para problemas sencillos o en los que existen pocas ideas.

Un ejemplo claro de la utilización de un Diagrama de Afinidad como herramienta fundamental en el tratamiento de datos de tipo de ideas es el diseño de actividades de organizaciones.

La división de estadística de la Sociedad Americana para el Control de la Calidad (American Society for Quality Control, ASQC), determinó durante su conferencia técnica en el otoño de 1991 abordar un proyecto que fue identificado como un plan táctico de la División.

Este proyecto consistía en la “construcción de la “casa de la calidad para las necesidades educativas” de la División. La consecución de este proyecto le fue encomendada a un equipo de cinco personas de la División. El objetivo del proyecto consistía en identificar los productos de la división de Estadística que podrían considerarse críticos a la hora de satisfacer las necesidades de los miembros de la División.

El reto principal a la hora de conseguir el objetivo propuesto consistía en identificar las necesidades de los miembros de la división en su trabajo o profesión y a partir de estas necesidades, preguntarse cómo la división podía proporcionar los conocimientos para satisfacerlas de forma completa.

Este proyecto podría dividirse en tres grandes sub-proyectos, siendo el primero el mencionado anteriormente como el mayor reto que debía abortar el equipo:

- Identificación de las necesidades de los miembros de la división.
- Identificación de cuáles eran los productos que podrían entregar la división de estadística para satisfacer las necesidades identificadas en el sub-proyecto a).
- Identificación de las prioridades a la hora de entregar de los productos identificados en el sub- proyecto b).

También se decidió que la casa de la calidad a construir, en lugar de desarrollarla en una matriz en “I” clásica, se desarrollaría en una matriz en “Y”, en la que las necesidades de los miembros de la división ocuparan el “tronco” de la Y, mientras que las dos “ramas” de la Y serían ocupadas por dos clases distintas de productos críticos a entregar por la división: la primera por herramientas / técnicas y la segunda por Conceptos / teorías.



El inicio del primer sub-proyecto se abordó en una reunión mantenida por el equipo en febrero de 1992. Para ello era necesario “escuchar la voz” de los clientes de la División. El primer paso fue analizar los resultados de la última encuesta realizada a los miembros de la División.

Esta encuesta había sido realizada telefónicamente a principios de 1989 en base a una muestra aleatoria estratificada extraída de entre todos los miembros de la división. Uno de los descubrimientos claves de esta encuesta consistió en que muchos de los miembros de la división tenían un nivel básico de conocimiento estadístico. Esta información fue muy importante a la hora de determinar el esfuerzo relativo a realizar por la división de estadística en las distintas actividades en el futuro, decidiéndose que un tanto por ciento importante del esfuerzo debería ir enfocado hacia herramientas básicas o intermedias.

A pesar de que en base a los resultados de la encuesta se adquirieron un cierto conocimiento respecto los miembros de la División, no se obtuvo una imagen completa de sus necesidades. Por lo tanto, durante un congreso celebrado en el año 1992, se identificó como proyecto clave la realización de una nueva encuesta a los miembros, en la que se corrigieran todos los defectos, tanto de forma como de fondo, detectados en la encuesta anterior. Los resultados de esta segunda encuesta fueron los utilizados por la división de estadística en la construcción de la “casa de la Educación”.

El propósito de esta encuesta era doble:

- La evaluación científica de la composición geográfica, educativa y ocupacional de los miembros de la división.
- La determinación de las necesidades actuales y futuras de dichos miembros.

La información obtenida de la encuesta sería utilizada por la División para ayudar a dirigir su esfuerzo de apoyo al miembro-cliente, especialmente proporcionándoles servicios educativos.

Estos servicios educativos, en línea con la misión de la División de Estadística de la ASQC, por una parte proporcionarían a los miembros la capacidad y conocimientos necesarios para promover el pensamiento estadístico enfocado en la mejora de la calidad y la productividad en sus organizaciones y por otra parte servirán de soporte al crecimiento y desarrollo de los propios miembros y por lo tanto de la división.

La encuesta fue realizada por una empresa especializada en su realización. Se seleccionó una muestra aleatoria de quinientos miembros de la división a los que les solicitó que participaran respondiendo a preguntas respecto a sus ocupaciones, las técnicas estadísticas que utilizaban, las prácticas que deseaban aprender, los exámenes de certificación en ingeniería de calidad, aspectos que les agradan o les disgustaran de la división y conocimiento / utilización de las actividades realizadas por la División.

Las conclusiones clave extraídas de la información de esta encuesta fueron:

- El 45% de los que respondieron eran directivos de la organización de calidad (se clasificaban a si mismos como directivos de calidad, de control de calidad o de aseguramientos de la calidad).



- La mayor parte de las técnicas estadísticas utilizadas por los que respondieron a la encuesta consistían en técnicas sencillas (gráficos de control, gráficos de Pareto o flujo grama)
- El método de aprendizaje preferido eran los cursos cortos.
- El 80% de los que respondieron no estaban certificados en ingeniería de calidad, aunque la mitad de estos planeaban examinarse durante los dos próximos años.
- En general, los que respondieron a la encuesta conocían y utilizaban la publicación editada por la división de estadística.

Se tradujeron las “muchas voces de los miembros” en un numero manejable de necesidades, (declaraciones de calidad demandada). Estas necesidades servirían más adelante como detonante a la hora de determinar “como” la división de estadística iba a satisfacerlas.

Las necesidades detectadas fueron las siguientes:

- Procesos estándar
- Introducción a la variación de los procesos
- Entender la variación
- Reducir la variación
- Mejorar el control
- El CEP y la mejora del proceso
- El CEP en el control de los procesos
- El CEP en la vigilancia de la calidad
- Priorización de problemas
- Benchmarking
- Nuevas 7 herramientas
- Trabajar con los clientes entendiendo el proceso
- Despliegue de la función calidad
- Productos / procesos robustos
- Mejora de la calidad
- Procesos estándar
- Ciclo PDCA
- Mejorar calidad suministradores
- Optimizar los procesos
- Exploración activa de los procesos
- Factores significativas
- Diseño de experimentos
- Como diseñar y planificar la experimentación
- Diseño de experimentos a dos niveles frente a métodos taguchi
- Resolución de problemas
- Prevención /resolución de problemas
- Determinación de las causas raíz
- Conocimiento de la situación real
- Tormenta de ideas
- Conocimiento de los procesos
- Hojas de recogidas de datos
- Diagrama de causa efectos
- Histograma y su utilización
- Diagramas de dispersión
- Flujograma
- Gráficos de tiempo
- Gráficos de Pareto
- Diseño organizativo



- Como afrontar
- Papel del directivo
- Conocimiento profundo
- Aplicaciones a entorno oficinas
- Aplicaciones a servicios
- Pensamiento estadístico en directivos
- Reuniones eficaces
- Trabajar en equipo (como miembro)
- Facilitadores
- Equipos de proyecto
- Formación de equipos
- Gestión de procesos
- Aprobar el examen de CQE
- Reciclajes
- Puesta al día
- Nuevas técnicas
- ¿Qué hay a demás de esto?

El siguiente paso fue utilizar un diagrama de afinidad para consolidar estos resultados en grupos con un tema común, escribiendo una tarjeta cabecera para describir dicho tema. Una vez que se realizaron las agrupaciones, cuyo resultado se muestra en la siguiente página, se seleccionaron las tarjetas que podían actuar de “cabeceras” creándose aquellas nuevas que no existiendo, definieran dicho tema. Los temas cabecera seleccionados fueron los siguientes:

- necesito estandarizar mis procesos
- necesito conocer la variación
- necesito planificar la mejora de la calidad
- necesito mejorar la calidad
- necesito explorar de forma activa mis procesos
- necesito resolver mis problemas
- necesito conocer la situación actual
- necesito ser un líder eficaz
- necesito equipos eficaces
- necesito gestionar mis procesos
- necesito aprobar el examen de la CQE
- necesito estar al día



Y bajo las tarjetas correspondientes a los epígrafes anteriores, se agruparon todas las “necesidades”. En la página siguiente se muestran las agrupaciones. Las tarjetas cabecera se identifican por estar con línea gruesa y puede existir más de una en cada columna.

Necesito estandarizar mis procesos	Necesito planificar la mejora	Necesito mejorar la calidad	Necesito resolver problemas	Necesito ser un líder eficaz	Necesito gestionar mis procesos
Estandarizar procesos	Priorizar problemas	Estandarizar procesos	Resolver prevenir problemas	Diseño organizativo	Gestión de procesos
SDCA	Benchmarking	Ciclo de mejora PDCA	Determinar causa raíz	¿Cómo formar?	Necesito probar CQE
Necesito conocer la variación	TPM	Mejorar calidad suministrador	Necesito conocer la situación real	Papel de la dirección	Necesito estar al día
Introducción a la variación de procesos	Usar las 7 nuevas herramientas	Optimizar los procesos	Tormenta de ideas	Conocimiento profundo	Reciclajes
Entender la variación	Trabajar con clientes entendiendo el proceso	Necesito explotar los procesos	Entender los procesos	Aplicación oficinas de servicios	Puestas al día
Reducir la variación	QFD	Procesos y productos robustos	Entender los procesos	Aplicación oficinas servicios	Nuevas técnicas
Mejorar el control	Procesos y productos robustos	Utilización de la regresión	Diagramas de causa efecto	Trabajo en equipo eficaz	¿Qué hay además de esto?
CEP mejorar procesos		Conocer los procesos	Histogramas	Reuniones eficaces	
CEP control de procesos		Factores significativos	Diagramas de dispersión	Facilitadores	
Gráficos de control		DDE	Flujograma	Equipos de proyectos	
CEP vigilar procesos		Como diseñar experimentos	Gráficos de tiempo	Formación de equipos	
		Diseños 2 fact. Y Taguchi.	Gráficos de Pareto		

Figura I-6 Diagrama de Afinidad para la División de Estadística de la ASQC.



DIAGRAMA DE RELACIONES

El diagrama de relaciones (DR) es una herramienta también utilizada, igual que el Diagrama de Afinidad, en la fase de planificación general del ciclo de mejora de la calidad. Esta herramienta ayuda a desarrollar un contexto lógico para datos en forma de ideas, opiniones, temas, aspectos a considerar, etc. Explorando e identificando las relaciones causales existentes entre estos elementos. Como habíamos visto en la herramienta anterior, el diagrama de Afinidad (DA) área esencialmente una herramienta creativa que permitía la generación de este tipo de datos. El Diagrama de Relaciones se utiliza por lo general para analizar las relaciones causales existentes entre las ideas claves generadas mediante el DA.

En la planificación y en la resolución de problemas no es suficiente con generar una gran cantidad de ideas. El DA provoca que afloren a la superficie estructuraciones creativas, pero es el DR el que hace emerger las estructuraciones lógicas. El DR se inicia a partir de una idea o concepto central, sigue con la generación de una gran cantidad de ideas y finaliza con la delineación de las estructuras observadas.

El DR es una herramienta que se adapta tanto a temas operativos específicos como a cuestiones generales de tipo organizativo. Puede utilizarse en la resolución de un problema de excesivos tiempos en la inspección de recepción como en un planteamiento global para conseguir el soporte de la alta dirección de una empresa a un programa de calidad total.

Podemos tomar como ejemplo situaciones como las siguientes:

- Sensibilización en el tema de calidad en direcciones no de fabricación, como por ejemplo el área comercial.
- Mejora del “servicio” prestado por las áreas funcionales a las áreas operativas.
- Mantenimiento de los programas de mejora de calidad durante los cambios organizativos profundos de las empresas.
- Divulgación en todo el ámbito de la organización de las ventajas del trabajo en equipo.

En particular, un DR se utiliza cuando:

- Un tema es lo suficientemente complejo como para que la interrelación entre ideas (causa-efecto) sea difícil de determinar, clasificar y priorizar.
- Es crítico en la resolución del problema la secuencia correcta de las actividades por parte de la dirección.
- Existe un sentimiento de que el problema en cuestión en realidad es sólo un síntoma.
- El número de causas y las relaciones entre éstas es significativo y difícil de analizar por separado.

CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE RELACIONES

1. FORMAR EL EQUIPO

Igual que en la construcción de un DA, el objetivo perseguido es tener al equipo de personas correcto, trabajando con las herramientas correctas en la solución de los problemas correctos. Por lo tanto el primer paso será la formación de un equipo. Las consideraciones a tener en cuenta en la



creación de este equipo son iguales a las ya expuestas para el DA. Incluso en el caso de que se realice un DR a continuación de un DA, la composición del equipo podría ser la misma.

2. REALIZAR UNA DESCRIPCIÓN CLARA DEL TEMA CLAVE BAJO DISCUSIÓN

Las fuentes de las que pueden extraerse estos temas claves son muy variadas. En algunos casos se tratará de un problema que se presenta de una forma clara, siendo por lo general en estos casos el DR el primer paso del proceso de solución. Sin embargo, cuando el problema es más complejo o no se encuentra bien delimitado, se suele utilizar previamente un DA para generar los temas claves que se van a explorar en el DR. En el primer caso, se registrarán los temas clave en unas tarjetas similares utilizadas en la confección de un DA. En el caso de que éste sea la fuente de obtención de los temas clave, éstos coincidirán con los registrados en las tarjetas cabecera del DA.

Suele ser más sencillo abordar la construcción de un DR cuando el tema en cuestión se expresa en forma de pregunta, como por ejemplo:

¿Qué problemas se encuentran en el origen de tal dificultad?

¿Por qué en tal situación nos encontremos tal problema?

¿Cuáles son las dificultades que conducen a este efecto?

Las preguntas lo suficientemente abiertas en su formulación y que afectan a los participantes, generan ideas.

Es necesario comprobar que todos los participantes han entendido la pregunta. Cuando esta pregunta ha sido generada por el grupo después de la construcción de un Diagrama de Afinidad, no suele haber problemas de malos entendidos.

3. RECOGIDA DE IDEAS

Cuando se ha realizado previamente un diagrama de Afinidad, el Diagrama de Relación se realiza con las ideas correspondientes a las tarjetas cabecera de las agrupaciones. En el caso de que no se haya realizado con anterioridad un diagrama de Afinidad, deberá iniciarse un proceso creativo similar a la tormenta de ideas mencionando en la construcción del DA. El resultado en ambos casos será un conjunto de tarjetas, a ser posible del tipo de autoadhesivas, en las que estarán reflejadas las ideas.

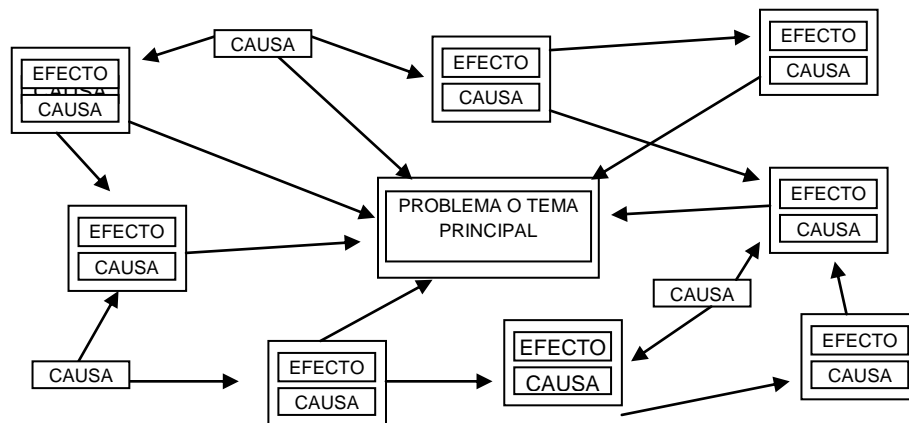


Figura II-1 diagrama de Relación: los elementos como causas

4. ORGANIZAR LOS TEMAS CLAVE

A grandes rasgos, el Diagrama de Relación mostrará qué elementos son causa y cuáles son efecto y qué causas son responsables de qué efectos. Es necesario tener en cuenta que algunos elementos serán al mismo tiempo causa y efecto. Estas relaciones se visualizan mediante flechas.

Previamente a la actividad de determinar las cadenas de causalidad y de trazar las flechas representativas es necesario posicionar las tarjetas sobre un soporte. Existen distintas formas de ordenar las tarjetas y a pesar de que la forma de realizar esta ordenación no es clave en los resultados obtenidos, si es conveniente determinar y utilizar la ordenación más idónea para cada situación. Las ordenaciones más utilizadas son las siguientes:

ORDENACIÓN CONVERGENTE EN EL CENTRO

Es la ordenación utilizada cuando se tiene un asunto principal (por ejemplo un problema a resolver) en el que se encuentra la atención y el número de tarjetas (ideas, temas, etc.) es del orden de 15 o menos. Se colocarán las tarjetas representativas de los temas clave de una forma aleatoria en el centro de una gran hoja de papel (suele utilizarse una o más unidades de las de un flip-chart), utilizando una disposición aproximadamente circular, situando en el centro el asunto principal (en la figura 11-2 se ha representado mediante una caja doble). De esta forma se dispondrá de sitio para trazar con posterioridad las flechas representativas de las relaciones causales.

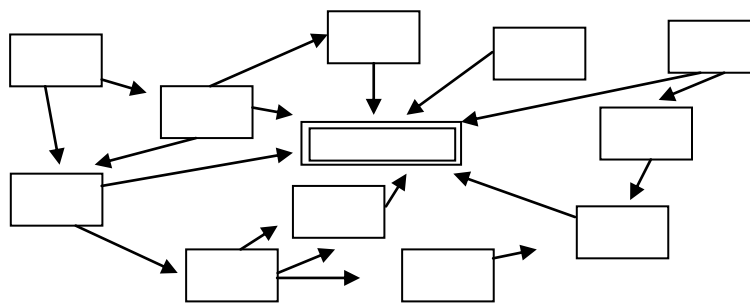


Figura II-2 Ordenación Convergente



ORDENACIÓN DIRECCIONAL

Si el número de tarjetas es mayor de 15 ordene las tarjetas en filas escalonadas con el fin de poder mantener trazabilidad de qué relaciones han sido discutidas y cuáles no durante la construcción del DR.

Suele utilizarse una disposición unidireccional, con el asunto principal en un extremo (el derecho o el izquierdo) del papel con las ideas relacionadas situadas en su lateral. También suele utilizarse esta ordenación en aquellos casos en que las ideas involucradas en el diagrama pueden ordenarse de forma que la mayoría de sus interrelaciones presentan una secuencia temporal o lógica hacia el objetivo final o efecto principal.

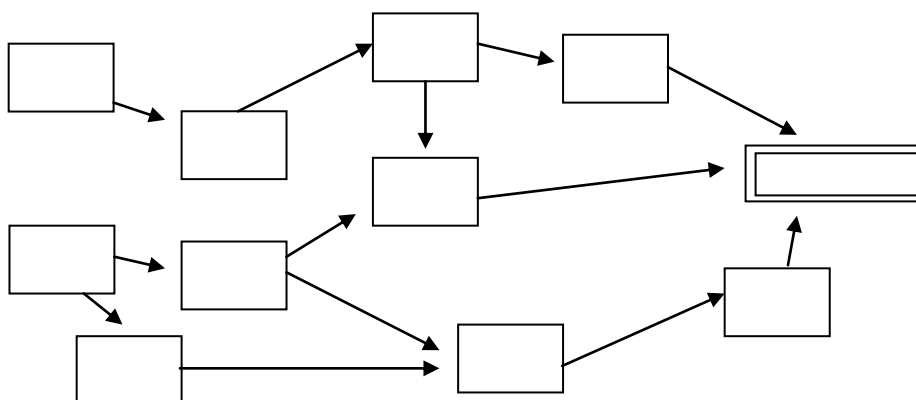


Figura II-3 Ordenación Direccional

ORDENACIÓN ESTANDAR

Ordenación utilizada cuando el problema o la situación representada en el diagrama, presenta más de un asunto principal y de igual importancia.

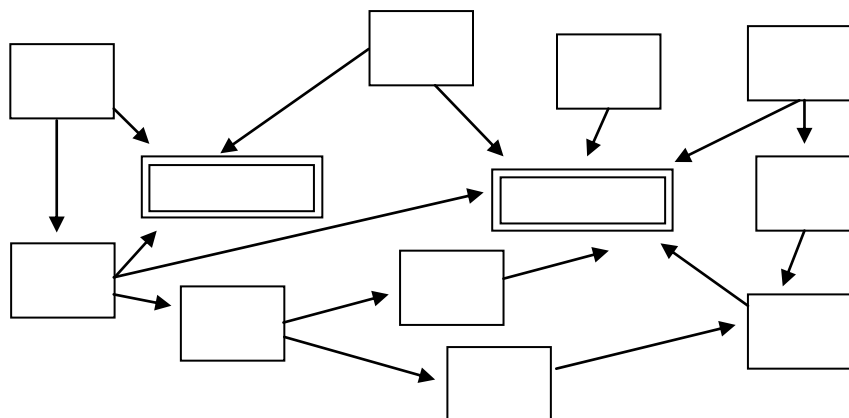


Figura II-4 Ordenación Estándar.



ORDENACIÓN ESTRUCTURADA

Ordenación utilizada cuando existe una estructura que está relacionada con la construcción y/o el análisis posterior del diagrama. Suelen ser criterios utilizados en la estructuración los siguientes:

- Secuencia temporales
- Direcciones
- Áreas de responsabilidad
- Departamentos
- Fases de un proceso, etc.

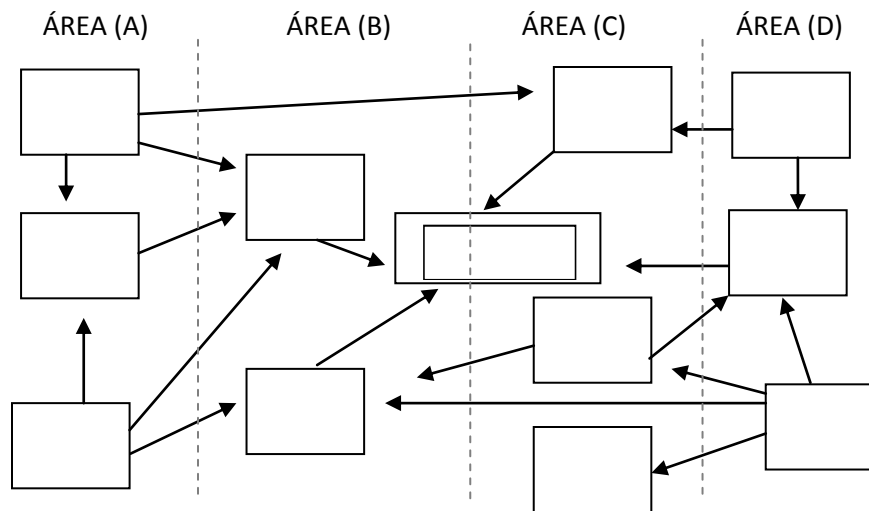


Figura II-5 Orientación estructurada

5. ESTABLECIMIENTO DE LAS RELACIONES CAUSALES

Es el momento de que el grupo trabaje en determinar qué causas son responsables de qué efectos. Los miembros del equipo, igual que en la construcción del DA, trabajarán juntos en la construcción del DR.

Se selecciona y acuerda por el grupo de trabajo la pregunta a realizar respecto cada pareja de tarjetas. Por ejemplo: ¿Esta idea (tarjeta A) es causa o tiene influencia en esta otra idea (tarjeta B)?

Para ello se toma en consideración cada idea en relación con el resto de ideas. Es necesario tomar una tarjeta (por lo general se suele empezar con las tarjetas que se encuentran en la posición de las 12 del reloj o en el extremo superior izquierdo del papel).

Es el momento de utilizar un ejemplo que ilustre el proceso de construcción de un diagrama de relación. En una organización mediante la construcción de un Diagrama de Afinidad se ha conseguido obtener una serie de ideas relativas a conseguir la eficacia en la actuación de los equipos de trabajo. Estas ideas han sido agrupadas resultando como cabeceras las siguientes:

1. selección/ formación de los miembros del equipo
2. falta de objetivos que atacar
3. interferencias funcionales en la consecución de los objetivos



4. dinámica de grupos
5. no coherencia por parte de la dirección

Se pretende realizar un diagrama de Relación para determinar las relaciones causales entre estos cinco elementos, teniendo en cuenta como tema principal la eficacia del trabajo en equipo.

Puesto que disponemos de un tema principal (lograr la eficacia de los equipos) en el que se centra la atención y el número de tarjetas es pequeño, utilizaremos una ordenación convergente con el tema principal en el centro.

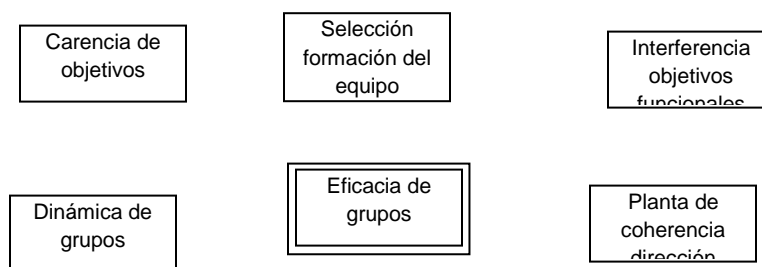


Figura II-6 Ordenación Convergente para la eficacia de los equipos

A continuación se realiza la pregunta seleccionada con anterioridad relativa a la existencia o no de relación u el tipo de relación entre esta tarjeta (la denominaremos tarjeta A) y el resto de las que se encuentran en el DR.

- Si la respuesta es SI, trace una flecha que se inicie en la tarjeta A y finalizar en la tarjeta en cuestión.
- Si la respuesta es NO ¿para una tarjeta X en particular, haga la pregunta de forma inversa, es decir “esta idea (tarjeta X) es causa o tiene influencia en esta otra idea (tarjeta A)?
- Si la respuesta es SI, trace una flecha que se inicie en la tarjeta X y finalice en la tarjeta A.
- Si la respuesta es NO, no existe relación causal o influencia entre estas dos tarjetas.

Una vez que se haya completado la tanda de preguntas y trazado de flechas para la primera tarjeta, se repetirá el proceso para la siguiente tarjeta. Continúe hasta que se haya realizado el proceso para todo par de tarjetas.

Seleccionamos la primera tarjeta correspondiente a “SELECCIÓN / FORMACIÓN DEL EQUIPO”, y vamos a realizar la pregunta:

¿La forma de realizar la formación y selección de los miembros del equipo es causa de.....?

En relación con el resto de las tarjetas.

1º) ¿La forma de realizar la formación y selección de los miembros del equipo es causa o puede afectar a la carencia de objetivos que atacar? Sí. Si el equipo no es el correcto o su formación no es la adecuada puede forzar a que el equipo no alcance el consenso no tan siquiera respecto cuales son los problemas a solucionar o los programas a iniciar. Por lo tanto trazaremos una flecha que saliendo de la tarjeta correspondiente a la SELECCIÓN / FORMACIÓN DEL EQUIPO, entre en la tarjeta de CARENIA DE OBJETIVOS.

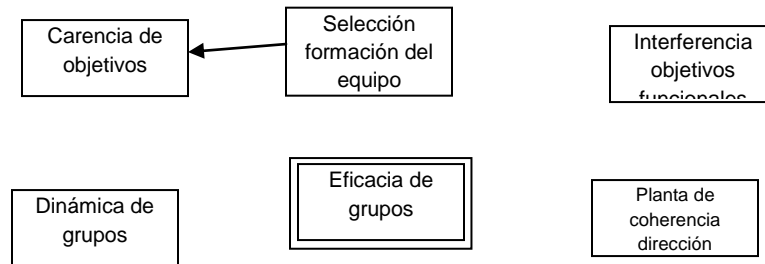


Figura II-7 Resultado primera pregunta a la primera tarjeta.

2º) ¿La forma de realizar la formación y selección de los miembros del equipo es causa o puede afectar a la interferencia funcional en los objetivos? NO.

Hagamos pues la pregunta a la inversa:

¿La interferencia funcional en los objetivos es causa o puede afectar a la, forma de realizar la formación y selección de los miembros del equipo? SI.

La mayor parte de los equipos son inter funcionales, es decir, formados por personas de diferentes áreas. La existencia de interferencia entre las áreas funcionales en lo que a la consecución de objetivos se refiere puede hacer que la selección de las personas que deben formar parte de un equipo o su formación, se vean afectadas. Por lo tanto trazaremos una flecha que saliendo de la tarjeta correspondiente a la INTERFERENCIA FUNCIONAL DE OBJETIVOS, entre en la tarjeta SELECCIÓN / FORMACIÓN DEL EQUIPO.

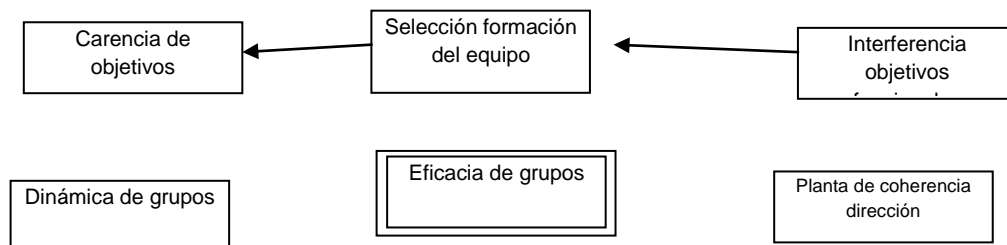


Figura II-9 resultado final para las dos primeras preguntas a la primera tarjeta

Realizando esta pregunta entre la primera tarjeta y el resto, siguiendo el mismo procedimiento obtendríamos el siguiente diagrama:

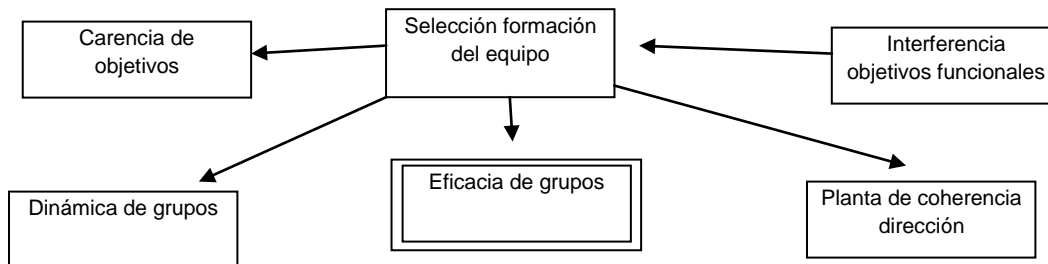


Figura II- 9 Resultado final para la primera tarjeta.



Completando el procedimiento para todas las tarjetas, obtendremos el resultado que se muestra en la figura 11-10.

En ocasiones resulta útil reordenar las tarjetas de tal forma que queden en una misma zona todas aquellas que sean representativas de una cadena lógica de relación causa – efecto, o aquellas que resultan ser independientes de otros grupos. No obstante, debido precisamente al objetivo de DR de mostrar la complejidad de las relaciones, la ordenación lograda nunca será tan perfecta como la lograda mediante la herramienta “diagrama de causa - efecto”.

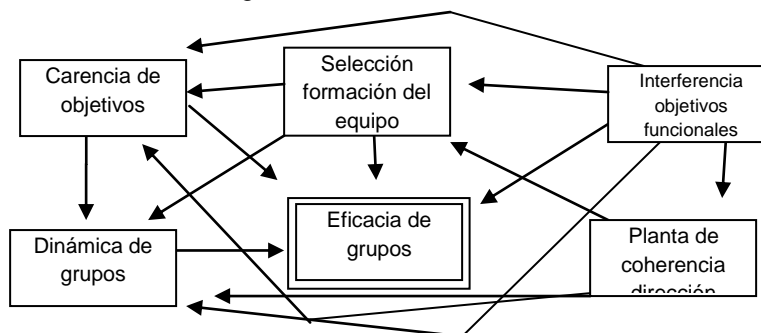


Figura II-10 Resultado final para todas las tarjetas

6. ANÁLISIS DEL DR

El análisis se inicia contabilizando el número de flechas que “entran” y el que “salen” de cada tarjeta. Esta información debe ser registrada en la esquina superior de cada tarjeta p en el papel soporte de éstas, lo más cercano a las tarjetas. Por convenio se suele registrar en el orden ENTRADA / SALIDA (p.e. 5/2 significa que entran cinco flechas en la tarjeta y salen 2 flechas de la tarjeta). Después de esta contabilización, es el momento de analizar la existencia de pautas.

FACTORES CLAVES: se denominan factores relevantes a aquellos que presentan un mayor número de flechas, tanto entrantes como salientes, significando que son factores que influyen o son influidos en / por gran numero de ideas o temas. En nuestro ejemplo, todos los elementos constan de un total de cinco flechas, tanto entrantes como salientes. No existen desde este punto de vista unos factores más o menos relevantes que otros.

EFFECTOS CLAVES: se denominan efectos clave a aquellos cuyas tarjetas tengan muchas más flechas entrantes que salientes.

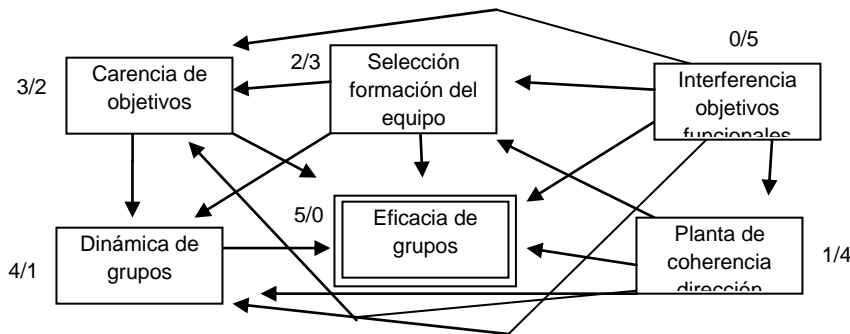


Figura II-11 Análisis del grafico de relación

En nuestro ejemplo encontramos dos efectos clave: el tema principal como era de esperar y la dinámica de Grupos. Tiene sentido pensar que una dinámica de grupos correcta tiene que llevar a la eficacia del grupo.

HITOS CLAVE: se denominan hitos clave a aquellos cuyas tarjetas tienen el mismo número de flechas entrantes que salientes. Suelen corresponder a necesidades intermedias del proyecto.

CONDUCTORES CLAVE: se denominan conductores clave a aquellas ideas /temas cuyas tarjetas tienen muchas más flechas salientes que entrantes. Corresponderán por lo general a las ideas centrales del tema u objetivo del proyecto, cuando se construye un diagrama de árbol con posterioridad al DR, estos conductores clave serán los que se encuentren más cercanos al “tronco” del diagrama de árbol.

En el ejemplo, la interferencia de Objetivos funcionales y la falta de Coherencia de la dirección son conductores clave que afectan al resto de elementos.

La potencia del DR radica en su capacidad en identificar cuáles de entre las ideas son conductores clave del proyecto y cuáles de ellas son efectos clave o resultados del proyecto. Este es el verdadero objetivo en el análisis del DR final.

Trabajando con las siete herramientas clásicas, el camino seguido en la resolución de un problema consiste en utilizar el análisis de Pareto en la identificación del problema a atacar (priorizando aquel que es más importante de entre todos los conocidos), para con posterioridad utilizar el diagrama Causa y Efecto en el que el problema identificado ocupa la posición del “EFECTO” del que se pretenden determinar las causas raíces.

Con las siete nuevas herramientas, el diagrama de Afinidad nos permite seleccionar el elemento más importante del problema o asunto en cuestión, incluso cuando el elemento no es numérico tratándose de una idea. El diagrama de Relaciones se utiliza como el Diagrama de Causa y efecto, permitiendo representar la estructura de las causas y los efectos así como su complejidad. La diferencia fundamental es que mientras que el Diagrama de Causa y Efecto supone una clasificación a priori (hombres, materiales, maquinas, etc.), el Diagrama de Relaciones no parte de ninguna clasificación por lo que es mucho más útil cuando es necesario profundizar en la estructura de las causas.



En resumen, un Diagrama de Interrelación (DR) es utilizado con el fin de identificar y explorar las relaciones causales entre conceptos o ideas relacionados. Es particularmente útil cuando el tema en cuestión implica relaciones causa/ efecto o medios / objetivo complejas, o requiere un conocimiento de las relaciones existentes entre ideas o conceptos, un entendimiento de las relaciones lógicas o secuenciales entre ideas, o de la correcta secuencia de actividades, ideas u objetivos.

VENTAJAS

- Puede utilizarse para mostrar la interconexión entre ideas
- Es útil para tratar con relaciones causales
- Puede ayudar a un equipo a iniciar la evaluación de prioridades
- Puede utilizarse para mostrar cómo causas claves están relacionadas con efectos claves
- Identifica conexiones tanto lógicas como secuenciales entre el tema central y las ideas generadas

LIMITACIONES

- La evaluación de las relaciones causales es subjetiva. Es únicamente la evaluación realizada por un grupo de personas en particular en un momento de tiempo determinado.
- El diagrama no ayuda a formular la acción a tomar.
- En ocasiones el significado del diagrama puede no ser claro.

Siguiendo con el ejemplo de diseño de actividades División de Estadística de la ASQC, una vez construido el Diagrama de Afinidad, se optó por dar el siguiente paso.

Este paso fue construir un Diagrama de Relaciones con el objeto de identificar las relaciones existentes entre los distintos temas. Este diagrama permitirá identificar los conductores clave para satisfacer las necesidades de los miembros de la División.

El diagrama de Relaciones se realizó utilizando las tarjetas cabecera del Diagrama de Afinidad con ligeras modificaciones. (Identificadas mediante un cuadro doble en la página anterior). El resultado fue el de la siguiente figura.

Con objeto de no complicar el diagrama de relaciones, los valores correspondientes al número de flechas entrantes / salientes se registra aparte. Los resultados fueron los siguientes:

- Necesito estandarizar mis procesos (1/6). Total 7
- Necesito conocer la variación (5/3). Total 8
- Necesito planificar la mejora de la calidad (2/2). Total 4
- Necesito mejorar la calidad (5/2). Total 7
- Necesito explorar de forma activa mis procesos (2/6). Total 8
- Necesito resolver problemas (3/4). Total 7
- Necesito conocer la situación actual (2/6). Total 8
- Necesito ser un líder eficaz (0/4). Total 4
- Necesito equipos eficaces (0/10). Total 10
- Necesito gestionar mis procesos (6/2). Total 8
- Necesito mejorar mis procesos (9/1). Total 10

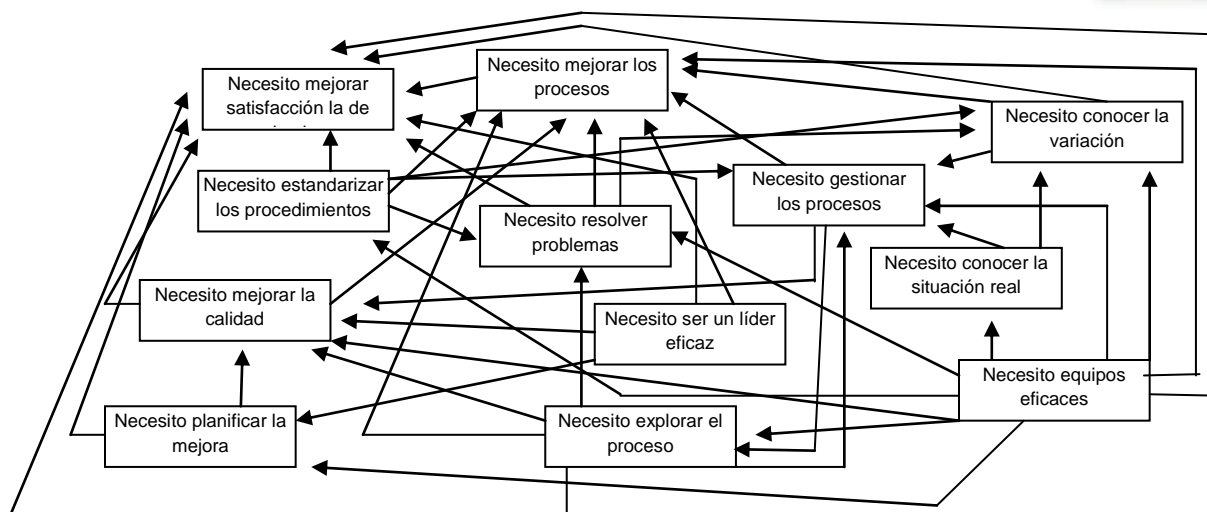


Figura II-12 Diagrama de divisiones para la división estadística ASQC

FACTORES RELEVANTES: se denominan factores relevantes a aquellos que presentan un mayor número de flechas, tanto entrantes como salientes, significado que son factores que influyen o son influidos en / por gran número de ideas o temas. En este caso, son factores relevantes.

- Necesito conocer la variación (5/3). Total 8
- Necesito explorar de forma activa mis procesos (2/6). Total 8
- Necesito conocer la situación actual (2/6). Total 8
- Necesito equipos eficaces (0/10). Total 10
- Necesito gestionar mis procesos (6/2). Total 8
- Necesito mejorar mis procesos (9/1). Total 10

EFFECTOS CLAVE: se denominan efectos clave a aquellos cuya tarjetas tengan muchas más flechas salientes que entrantes. Podríamos considerar efectos clave, aparte del tema general “necesito mejorar la satisfacción de los miembros de la división” los siguientes:

- Necesito gestionar mis procesos (6/2). Total 8
- Necesito mejorar mis procesos (9/1). Total 10

CONDUCTORES CLAVE: se denominan conductores clave a aquellas ideas / temas cuya tarjetas tienen muchas más flechas salientes que entrantes. Son elementos clave en la consecución del objetivo. Se pueden considerar conductores clave los siguientes:

- Necesito estandarizar mis procesos (1/6). Total 7
- Necesito explorar de forma activa mis procesos (2/6). Total 8
- Necesito conocer la situación actual (2/6). Total 8
- Necesito ser un líder eficaz (2/2). Total 4
- Necesito equipos eficaces (0/10). Total 10

En este caso se determinó que los elementos que determinaban el conjunto de los conductores clave eran aquellos sobre los que la división de estadística de la ASQC debería desarrollar herramientas y actividades que los soportan.



DIAGRAMA DE ARBOL

Una vez que el diagrama de Relaciones y / o el Diagrama de Afinidad han hecho que los temas o problemas claves afloren a la superficie, surgen nuevas preguntas:

- ¿Qué actividades deben realizarse con el fin de tratar dichos temas clave?
- ¿En qué orden deben realizarse estas actividades?
- ¿Cuáles son los factores que contribuyen a la existencia de un problema clave?

El Diagrama de Árbol (DAR) es una herramienta apropiada para contestar a estas preguntas. En la contestación a las dos primeras aprovechamos la faceta consistente en su capacidad de generación y /o planificación de actividades, mientras que en la contestación a la tercera se utilizará como herramienta de análisis de causa / efecto. En ambos casos, el diagrama árbol se ocupa en trasladar el proceso desde su nivel más amplio y general hasta los niveles de detalle que sean necesarios en el análisis.

El DAR es un método utilizado para representar el conjunto completo de actividades que son necesarias realizar con el fin de alcanzar un objeto denominado principal y los objetivos secundarios relacionados con éste. En un contexto general, describe los “métodos” necesarios para conseguir “un objetivo”.

Una de las ventajas de la utilización de esta herramienta es que fuerza al usuario de la misma a analizar las cadenas lógicas existentes entre todas las actividades relacionadas, evitando de esta forma la tendencia existente a “saltar” de los objetivos generales a los detalles, sin analizar de forma adecuada los pasos intermedios, por lo general importantísimos a la hora de alcanzar con éxito el objetivo. También permite descubrir la existencia de “lagunas” o “solapes” en la cadena lógica y/o en la planificación.

El DAR es una herramienta fundamental cuando sea necesario un conocimiento completo de que es necesario realizar (métodos), qué se desea conseguir (objetivos) y la relación existente entre ellos. Aunque las aplicaciones prácticas serían, igual que los problemas específicos, infinitos, a continuación se relacionan una serie de situaciones generales en las que resulta muy útil la utilización del DAR.

1º) traducir necesidades definidas inadecuadamente (mal o incompletas) en características operativas. Por ejemplo, un DAR sería útil a la hora de traducirle deseo de adquirir un programa de proceso de textos “sencillo de utilizar” en cada una de las características de la aplicación informática que contribuiría a la consecución de este objetivo.

2º) explorar todas las causas posibles de un problema. Por ejemplo, descubrir los motivos por los que una línea de productos ha perdido cuota de mercado. Esta aplicación del DAR es muy similar a la del diagrama de Causa y Efecto.

3º) identificar las actividades iniciales a realizar a nivel departamental en la consecución de un objetivo global de empresa. Por ejemplo, actividades iniciales en el lanzamiento de un programa de Calidad Total.



El DAR es una herramienta muy útil cuando el asunto en cuestión tiene la suficiente complejidad para justificar su utilización y se dispone del tiempo necesario para su solución. En un caso de parada de una línea de fabricación a causa de un problema en uno de los componentes que se está integrando, el DAR será útil en el análisis cuyo fin sea prevenir la ocurrencia de dicho problema en el futuro. Sin embargo no será de utilidad en la toma de decisión relacionada con la actuación respecto a la parada actual.

CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE ÁRBOL

1. ACORDAR ENTRE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO LA DEFINICIÓN DEL ASUNTO, PROBLEMA U OBJETIVO A ABORDAR

Esta definición debe ser clara, sencilla y concisa, pudiendo ser el resultado o no de un diagrama de interrelación o de un diagrama de Afinidad.

Es necesario abundar en la idea de que el DAR es una herramienta cuya eficacia a la hora de determinar las cadenas lógicas y secuenciales ente actividades y objetivos es directamente proporcional a la claridad con que el asunto a tratar se haya especificado.

2. GENERAR TODAS LAS ACTIVIDADES, MÉTODOS O CAUSAS POSIBLES RELACIONADAS CON EL TEMA A TRATAR

Puede realizarse de distintas formas, siendo por lo general las más utilizadas las siguientes:

- a) A partir de las mismas tarjetas utilizadas en la construcción del diagrama de afinidad o del Diagrama de Relaciones.
- b) Realización de una tormenta de ideas respecto a las actividades, métodos o causas posibles relacionadas con el tema a tratar. En la tormenta de ideas la /s pregunta /s a responder debe /n ser:

¿Qué debe suceder / existir para conseguir el objetivo X?

¿Qué ha sucedido / existe que causa el efecto X?

Trasladar a tarjetas individuales las ideas registradas durante la tormenta de ideas.

3. VALORAR TODAS LAS IDEAS Y ETIQUETARLAS CON UN CÓDIGO: (OPCIONAL)

Puede utilizarse cualquier código predeterminado, siendo uno de los posibles el siguiente:

- posible de realizar
- se desconoce si es posible de realizar. información incompleta
- imposible realizar

A la hora de codificar las ideas es útil tener en cuenta lo siguiente:

1º las ideas que parecen imposibles en una primera aproximación, muchas veces son mejoras y pueden ser tenidas en cuenta.



2° la codificación “imposible de realizar” significa literalmente eso. Nunca debe confundirse con “nunca lo hemos realizado antes”.

3° las ideas innovadoras que suelen ser consideradas como imposibles de realizar, suelen dar resultados sorprendentes cuando se llevan a cabo.

4° no hay que desechar ninguna idea que aparezca durante la fase de valoración. Debe incorporarse al diagrama siguiendo el procedimiento común para todas las ideas.

Vamos a seguir un ejemplo que sirva para mostrar la construcción de un diagrama de Árbol. El tema central es la necesidad de una organización de reducir sus costes de calidad.

4. REPRESENTAR EL DIAGRAMA DE ÁRBOL

- a) situar la tarjeta correspondiente al tema / objetivo principal en un panel vertical o en una mesa en su parte izquierda. También puede registrarse directamente sobre una pizarra. En las instrucciones que se relacionan a continuación, se supone que se están utilizando tarjetas, no obstante, los pasos a dar serían los mismos si se estuviesen representando directamente sobre una pizarra.

En nuestro ejemplo, el resultado obtenido sería el siguiente:

Disminuir costes de calidad

- b) responda a la pregunta “¿qué método o actividad es necesario llevar a cabo con el fin de alcanzar este objetivo?”.

Encuentre ideas entre las que se encuentran registradas en las tarjetas que se encuentran más relacionadas con el objetivo. Es útil en ocasiones pensar en aquellas actividades que están más relacionadas con el objetivo en términos de secuencia o de causa efecto.

Los jefes de área de la organización deciden que en base a los costes de calidad detectados, existen tres formas generales de disminuir dichos costes.

1° Optimizar el coste asociado a hacer las cosas bien y a la primera, es decir, a actividades relacionadas con la planificación de calidad (ingeniería de calidad).

2° Optimizar el coste asociado a comprobar si las cosas realmente se han hecho bien. (Inspección).

3° disminuir drásticamente el coste asociado a lo que no se ha hecho bien a la primera. Por connotaciones relacionadas con costes asociados a garantías y a pérdida de imagen, deciden este tercer capítulo dividirlo en dos: costes de fallo interno (detectado dentro de la organización) y costes de fallo externo (detectado por los clientes).



- c) sitúe las ideas / actividades resultado del paso b) inmediatamente a la derecha de la tarjeta del tema principal. Como si se tratara de un “Árbol genealógico” familiar o un organigrama.

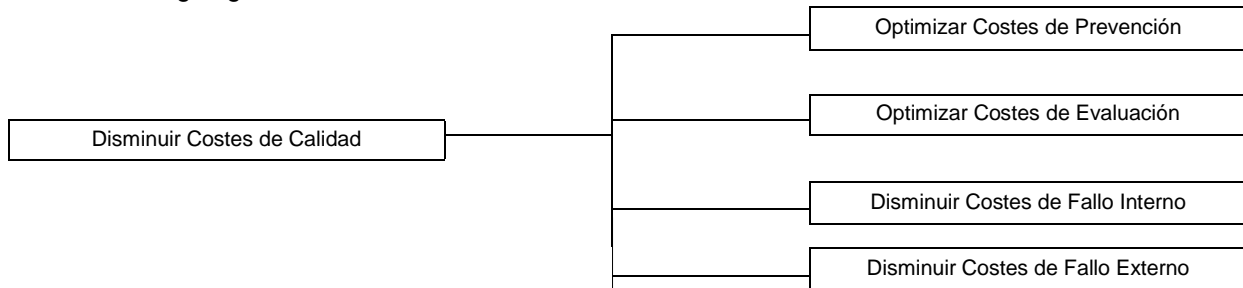


Figura III-1. Diagrama de Árbol (Primera iteración)

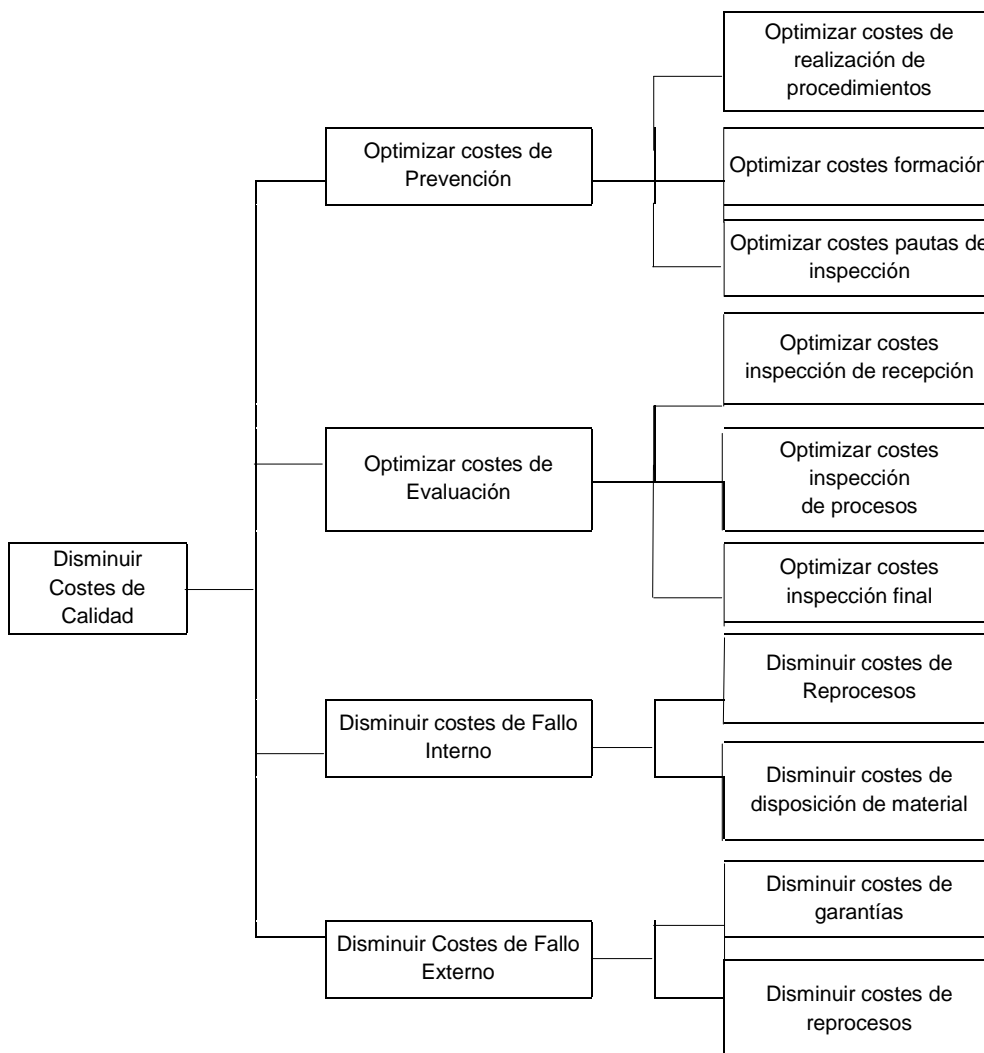


Figura III-2. Diagrama de Árbol (Segunda iteración)



- d) las ideas / actividades resultado del paso c) pasan ahora a ser el tema principal. Para cada una de ellas se responde la pregunta del paso b): “¿Qué método o actividad es necesario llevar a cabo con el fin de alcanzar este objetivo?”. Las tarjetas que todavía no han sido utilizadas se situarán con el mismo criterio a la derecha de éstas, construyendo la tercera fila del “árbol”. Este proceso se hace iterativo hasta agotar todas las tarjetas. en caso de que el contenido de ninguna tarjeta de las existentes corresponda a una pregunta en particular, debe crearse una nueva tarjeta y se situará en su lugar correspondiente.
- e) Revise el DAR completo con el fin de asegurar de que no existen “lagunas” en la cadena secuencia / lógica. Compruébelo revisando cada paso, comenzando con las actividades básicas situadas en el extremo derecho de la mesa o pizarra. Para cada idea / actividad responda a la siguiente pregunta: “¿Si realizamos y, tendrá como resultado la consecución de esta idea / activada X?”.

En el ejemplo de la División Estadística de la ASQC, una vez determinados los efectos y conductores clave, se realizó un Diagrama de Árbol. El resultado del Diagrama se convertirá en las entradas clave de la columna de necesidades de la “casa de la Educación”.

Mejorar Satisfacción Miembros	Mejorar Procesos	Estandarizar Resolver problemas Mejora de calidad (Breakthrough) Gestión de variación Exploración activa de procesos Simplificación del proceso
	Ser Líder Eficaz	Definir Misión, Visión, Valor y Principios Gestión de "Fronteras" Gestionar competencias "centrales" Utilizar principios de gestión de equipos Toma de decisión
	Equipos Eficaces	Saber planificar reuniones Saber dirigir reuniones Saber facilitar grupos de participación Saber como alcanzar el consenso Participar como miembro del equipo
	Planificar Calidad	Identificar requisitos críticos de clientes Desarrollar QFD Priorizar oportunidades de mejora Desarrollar Plan Estratégico de Calidad Realizar Benchmarking Despliegue de política/estrategia

En la figura III, 3 se muestra otro ejemplo de Diagrama de Árbol. En este caso, una empresa tiene problemas con sus entregas a clientes. Los problemas están relacionados con el incumplimiento de las fechas de entrega comprometidas lo que es causa de disgusto por parte de sus clientes.

La empresa en cuestión decide utilizar una metodología de resolución de problemas basada en las siete herramientas de gestión.

Inician el proceso formando el equipo de trabajo más idóneo para esta tarea. Este equipo decide utilizar un enfoque lógico a la hora de establecer todas las posibles causas del problema y por lo tanto realizan un Diagrama de Relaciones en el que el tema central era el siguiente:

¿Qué cosas están involucradas en el fallo en el cumplimiento de la fecha de entrega de nuestros productos?



El resultado del Diagrama de Relaciones muestra una serie de temas que resultan ser conductores (causas) clave. Entre otros, los conductores clave obtenidos fueron:

- Excesivos cambios entre el personal de expediciones
- Los pedidos urgentes siempre tienen preferencia en los envíos
- Errores en la introducción de datos en el sistema de pedidos por complejidad de éste.

Después de este ejercicio de “enfoque” de la atención en las causas importantes a atacar, el siguiente paso es utilizar una herramienta que ayude a “expansionar” el pensamiento estableciendo acciones que soluciones cada una de estas causas. La herramienta que utilizó esta empresa fue el Diagrama de Árbol, con los resultados mostrados en la figura III-3.

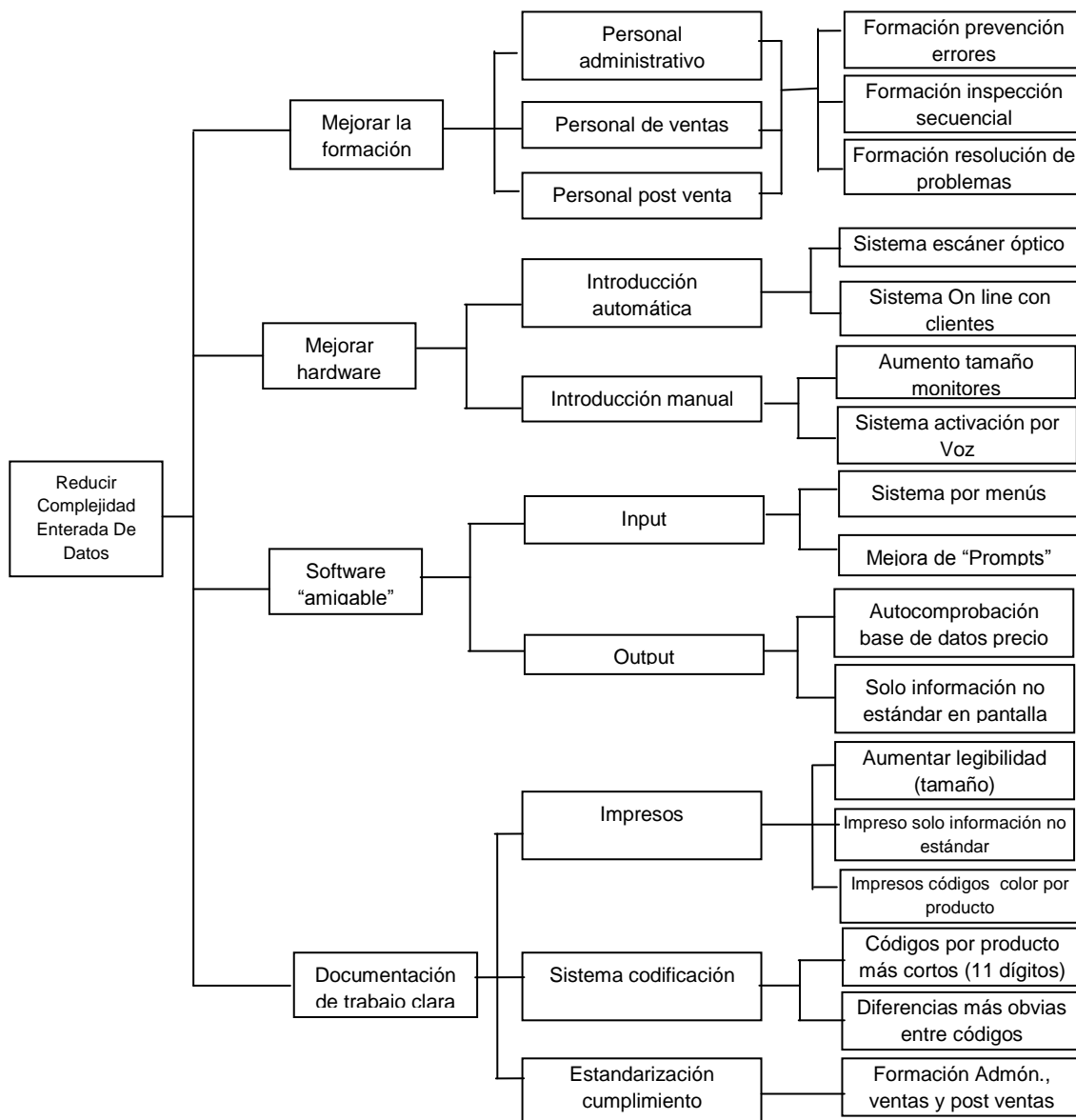


Figura III-3 Diagrama de Árbol para la complejidad de la entrada de datos.



MATRICES DE PRIORIZACION

Estas herramientas se utilizan para priorizar actividades, temas, características de productos / servicios, etc., en base a criterios de ponderación conocidos utilizando una combinación de las técnicas de Diagrama de Árbol y Diagrama Matricial fundamentalmente, son herramientas utilizadas para la toma de decisión.

En algún momento de toda planificación o metodología de mejora, es necesario decidir qué es más importante hacer para la organización y cuando realizarlo, es decir, establecer prioridades. Las matrices de Priorización permiten realizar éstas tomas de decisión de una forma objetiva.

Esta herramienta reemplazo a la conocida como análisis matricial de datos o análisis factorial del conjunto inicial de las siete nuevas herramientas, esta herramienta exigía conocimientos rígidos de estadística para su aplicación y por lo tanto su utilización quedaba restringida a especialistas.

Hasta ahora, las herramientas analizadas han permitido que los temas importantes o los problemas mejorar a la superficie (diagrama de Afinidad y de Relaciones) e identificar los planes de acción necesarios para tratar con los temas y problemas anteriores (Diagrama de Árbol). El siguiente paso debe ser una herramienta que nos permita enfocar nuestra atención seleccionando las “mejores” acciones / opciones.

Las matrices de priorización deben utilizarse cuando:

1. después de haber identificado un conjunto de temas clave y de generar las posibles opciones para tratarlos, sea necesario realizar una selección de entre estas opciones.
2. existe desacuerdo respecto la importancia relativa de los criterios de selección elegidos por los componentes del grupo. (en este caso se utilizará el método de criterios completamente Analítico. Cuando exista consenso respecto la importancia de los criterios, se utilizará el método simplificado).
3. los recursos disponibles en la puesta en práctica del programa de mejora, son limitados.
4. existe una interrelación muy fuerte entre las opciones generadas.

CONSTRUCCIÓN DE LAS MATRICES DE PRIORIZACIÓN

Dependiendo de la complejidad del tema y del tiempo disponible para realizar la priorización, la construcción de estas matrices sufre variaciones. Fundamentalmente existen dos alternativas:

- a) el método del criterio analítico completo (muy semejante al desarrollado por Thomas I. Assty, proceso Analítico de Jerarquización)
- b) el método del consenso de criterios

1) METODO DEL CRITERIO ANALÍTICO COMPLETO

Este método es el más complejo y riguroso de entre todas las matrices de priorización y por lo tanto el más costoso. Por ello está justificada su utilización cuando:

1. la decisión a tomar es crítica para la organización.
2. existen más de un criterio que puede ser aplicado en la toma de decisión.
3. todos los criterios juegan algún papel significativo en la decisión. Por ejemplo, si uno de los criterios, “que el coste de la implantación de la opción no supera a 1.000.000 de pesos” tiene para la dirección una entidad superior a cualquier otro criterio hasta hacer que éstos no sean importantes, este proceso de priorización es innecesario.



Cuando se utiliza este método, existen tres pasos básicos en el proceso de priorización:

1. establecer prioridades y asignar pesos a los distintos criterios.
2. establecer prioridades entre los temas / opciones en base a cada criterio en particular.
3. establecer prioridades y seleccionar los mejores temas / opciones en base a todos los criterios.

CONSTRUCCIÓN

1. ACUERDO RESPECTO EL OBJETIVO FINAL A CONSEGUIR

Se trata sencillamente de un paso de confirmación cuando el equipo está utilizando un diagrama de Árbol para generar las opciones. El objetivo final coincide con el encabezamiento del Diagrama de Árbol,

Nota: vamos a utilizar como ejemplo de apoyo el caso ya comentado en el que una empresa deseaba eliminar su problema en el incumplimiento de fechas de entregas a sus clientes, por lo que el Diagrama de Árbol de partida es el que se muestra en la Figura III-3.

2. CREACIÓN DE LISTADO DE CRITERIOS A APLICAR A LOS TEMAS / OPCIONES GENERADOS

Puesto que el trabajo se realiza en equipo, este paso es el resultado de una discusión del grupo. Debe de ser un proceso relativamente corto en el tiempo dado que el equipo simplemente está realizando una tormenta de ideas respecto el listado de criterios, y no evaluando la importancia de cada uno de estos criterios. Esta evaluación será el objeto del siguiente paso del proceso.

Es muy importante que cada criterio refleje el resultado deseado. En otras palabras, la palabra que defina el criterio no debe ser neutral. Debe tratarse de un juicio. Por ejemplo, un criterio debería ser “puesta en práctica con bajo coste” o “puesta en práctica en el menor tiempo posible”, nunca “Coste de puesta en práctica” o “tiempo de puesta en práctica”.

El equipo de trabajo del proyecto de mejora “incumplimiento de fechas de entrega” creó la siguiente lista de criterios para ordenar sus opciones respecto la “complejidad de entradas de datos”.

- Bajo coste de implantación
- Tecnología propia
- Implantación rápida
- De fácil aceptación por los usuarios
- Impacto mínimo en otros departamentos

3. JUZGAR LA IMPORTANCIA RELATIVA DE CADA CRITERIO EN COMPARACIÓN CON LOS OTROS CRITERIOS

Una vez que se ha completado la lista de criterios, cada criterio debe ser valorado, asignándole un peso. Para ello:

- a) transcribir la lista de criterios en ambos lados de una matriz en L



	Bajo coste de implantación	Tecnología propia	Implantación rápida	Fácilmente aceptada por usuarios	Impacto mínimo en otros dptos.	Total Fila (% Total Global)
Bajo coste de implantación						
Tecnología propia						
Implantación rápida						
Fácilmente aceptada por usuarios						
Impacto mínimo en otros dptos.						
Total Columna						

b) comparar la importancia de cada criterio respecto el resto de criterios utilizando una escala predefinida. Existen muchas escalas, mostrándose como ejemplo la siguiente:

1= igual de importancia / Preferencia

5 = significativamente más importante / preferido

10 = extremadamente más importante / preferido

1/5 = significativamente menos importante / preferido

1/10 = extremadamente menos importante / preferido

Complementaremos solamente media matriz (la parte superior a la diagonal Principal) haciéndonos la siguiente pregunta para cada criterio situado en la columna izquierda de la matriz:

¿Cómo de importante / preferente es este criterio (por ejemplo el criterio A) frente al criterio B?

El resultado obtenido por el equipo de trabajo fue el siguiente:

	Bajo coste de implantación	Tecnología propia	Implantación rápida	Fácilmente aceptada por usuarios	Impacto mínimo en otros dptos.	Total Fila (% Total Global)
Bajo coste de implantación	1	5	1/10	1/10	1/5	
Tecnología propia		1	1/5	1/10	1/5	
Implantación rápida			1	1/10	1/5	
Fácilmente aceptada por usuarios				1	1/5	
Impacto mínimo en otros dptos.					1	



Total Columna						
---------------	--	--	--	--	--	--

De acuerdo con esta matriz, que recordemos que se lee por filas, el criterio “bajo coste de implantación” es significativamente más importante que el criterio “tecnología propia” y sin embargo es extremadamente menos importante que los criterios “implantación rápida” y “fácilmente aceptada por los usuario”.

Para completar la matriz, registraremos en las celdas en blanco los valores inversos a sus simétricos:

	Bajo coste de implantación	Tecnología propia	Implantación rápida	Fácilmente aceptada por usuarios	Impacto mínimo en otros dptos.	Total Fila (% Total Global)
Bajo coste de implantación	1	5	1/10	1/10	1/5	
Tecnología propia	1/5	1	1/5	1/10	1/5	
Implantación rápida	10	5	1	1/10	1/5	
Fácilmente aceptada por usuarios	10	10	10	1	1/5	
Impacto mínimo en otros dptos.	5	5	5	5	1.	
Total Columna						

A continuación, sume las puntuaciones para cada columna y registre el total obtenido. Después, sume los totales de todas las columnas para obtener el total global.

	Bajo coste de implantación	Tecnología propia	Implantación rápida	Fácilmente aceptada por usuarios	Impacto mínimo en otros dptos.	Total Fila (% Total Global)
Bajo coste de implantación		5	0.1	0.1	0.2	
Tecnología propia	0.2		0.2	0.1	0.2	
Implantación rápida	10	5		0.1	0.2	
Fácilmente aceptada por usuarios	10	10	10		0.2	
Impacto mínimo en otros dptos.	5	5	5	5		
Total Columna	25.2	25	15.3	5.3	0.8	71.6

A continuación, sume los valores de cada fila de la matriz y divida el valor total obtenido de cada fila por el Total global para convertirlo en un porcentaje. Este porcentaje es la puntuación



ponderada que se utilizará como multiplicador en la matriz final de comparación de todas las opciones.

	Bajo coste de implantación	Tecnología propia	Implantación rápida	Fácilmente aceptada por usuarios	Impacto mínimo en otros dptos.	Total Fila (% Total Global)
Bajo coste de implantación		5	0.1	0.1	0.2	5.4 (0.08)
Tecnología propia	0.2		0.2	0.1	0.2	0.7 (0.01)
Implantación rápida	10	5		0.1	0.2	15.3(0.21)
Fácilmente aceptada por usuarios	10	10	10		0.2	30.2 (0.42)
Impacto mínimo en otros dptos.	5	5	5	5		20 (0.28)
Total Columna	25.2	25	15.3	5.3	0.8	71.6

Basado en los resultados de la matriz de Valoración de Criterios anterior se observa una división existente entre dos grupos de criterios: “coste de implantación bajo” y “tecnología propia” parecen ser mucho menos importantes en el proceso final de selección que los otros criterios. Han alcanzado una puntuación de 0.08 y 0.01, mientras que los otros tres criterios tienen puntuaciones de 0.21, 0.42 y 0.28.

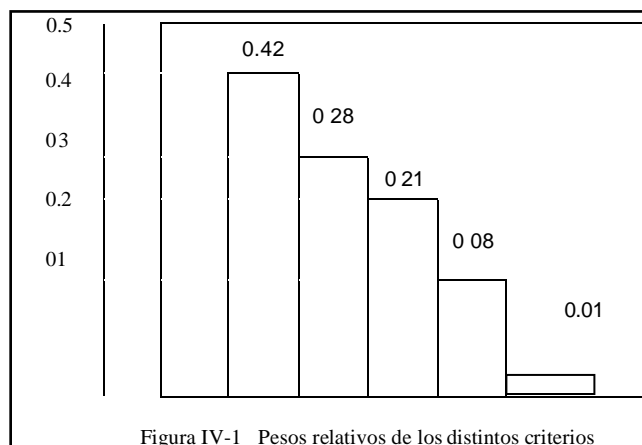


Figura IV-1 Pesos relativos de los distintos criterios

Solamente en aquellos casos en los que existen diferencias como en este caso pueden eliminarse estos criterios de los análisis posteriores. En este caso, “implantación rápida”, “fácil aceptación por los usuarios” y “mínimo impacto en otros departamentos” son los criterios seleccionados para realizar la comparación de las opciones relacionadas con la “reducción de la complejidad de la entrada de datos”.

4. COMPARAR TODAS LAS OPCIONES CONSIDERADAS CON LOS CRITERIOS PONDERADOS

Ahora que la importancia relativa de cada criterio ha sido establecida, cada tema / opción debe ser juzgada en base a como satisface cada uno de los criterios seleccionados, (tres en nuestro caso).



Comenzaremos por el criterio “rapidez de implantación”

- a) transcribir la lista total de opciones en ambos lados de una matriz en L. (por cuestión de espacio, en las columnas se ha utilizado una codificación A, B, C,...que coincide con el orden de las opciones de la columna izquierda de la tabla.

IMPLANTACIÓN RÁPIDA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totales de Fila (% Total)
Formación Prevención Errores																		
Formación Inspección Secuencia																		
Formación Resolución problemas																		
Sistema Escáner Óptico																		
Sistema Un Une con Cliente																		
Aumento Tamaño Monitores																		
Sistema Activado por Voz																		
Sistema por Menús																		

IMPLANTACIÓN RÁPIDA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	Totales de Fila (% Total)
Mejora de “promps”																		
Autocomprobación base de datos																		
Solo información no estándar en pantalla																		
Aumentar legibilidad (tamaño)																		
Impresos con solo información NO estándar																		
Impresos con códigos de color por producto																		
Código producto más corto (11 dígitos)																		
Formación administrativos en ventas																		



Totales de columna																			
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

b) comparar cada opción con cada una de las otras opciones en relación con el criterio al que se está aplicando. Igual que en el paso 3, la escala de comparación es la siguiente:

1 = igual de rápido, de aceptable por los usuarios, etc.

5 = de implantación más rápida, más aceptable por los usuarios, etc.

10 = de implantación significativamente mucho más rápida, mucho más aceptable por los usuarios, etc. También, igual que en el paso 3, cada puntuación que es registrada en una fila debe corresponderse con el valor inverso en la

IMPLANTACIÓN RÁPIDA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	p	Q	Totales de Fila (% Total)
Formación Prevención Errores		0,2	0,2	5	10	0,2	10	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	5	5	0,1	
Formación Inspección Secuencial	5		5	10	10	0,2	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	10	5	0,2	
Formación Resolución problemas	5	0,2		5	10	0,2	10	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	5	5	0,1	
Sistema Escáner Óptico	0,2	0,1	0,2		1	0,2	5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	
Sistema On Line con Clientes	0,1	0,1	0,1	1		0,2	5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	
Aumento Tamaño Monitores	5	5	5	10	5		10	5	5	5	5	1	1	0,2	5	5	0,2	
Sistema Activado por Voz	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1		0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	
Sistema por Menús	5	5	5	5	10	0,2	5		1	1	1	0,2	0,2	0,1	5	5	0,2	
Mejora de "Prompts"	10	5	10	10	10	0,2	10	1		5	5	1	5	1	10	5	1	
Autocomprobación Base Datos Precios	5	5	5	5	5	0,2	5	1	0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	5	5	0,2	
Sólo Información No Estándar en Pantalla	5	5	5	5	10	0,2	5	5	0,2	5		0,2	1	0,2	5	5	0,2	
Aumentar Legibilidad (Tamaño)	5	5	5	10	10	1	10	5	1	5	5		5	0,2	10	5	1	
Impresos con Sólo Información No Estándar	5	10	5	10	10	1	10	5	0,2	5	1	0,2		0,2	5	5	0,2	
Impresos con Códigos de Color por Productos	10	10	10	10	10	5	10	10	1	5	5	5	5		10	10	1	
Código Producto más Corto (11 dígitos)	0,2	0,1	0,2	1	1	0,2	5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1		1	0,1	
Diferencias más obvias entre códigos	0,2	0,2	0,2	5	5	0,2	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	1		0,1	
Formación Administrativos Ventas	10	5	10	10	10	5	10	5	1	5	5	1	5	1	10	10		
Totales de Columna																		

c) a continuación, sumar las puntuaciones de cada columna y registrar el total. Sumar los totales de las columnas para conseguir el total global. Por último, sumar los valores de las



filas. Dividir cada total de cada fila por el total global para convertirlo en un porcentaje y registrarlo. El resultado final puede verse en la matriz definitiva:

IMPLANTACIÓN RÁPIDA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	p	Q	Totales de Fila (% Total)
Formación Prevención Errores		0,2	0,2	5	10	0,2	10	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	5	5	0,1	36,9 0,04
Formación Inspección Secuencial	5		5	10	10	0,2	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	10	5	0,2	56,6 0,07
Formación Resolución problemas	5	0,2		5	10	0,2	10	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	5	5	0,1	41,7 0,05
Sistema Escáner Óptico	0,2	0,1	0,2		1	0,2	5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	8,9 0,01
Sistema On Line con Clientes	0,1	0,1	0,1	1		0,2	5	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	8,6 0,01
Aumento Tamaño Monitores	5	5	5	10	5		10	5	5	5	5	1	1	0,2	5	5	0,2	72,4 0,08
Sistema Activado por Voz	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,1		0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	2,2 0,0
Sistema por Menús	5	5	5	5	10	0,2	5		1	1	1	0,2	0,2	0,1	5	5	0,2	48,9 0,06
Mejora de "Prompts"	10	5	10	10	10	0,2	10	1		5	5	1	5	1	10	5	1	89,2 0,10
Autocomprobación Base Datos Precios	5	5	5	5	5	0,2	5	1	0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	5	5	0,2	42,4 0,05
Sólo Información No Estándar en Pantalla	5	5	5	5	10	0,2	5	5	0,2	5		0,2	1	0,2	5	5	0,2	53,0 0,06
Aumentar Legibilidad (Tamaño)	5	5	5	10	10	1	10	5	1	5	5		5	0,2	10	5	1	83,2 0,10
Impresos con Sólo Información No Estándar	5	10	5	10	10	1	10	5	0,2	5	1	0,2		0,2	5	5	0,2	72,8 0,08
Impresos con Códigos de Color por Productos	10	10	10	10	10	5	10	10	1	5	5	5	5		10	10	1	117,0 0,13
Código Producto más Corto (11 dígitos)	0,2	0,1	0,2	1	1	0,2	5	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1		1	0,1	9,9 0,01
Diferencias más obvias entre códigos	0,2	0,2	0,2	5	5	0,2	10	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	1		0,1	23,2 0,03
Formación Administrativos Ventas	10	5	10	10	10	5	10	5	1	5	5	1	5	1	10	10		103,0 0,12
Totales de Columna	70,8	56	66	102,2	117,2	14,2	13,0	34,5	10,6	37,6	28,7	10	23,6	3,9	88,2	71,5	4,9	869,9

La interpretación de la tabla anterior nos dice que las opciones más rápidas de implantación, en comparación con el resto son:

- impresos con códigos de colores por Grupos de producto (0,13)
- Formación administrativos y personal de ventas y servicio post-venta (0.12)
- Mejora de "Prompts" (0.10)
- Aumento de tamaño para aumentar la legibilidad (0.10)
- Aumento de tamaño de los monitores (0.08)
- Impresos conteniendo únicamente información no estándar de los clientes (0.08)

Estas opciones forman una agrupación de prioridades altas en base solamente al criterio "rapidez de implantación".



Si todos los pasos descritos son repetidos para cada criterio, en este ejemplo se generarán tres matrices distintas. Para simplificar la exposición, sólo se ha mostrado el análisis correspondiente al primer criterio. Los resultados correspondientes a los tres criterios que deben ser combinados, fueron los siguientes:

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.
Formación Prevención Errores	0.04	0.03	0.03
Formación Inspección Secuencial	0.07	0.04	0.02
Formación Resolución problemas	0.05	0.04	0.03
Sistema Escáner Óptico	0.01	0.03	0.02
Sistema On Une con Clientes	0.01	0.01	0.03
Aumento Tamaño Monitores	0.08	0.06	0.08
Sistema Activado por Voz			0.04
Sistema por Menús	0.06	0.09	0.11
Mejora de "Prompts"	0.10	0.09	0.11
Autocomprobación Base Datos Precios	0.05	0.06	0.05
Sólo Información No Estándar en Pantalla	0.06	0.05	0.06
Aumentar Legibilidad (Tamaño)	0.10	0.06	0.09
Impresos con Sólo Información No Estándar	0.08	0.06	0.02
Impresos con Códigos de Color por Productos	0.13	0.13	0.11
Código Producto más Corto (11 dígitos)	0.01	0.12	0.03
Diferencias más Obvias entre Códigos	0.03	0.10	0.13
Formación Administrativos Ventas	0.12	0.03	0.04

5. COMPARAR CADA OPCIÓN CON BASE A LA COMBINACIÓN DE TODOS LOS CRITERIOS

- a) Registrar todas las opciones en las filas de una matriz en L y todos los criterios que se van a utilizar en las columnas de la misma matriz.

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores				
Formación Inspección Secuencial				
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos				
Administrativos Ventas				
Totales de Columnas				

- b) Transferir puntuaciones (porcentajes) de la matriz obtenida para cada uno de los criterios bajo las columnas correspondiente a estos. La suma de las puntuaciones de los criterios se registra en la última celda de la columna "total Fila".



	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores				
Formación Inspección Secuencial				
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos				
Administrativos Ventas				
Totales de Columnas	0,21	0,42	0,28	0,91

c) Registrar los pesos desarrollados en el paso 3 para cada criterio.

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores	0,04	0,03	0,03	
Formación Inspección Secuencial	0,07	0,04	0,02	
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos	0,03	0,10	0,13	
Administrativos Ventas	0,12	0,03	0,04	
Totales de Columnas	0,21	0,42	0,28	0,91

d) Multiplicar cada porcentaje (de cada criterio) por el peso desarrollado en el paso3.

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores	$0,04 * 0,21 = 0,008$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,03 * 0,28 = 0,008$	
Formación Inspección Secuencial	$0,07 * 0,21 = 0,015$	$0,04 * 0,42 = 0,017$	$0,02 * 0,28 = 0,006$	
.....
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos	$0,03 * 0,21 = 0,006$	$0,10 * 0,42 = 0,042$	$0,13 * 0,28 = 0,036$	



Formación Administrativos Ventas	$0,12 * 0,21 = 0,025$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,04 * 0,28 = 0,011$	
Totales de Columnas	0,21	0,42	0,28	0,91

e) Sumar la puntuación de cada opción y registrar el resultado en la columna “total Fila”

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores	$0,04 * 0,21 = 0,008$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,03 * 0,28 = 0,008$	0,029
Formación Inspección Secuencial	$0,07 * 0,21 = 0,015$	$0,04 * 0,42 = 0,017$	$0,02 * 0,28 = 0,006$	0,038
.....
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos	$0,03 * 0,21 = 0,006$	$0,10 * 0,42 = 0,042$	$0,13 * 0,28 = 0,036$	0,084
Formación Administrativos Ventas	$0,12 * 0,21 = 0,025$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,04 * 0,28 = 0,011$	0,049
Totales de Columnas	0,21	0,42	0,28	0,91

f) Convertir cada puntuación de cada opción en un porcentaje dividiendo la puntuación por el total Global.

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Otros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores	$0,04 * 0,21 = 0,008$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,03 * 0,28 = 0,008$	0,029 0,03
Formación Inspección Secuencial	$0,07 * 0,21 = 0,015$	$0,04 * 0,42 = 0,017$	$0,02 * 0,28 = 0,006$	0,038 0,04
.....
.....
Diferencias más Obvias entre Códigos	$0,03 * 0,21 = 0,006$	$0,10 * 0,42 = 0,042$	$0,13 * 0,28 = 0,036$	0,084 0,09
Formación Administrativos Ventas	$0,12 * 0,21 = 0,025$	$0,03 * 0,42 = 0,013$	$0,04 * 0,28 = 0,011$	0,049 0,05
Totales de Columnas	0,21	0,42	0,28	0,91



El resultado es el siguiente:

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación por Usuarios	Impacto Mínimo Oíros Dptos.	Total Fila (% Total Global)
Formación Prevención Errores	0.008	0.013	0.008	0.029 (0.03)
Formación Inspección Secuencial	0015	0.017	0.006	0.038 (0.04)
Formación Resolución problemas	0011	0.017	0.008	0.036 (0.04)
Sistema Escáner Óptico	0.002	0.013	0.006	0.021 (0.02)
Sistema On Line con Clientes	0.002	0.004	0.008	0.014 (0.02)
Aumento Tamaño Monitores	0.017		0.022	0.064 (0.07)
Sistema Activado por Voz			0.011	0.011 (0.01)
Sistema por Menús	0.013	0.038	0.031	0.082 (0.09)
Mejora de "Prompts"	0.021	0.038	0.031	0.090 (0.10)
Autocomprobación Base Datos Precios	0.011	0.025	0.014	0.050 (0.06)
Sólo Información No Estándar en Pantalla	0.013	0.021	0.017	0.051 (0.06)
Aumentar Legibilidad (Tamaño)	0.021	0.025	0.025	0.071 (0.08)
Impresos con Sólo Información No Estándar	0.017	0.025	0.006	0.048 (0.05)
impresos con Códigos de Color por Productos	0.027	0.055	0.031	0.113 (0.12)
Código Producto más Corto (11 dígitos)	0.002	0.050	0.008	0.060 (0.07)
Diferencias más Obvias entre Códigos	0.006	0.042	0.036	0.084 (0.09)
Formación Administrativos Venias	0.025	0.013	0.011	0.049 (0.05)
Totales de Columnas	0.211	0.421	0.279	0.9U

La matriz de priorización obtenida como resultado del método analítico completo muestra una agrupación clara entre las distintas opciones. Las prioridades muestran una agrupación clara entre las distintas opciones. Las prioridades obtenidas como resultado global de considerar los tres criterios son:

1. Impresos con códigos de color por agrupaciones de producto (0.12)
2. mejora de "prompts" (0.10)
3. sistema de menús (0.09)
4. diferencias más obvias entre códigos de productos (0.09)
5. aumento de legibilidad (tamaño) (0.08)
6. aumento tamaño monitores (0.07)
7. código producto más corto (0.07)

.....

2) METODO DE CONSENSO DE CRITERIOS

No se puede negar que el método del criterio Analítico Completo es completo y complejo. En temas críticos puede ser una decisión correcta utilizarlo. Sin embargo existen muchas situaciones que a pesar de ser más sencillas y menos críticas siguen requiriendo la priorización y aplicación de criterios.

Este segundo método se parece mucho al anterior en que:

- a) Es una sencilla matriz en L.
- b) Las opciones van a conformar la fila en una matriz.
- c) Los criterios van a conformar las columnas de la misma matriz.

Sin embargo es diferente en otros aspectos importantes:



1. los criterios se ponderar sencillamente mediante el consenso del equipo. Por ejemplo, al criterio menos importante se le asigna un valor igual a 0.1, mientras que al criterio más importante se le podría asignar un valor igual a 0.4, lo que significaría que el equipo considera que este último es cuatro veces más importante que el primero.
2. las opciones se ordenan como un grupo y no en base a una comparación sistemática de cada opción con el resto. Esta ordenación puede realizarse mediante:
 - a) consenso abierto
 - b) cualquier esquema de ordenación
 - c) la técnica de grupos nominales

CONSTRUCCIÓN

1. CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ EN LA COMBINANDO LAS OPCIONES Y LOS CRITERIOS A APLICAR.

Con base al resultado de menor nivel de detalle de un Diagrama de Árbol, se listan las opciones que se desea priorizar en las filas de la matriz. A continuación se crea una lista de criterios a aplicar a las opciones y se sitúan en las columnas de la matriz.

	Implantación Rápida	Facilidad Aceptación	Impacto Mínimo	Bajo Coste	Tecnología Disponible	Total
Formación Prevención Errores						
Formación Inspección Secuencial						
Formación Resolución problemas						
Sistema Escáner Óptico						
Sistema On Line con Clientes						
Aumento Tamaño Monitores						
Sistema Activado por Voz						
Sistema por Menús						
Mejora de "Prompts"						
Autocomprobación Base Datos Precios						
Sólo Información No Estándar en Pantalla						
Aumentar Legibilidad (Tamaño)						
impresos con Sólo Información No Estándar						
impresos con Códigos de Color por Productos						
Código Producto más Corto (11 dígitos)						
Diferencias más Obvias entre Códigos						
Formación Administrativos Ventas						

2. ESTABLECER PRIORIDADES EN LOS CRITERIOS

Mediante el consenso, establecer prioridades entre los criterios seleccionados alcanzando acuerdos en lo que respecta al valor de ponderación de importancia de cada uno.



Existen distintos métodos, pero el proceso recomendado de establecimiento de prioridades consiste en realizar un primer análisis para establecer las áreas generales de acuerdo / desacuerdo. La técnica de grupo Nominal es un método popular para alcanzar este objetivo. Esta técnica puede utilizarse en el siguiente formato modificado:

- a) Cada miembro del grupo lista los criterios en una hoja de papel:
- A. Fácil de implantar
 - B. Fácilmente aceptable por los usuarios
 - C. Impacto mínimo en otros departamentos
 - D. Bajo coste
 - E. Utilizando la tecnología disponible
- b) Cada miembro del grupo ordena los cinco criterios distribuyendo el valor 1 entre ellos: En nuestro ejemplo, el resultado obtenido por uno de los miembros del grupo fue:
- A. Fácil de implantar (0.30)
 - B. Fácilmente aceptable por los usuarios (0.30)
 - C. Impacto mínimo en otros departamentos (0.20)
 - D. Bajo coste (0.15)
 - E. Utilizando la tecnología disponible (0.05)
- c) se combinan los valores de ponderación de cada criterio para todos los miembros del grupo:

Criter	Miembr		Miembr		Total
A	0.30	+	0.30	+ ...	1.85
B	0.30	+	0.30	+ ...	1.25
C	0.20	+	0.10	+ ...	0.70
D	0.15	+	0.20	+ ...	0.75
E	0.05	+	0.10	+ ...	0.45

- d) revisar cada criterio en lo que respecta a la coherencia de las ponderaciones asignadas por los distintos miembros del equipo. De esta forma se logrará enfocar la atención de la discusión en solo aquellos criterios en los que exista un desacuerdo muy amplio.

3. ORDENAR LAS OPCIONES EN BASE A CADA CRITERIO.

Cuando hay que ordenar un número relativamente alto de opciones, es necesario utilizar un proceso que sea estructurando. El método más popular de nuevo es la técnica del grupo nominal. Los pasos serían los mismos que en la etapa anterior. Sin embargo, en lugar de utilizar valores ponderados, las opciones serán sencillamente ordenadas para cada criterio.

Por ejemplo, la ordenación de opciones en base al criterio “rapidez de implantación” sería:

Opciones	Miembro 1		Miembro 2		Total
A. Formación prevención errores	6	+	4	+ ...	= 26(5)
B. Formación inspección secuencial	10	+	8	+ ...	= 42(8)
C. Formación resolución de Problemas	7	+	6	+ ...	= 33(6)

Q. Formación administrativos	3	+	6	+	0	30(4)
------------------------------	---	---	---	---	---	-------

Realice este cálculo multiplicando el valor de orden de la opción por el valor de ponderación del criterio:

	Criterios
Opciones	(1.85) Rápido de Implantar
A. Formación Prevención Errores	5 (1.85) = 9.25
B. Formación Inspección Secuencial	8(1.85)= 14.80

Una vez que se ha calculado la importancia individual de todas las opciones para cada criterio, sume estas puntuaciones. La opción con la puntuación total más alta será la de mayor prioridad.

	Criterios					
Opciones	(1.85) Rápido de implantar	(125) Fácil aceptar	(0.70) Impacto mínimo	(0.75) Bajo coste	(0.45) Tecnología disponible	Total
A. Formación Prevención Errores	5(1.85) = 9.25	3(1.25) = 3.75	14(0.70) = 9.8	4 (0.75) = 3.0	16(0.45) = 7.2	330



El resultado obtenido fue el siguiente:

	Implantación Rápida (1.85)	Facilidad Aceptación (125)	Facilidad Aceptación (1.25)	Bajo Coste (0.75)	Tecnología Disponible (0.45)	Total
Formación Prevención Errores	x5 = 9.25	x3 = 3.75	x3 = 3.75	x4 = 3.00	x 16 = 7.2	33.00
Formación Inspección Secuencial	X8 = 14.8	x4 = 5.00	x4 = 5.00	x6 = 4.50	x5 = 5.25	32.15
Formación Resolución problemas	x6 = 11.10	x5 = 6.25	x5 = 6.25	x9 = 6.75	X7 = 3.15	31.45
Sistema Escáner Óptico	x3 = 5.55	x2 = 2.50	X 2 = 2.50	x3 = 2.25	x4 = 1.80	14.90
Sistema On Line con Clientes	X2 = 3.70	x 1 = 1.25	x 1 = 125	x 2 = 1.50	x 1 = 0.45	9.00
Aumento Tamaño Monitores	x 12 = 22.20	x 11 = 13.75	x 11 = 13.75	x 12 = 9.00	x 11 = 4.95	57.60
Sistema Activado por Voz	x 1 = 1.85	x3-3.75	x3 = 3,75	x 1 = 0.75	x2 = 0.90	8.65
Sistema por Menús	x 15 = 27.75	x 14 = 17.50	x 14 = 17.50	x 15 = 11.25	x 3 = 1.35	66.95
Mejora de "Prompts"	x 17 = 31.45	x 15 = 18.75	x 15 = 18.75	x 16 = 12.00	X 17 = 7.65	80.35
Autocomprobación Base Datos Precio;	x7 = 12.95	x9 = 11.25	x9 = 11.25	x7 = 5-25	x6 = 2.70	37.05
Sólo Información No Estándar en Pantalla	x9 = 16.65	X 7 = 8.75	x7-8.75	x8 = 6.00	x8 = 3.60	42,00
Aumentar Legibilidad (Tamaño)	x 13 = 24.05	X 12 = 15.00	x 12 = 15.00	x 13 = 9.75	x 12 = 5.40	62,60
Impresos con Sólo Información No Estándar	x 10 = 18.50	x 10 = 12.50	x 10 = 12.50	x 10 = 7.50	x9 = 4.05	43.25
impresos con Códigos de Color por Productos	xl6 = 29.60	X 17 = 21.25	X 17 = 21,25	x 17 = 12.75	xl5 = 6.75	81 55
Código Producto más Corto (!1 dígitos)	x 11 = 20.35	Xl6 = 20.00	x 16 = 20.00	x 11 = 8.25	x 10 = 4.50	59.40
Diferencias más Obvias entre Códigos	x 14 = 25.90	X 13 = 16.25	x 13 = 16.25	x 14 = 10.50	x 13 = 5.85	70.40
Formación Administrativos Ventas	x4 = 7.40	x6 = 7.50	x6 = 7,50	x 5 = 3.75	x 14 = 6.30	28.45

Con el método de consenso, la priorización obtenida fue la siguiente:

1. Impresos con códigos de color por agrupaciones de producto (81.55)
2. mejora de "prompts" (80.35)
3. diferencias más obvias entre códigos de productos (70.40)
4. sistema de menús (66.95)
5. aumento de legibilidad (tamaño) (62.60)
6. aumento tamaño monitores (59.40)
7. código producto más corto (57.60)

Vemos que los resultados fueron muy similares a los obtenidos por el primer método.



DIAGRAMA MATRICIAL

El diagrama matricial (DM) es una herramienta que ordena grandes grupos de características, funciones y actividades de tal forma que se pueden representar gráficamente los puntos de conexión lógica existente entre ellos. También muestra la importancia relativa de cada punto de conexión en relación con el resto de correlaciones.

Se base en el principio de que se sitúa un conjunto de elementos en las columnas de la misma matriz (horizontales) y otro conjunto de elementos en las columnas de la misma matriz (verticales), los puntos de intersección de las filas y columnas indicarán la relación entre ambos conjuntos. Una de las características más importantes de este diagrama es la utilización de símbolos que indican de forma visual la fuerza de las relaciones existentes en cada intersección. Los resultados obtenidos de un Diagrama matricial son muy similares a los obtenidos con otras herramientas: hacer que emerjan a la superficie las pautas de relación existentes entre ambos conjuntos.

Debido a que el DM es la herramienta más utilizada de entre las siete herramientas de gestión, es también la que más ha evolucionado para satisfacer distintas necesidades. Por lo tanto el mayor o menor éxito en la utilización de esta herramienta radica en gran manera en la realización de la selección de la matriz correcta aplicable a cada caso concreto. Las matrices más utilizadas son las siguientes:

DIAGRAMA MATRICIAL EN "L":

Es el formato más básico y por lo tanto el más utilizado de un diagrama matricial, utilizado para representar las relaciones existentes entre dos conjuntos de factores distintos, conjunto A y conjunto B en el conocido formato de filas y columnas. Consiste en una sencilla representación bidimensional que muestra la interrelación existente entre parejas de elementos pertenecientes cada uno a uno de los dos conjuntos de factores, como se muestra en la figura V-1.

Este DM en L se utiliza para una gran cantidad de áreas operativas como fabricación, calidad, ingeniería, O+RH, etc.

Este es el tipo de matrices utilizadas por ejemplo en el análisis de la incidencia de un conjunto de factores sobre el mal funcionamiento de un equipo, o la capacidad de un conjunto de medios a la hora de producir una serie de efectos.

		CONJUNTO A					
		A1	A2	A3	A4	A5	
CONJUNTO B	B1						
	B2						
	B3						
	B4						
	B5						

Figura V-1 Diagrama Matricial en "L"



Por ejemplo, podríamos desear establecer un Diagrama Matricial para determinar entre las expectativas de los clientes de un restaurante de comida rápida (conjunto B) y las características de “diseño” de dicho alimento (conjunto A)

		CONJUNTO A						
		Peso de la porción	% nutriente requerido	% hidratos de carbono	Tiempo de preparación	N° de platos requeridos	Coste de ingredientes	N° de ingredientes
CONJUNTO B	Sacia el apetito	●	△	○				
	Es nutritivo	△	●	△			○	
	Tiene buen gusto		△	●	△		○	
	Sencillo de preparar			△	●		△	○
	Sencillo de limpiar				△	●		○
	Es barato	△	△	△			●	
	No produce excesiva basura				○	○		●

Figura V-2 Tabla Con Código Para Las Relaciones

En la matriz de la figura V-2 se muestra el resultado de comparar ambos conjuntos.

¿Cómo se identifica si existe o no relación entre los distintos elementos, y en caso afirmativo la fuerza de tal relación?

El método consiste en utilizar un código visual con el objeto de que el Diagrama Matricial proporcione el máximo de información. Existen muchas formas de codificar aunque las más utilizadas parten del supuesto de categorizar tres distintos grados de relación: relación fuerte, relación moderada y relación débil.

Los símbolos utilizados también suelen variar. Un conjunto de tres símbolos muy utilizados es el siguiente

Relación fuerte: círculo lleno ●

Relación moderada: círculo vacío ○

Relación débil: triángulo △

Estos símbolos son utilizados en la figura V-2.

En ocasiones de utilizan estas matrices con objeto de identificar el área o áreas responsables de un fallo, con objeto de poner en práctica la acción correctora dirigida a la causa raíz del problema.

En estos casos, los símbolos utilizados pueden ser los mismos pero su significado es diferente:

Área con responsabilidad principal: círculo lleno ●

Área con responsabilidad secundaria: círculo vacío ○

Área si responsabilidad, solo informada: triángulo △



En la figura V-3 se muestra un ejemplo en el que se utiliza esta codificación. El ejemplo es el resultado de identificar el /los departamentos implicados en problemas surgidos en el envío de materiales por parte de un fabricante a sus clientes.

En la matriz se observa que no solamente el área de expediciones tiene responsabilidad en los fallos cometidos en el envío de materiales, sino que el resto de áreas tiene, en mayor o menor grado, también su cuota de responsabilidad.

También se observa que el área de ingeniería y la de diseño son las menos implicadas en los distintos problemas y que el problema consistente en errores en la documentación es responsabilidad únicamente del área de calidad

Res. principal: ● Res. secundaria: ○ Sólo informada: △	DEPARTAMENTOS						
	CALIDAD	PRODUCCIÓN	PLANIFICACIÓN	INGENIERIA	EXPEDICIONES	DISEÑO	SERVICIO CLIENTES
Extravío de envíos		○			●		△
Fuera de especificación	○	●		○		△	△
Error en el envío	○		○		●		△
Error identificación		●			○		△
Retraso llegada		○	●		○		△
Cantidad excesiva		○			●		
Cantidad en menos		○			●		
Daños transporte					●		
Error documentación	●					○	△

Figura V-3 Departamentos y Problemas en envíos de material

Otro ejemplo de utilización de un diagrama matricial en L es el que se muestra en la figura V-4. La matriz representa las relaciones existentes entre los elementos del modelo europeo de calidad total y los cursos / seminarios ofrecidos por una empresa consultora de calidad.

Resp. principal: ● Resp. secundaria: ○ Sólo informada: △ CURSOS	DEPARTAMENTOS							
	LIDERAZGO	REC. HUMANOS	POL. ESTRATEGIAS	RECURSOS	PROGRESOS	SATISFASE PERSONAS	SATISFASE CLIENTES	IMPACTO SOCIEDAD
Implantación calidad total	●	●	●	○	○	●	●	○
Documentar el sistema de calidad		○	○	○	●	△	●	○
Conocimiento ISO 9000	△	○	○	○	●	△	●	○
Auditoría interna		△	△		●	△	○	△
Control estadístico de procesos		△	△	△	●	△	●	○



Facilitadores	○	●	○	○	○	●	△	△	○
Re-ingeniería de procesos	○	○	○	●	●	○	○	△	●
Benchmarking	●	△	●	●	●	△	●	○	●
Auto evaluador EFQM	●	●	●	●	●	●	●	●	●

FIGURA V-4 cursos /Seminarios y elementos modelo europeo

Esta matriz ayuda a seleccionar qué cursos realizar para reforzar un elemento en particular. También muestra a qué elementos refuerza un curso determinado.

En otras ocasiones, se desea no solamente cuantificar la relación existente, sino también el signo de tal relación. Un conjunto de símbolos utilizados en este caso puede ser el siguiente:

Relación fuerte positiva: círculo lleno ●

Relación débil positiva: círculo vacío ○

Relación débil negativa: cruz sencilla ✕

Relación fuerte negativa: asterisco *

DIAGRAMA MATRICIAL EN “A”

Es un formato consistente en un caso particular de DM en L. Se utiliza para representar las relaciones existentes entre los elementos de un único conjunto de factores, conjunto A. Sería perfectamente sustituible por una matriz en L en la que tanto filas como columnas fuera el mismo conjunto A.

El motivo de utilizar es permitir realizar dos Análisis Matriciales de forma simultánea, un análisis para dos factores mediante una matriz en L, y un análisis para un único factor mediante una matriz en A sobre puesta a uno de los lados de la matriz en L.

Como veremos más adelante, debido a la forma característica de esta ordenación de dos matrices (una en A sobre otra en L) existe una matriz que suele conocer como “casa de la Calidad”

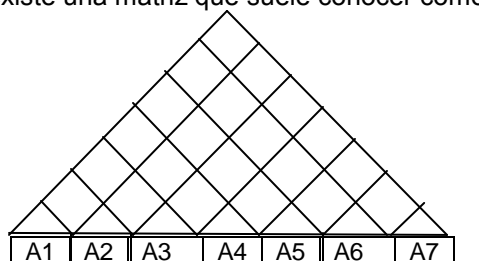


FIGURA V-5 MATRIZ TRIANGULAR O EN “A”

DIAGRAMA MATRICIAL EN “T”

Es el formato correspondiente a la combinación de dos Diagramas matriciales en L. Se utiliza para representar las relaciones existentes entre dos conjuntos de factores distintos, conjunto A y conjunto B con un tercer conjunto de factores, conjunto C.

Son matrices clásicas para el análisis de causas (conjunto C), de fallos (conjunto A) y origen de las causas (conjunto B). Con esta disposición, las causas ocupan el trazo vertical de la T y los fallos y el origen de las causas el trazo horizontal.

En este tipo de diagrama podemos determinar la interacción existente entre los elementos del conjunto A y los del conjunto C así como los del conjunto B y los del conjunto C.

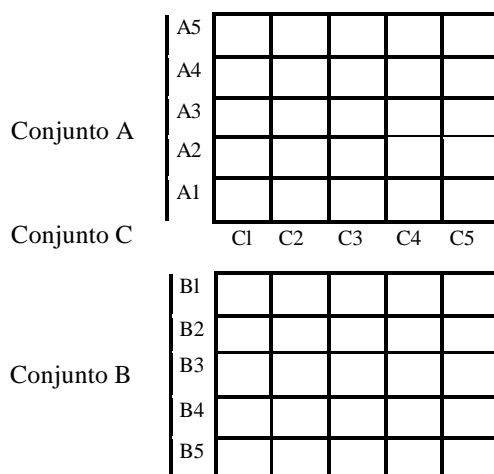


FIGURA V-6 Diagrama Matricial en T

DIAGRAMA MATRICIAL EN “Y”

Es el formato correspondiente a la combinación de tres DM en L. Se utiliza para representar las relaciones existentes entre tres conjuntos de factores distintos: conjunto A, conjunto B y conjunto C. En este tipo de diagrama podemos determinar la interacción existente entre los elementos del conjunto A y los del conjunto B, los del conjunto A y los del conjunto C y los del conjunto B con los del conjunto C.

Es una generalización de la matriz en T con la ventaja respecto a ésta, de que es posible analizar las relaciones existentes entre los conjuntos situados en el trazo horizontal de la T.

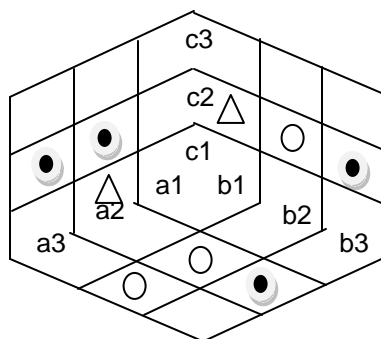


Figura V-7 Diagrama Matricial en Y



DIAGRAMA MATRICIAL EN “X”

Es un formato menos utilizado que los anteriores. Se utiliza para mostrar la interacción existente entre cuatro conjuntos A, B, C, D. En parejas AB, AD, CD, BC.

					D4					
					D3					
					D2					
					D1					
C5	C4	C3	C2	C1		A1	A2	A3	A4	A5
					B1					
					B2					
					B3					

FIGURA V-8 Diagrama Matricial en X

Se puede generalizar el método a matrices para representar mayor número de relaciones:

Matriz en “C2”: matriz para tres conjuntos, A, B y C, que permite representar las interacciones entre los tres factores haciendo uso del espacio tridimensional.

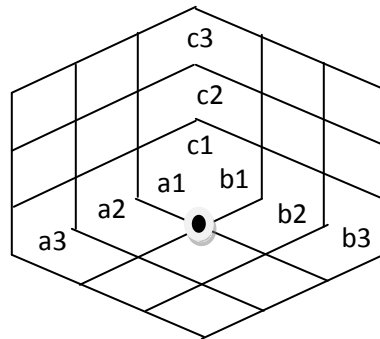


Figura V-9 Diagrama matricial en C

Matriz en “P”: matrices en pentágono para cinco conjuntos A, B, C, D y E.

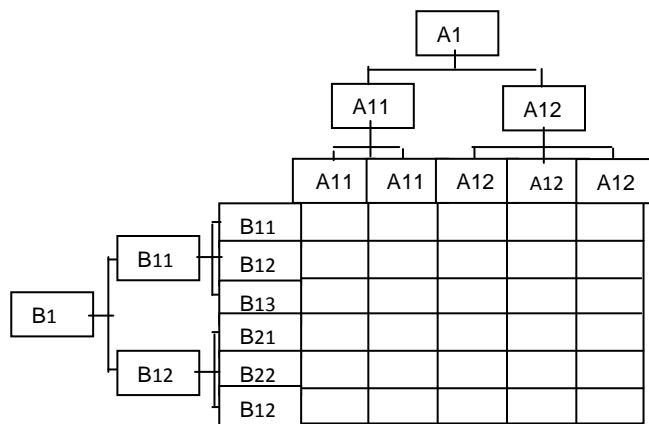
Sin embargo hay que recordar que el objetivo primordial del diagrama de Matricial es la representación sencilla de las relaciones existentes entre una serie de conjuntos de ideas. Cuando mayor sea el número de factores analizados simultáneamente, mayor será la complejidad del diagrama. Cuando sea necesario analizar las relaciones entre un número grande de conjuntos, suele ser más práctico realizar un método secuencial de análisis de los conjuntos tomados dos a dos.

CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA MATRICIAL

1. GENERACIÓN DE LOS CONJUNTOS A COMPARAR



El diagrama matricial es por lo general una herramienta que se utiliza como paso posterior a los resultados obtenidos previamente mediante otra herramienta, por ejemplo el Diagrama de Árbol.



En estos casos, los conjuntos a comparar coincidirán con la última fila (la de más adelante) del diagrama de Árbol.

Figura V-10 Diagrama Matricial y de Árbol

En caso de que no se haya utilizado otra herramienta con anterioridad, se pueden determinar los conjuntos a analizar utilizando el proceso de tormenta de ideas.

2. DETERMINACIÓN DEL FORMATO DE LA MATRIZ

Elegir de entre los formatos existentes: matriz en L, en T, en X, en C, etc., la matriz idónea para el análisis en particular. En principio, el número de conjuntos que participan en el análisis sería el factor más influyente a la hora de elegir un tipo de matriz u otro. No obstante, ya hemos mencionado la posibilidad de realizar un análisis secuencial por etapas en el que se considerarían los conjuntos de dos en dos o de tres en tres, etc.

3. SITUAR LOS CONJUNTOS EN LOS EJES DE LA MATRIZ (FILAS Y COLUMNAS O LO QUE SEA APROPIADO PARA CADA TIPO DE MATRIZ).

Si los elementos constituyentes de los conjuntos provienen de un Diagrama de Árbol, se pueden utilizar directamente las mismas tarjetas autoadhesivas.

4. SELECCIONAR LOS SÍMBOLOS A UTILIZAR

Ya hemos mencionado una serie de símbolos que son los más utilizados. Por lo general el equipo debe elegir entre los existentes o “inventar” los símbolos más adecuados para el análisis. En la siguiente tabla se muestra un conjunto posible de símbolos para su utilización en función de los distintos análisis que se desee realizar. Independientemente del conjunto de símbolos seleccionados, es necesario asegurarse de que están puestos por escrito, así como su significado y que es entendido por todos los miembros del equipo.

	SÍMBOLOS				
Análisis upo	●	○	△	✕	*
Relación	Fuerte	Moderada	Débil		
Relación con signo	Fuerte positiva	Débil positiva		Débil negativa	Fuerte negativa



Responsabilidad	Principal	Secundaria	Informado		
Criticidad	El más crítico	Más crítico	Crítico		
Proceso de ensayo	Ensayo realizándose	Ensayo planificado	Posible ensayo		

Tabla V-I Símbolos Utilizados en los Diagramas Matriciales

5. REGISTRO DE LAS RELACIONES DE LA MATRIZ.

Pasar revista a todas las intersecciones incluyendo el símbolo adecuado.

6. ANÁLISIS

El análisis de un diagrama Matricial consiste fundamentalmente en identificar la existencia de pautas:

1. elementos de un conjunto sin relación con los del otro: filas o columnas son símbolos o con símbolos pertenecientes a relaciones débiles.
2. elementos de un conjunto con una relación muy fuerte con los del otro: filas o columnas con muchos símbolos pertenecientes a relaciones fuertes.
3. zonas de fuerte relación o de débil relación entre conjuntos de elementos.

Las conclusiones de este análisis dependerán del tipo de matriz utilizada. Con objeto de ilustrar el proceso de análisis vamos a enfocar nuestra atención en una matriz en L muy utilizada. Esta matriz es aquella en la que las filas se encuentran ocupadas por el conjunto de las exigencias o calidad demandada por los clientes de un producto y las columnas son el conjunto de características de calidad necesarias para satisfacer las exigencias o calidad demandada.

CASO A: una columna no dispone de ningún símbolo.

En este caso correspondería a una característica de calidad que no está relacionada con ninguna exigencia o expectativa del cliente.

Es necesario analiza si es posible prescindir de esta característica, que requiere unos recursos para generarla y parece que no añade valor al producto frente al cliente

CASO A		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	●	○		○			○	△		△
	A2		●				○		●	○	
	A3	●	△			●		△		-	△
	A4	△	△					●		●	
	A5	△	○		●		○			○	△
	A6		●		△		△		△		
	A7	○					●			●	
	A8		○			●	△		○	△	●
	A9	△	●					○		△	○



	A10		○		●		△		○	△
--	-----	--	---	--	---	--	---	--	---	---

CASO B: una fila no dispone de ningún símbolo.

En este caso correspondería a una exigencia de calidad para la que no existe ninguna característica de calidad que la satisfaga.

Es necesario desarrollar una o más características de calidad cuyo objetivo sea satisfacer la exigencia.

CASO B		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C A35DAD DEMANDA	A1	●	○		○			○	△		△
	A2		●	●			○		●	○	
	A3	●	△	○		●		△			△
	A4										
	A5	△	○	●	●		○			○	△
	A6		●		△		△		△		
	A7	○					●			●	
	A8		○	●		●	△		○	△	●
	A9	△	●	○				○		△	○
	A10		○			●		△		○	△

CASO C: una fila no dispone de ningún símbolo correspondiente a la relación fuerte.

En este caso correspondería a la inexistencia de características de calidad que fueran de importancia a la jora de satisfacer una exigencia de calidad determinada.

Es necesario desarrollar una o más características de calidad cuyo objetivo sea satisfacer la exigencia.

CASO C		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	●	○		○			○	△		△
	A2		●	●			○		●	○	
	A3	●	△			●		△			△
	A4				△		△			△	
	A5	△	○	●	●		○			○	△
	A6		●		△		△		△		
	A7	○					●			●	
	A8		○	●		●	△		○	△	●



A9	△	●	○				○		△	○
A10		○			●		△		○	△

CASO D: una columna sólo dispone de símbolos de relación, débil.

En este caso correspondería a una característica de calidad que no tiene relaciones fuertes ni moderadas con ninguna exigencia o expectativa del cliente.

Es necesario analizar si es posible prescindir de esta característica, que requiere unos recursos para generarla y parece que es mínimo el valor que añade al producto frente al cliente.

CASO D		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	●	○		○			○	△		△
	A2		●	△			○		●	○	
	A3	●	△			●		△		-	△
	A4	△	△	△				●		●	
	A5	△	○		●		○			○	△
	A6		●		△		△		△		
	A7	○		△			●			●	
	A8		○			●	△		○	△	●
	A9	△	●					○		△	○
	A10		○	△		●		△		○	△

CASO E: una fila está completamente llena. Es necesario analizar si en realidad se trata de una exigencia demandada que pertenece a un nivel de jerarquía (en un Diagrama de Árbol) superior al del resto de las exigencias relacionadas en el Diagrama matricial.

También es necesario analizar si a la hora de asignar los distintos símbolos se han tenido en cuenta conceptos distintos de los de calidad, por ejemplo costes.

CASO E		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	●	○		○			○	△		△
	A2		●	●			○		●	○	
	A3	●	△			●		△			△
	A4	△	△					●		●	
	A5	△	○	●	●		○			○	△
	A6		●		△		△		△		
	A7	○	●	○	●	△	●	△	●	●	△
	A8		○	●		●	△		○	△	●



A9	△	●	○				○		△	○
A10		○			●		△		○	△

CASO F: una columna está completa.

Es el mismo caso que el caso E aplicado a una característica de calidad.

CASO F		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	●	○	●	○			○	△		△
	A2		●	○			○		●	○	
	A3	●	△	○		●		△			△
	A4	△	△	●				●		●	
	A5	△	○	○	●		○			○	△
	A6		●	●	△		△		△		
	A7	○		●			●			●	
	A8		○	○		●	△		○	△	●
	A9	△	●	○				○		△	○
	A10		○	●		●		△		○	△

CASO G: mucha cantidad de relaciones débiles.

La importancia de las características de calidad a la jora de satisfacer la calidad demandada es muy difusa.

Es necesario revisar el procedimiento mediante el que se ha llegado a la construcción de esta matriz, en particular en lo que respecta a los grados de importancia o relación.

CASO G		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	△	○	●	○		△	○	△	○	△
	A2	△		○	△	△	○	△		○	△
	A3		△	○	○	△		△	△	○	△
	A4	△	△	●		△	△	△	△	●	
	A5	△	○	○			○			○	△
	A6		△	△	△		△	△	△		△
	A7	○		△	○		△		○	△	○
	A8		○	○	△	●	△		○	△	
	A9	△		○	△	△	△	○	△	△	○



	A10		○	●	△	△		△	△	○	△
--	-----	--	---	---	---	---	--	---	---	---	---

CASO H: las relaciones se presentan en una línea diagonal.

Esta pauta es síntoma de que en el conjunto de la calidad demandada se han incluido elementos que son en realidad característicos de calidad. Hay que recordar que la calidad demandada es el conjunto de “la voz del cliente” expresada en los mismos o parecidos términos en los que el cliente se expresó.

CASO G		CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD									
		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
DEMANDA CALIDAD	A1	○	○								
	A2		●	●							
	A3			●							
	A4			○	●						
	A5				●	○					
	A6					○	●				
	A7						○	○			
	A8								●	●	
	A9								○	●	○
	A10									○	●



LA CASA DE LA CALIDAD

Es uno de los diagramas Matriciales más difundido y utilizado. Constituye la matriz A-1 del desarrollo del QFD de acuerdo con la metodología GOAL/QPC (Growth Opportunity Alliance of Lawrence) o la matriz de “planificación del producto” de acuerdo con la metodología ASI (American Supplier Institute).

No es objeto de esta unidad Didáctica tratar el QFD, ni siquiera de forma rudimentaria. Sin embargo, debido a que esta matriz es la que mejor ilustra, desde el punto de vista de la ingeniería de la calidad, la fuerza y utilidad del Diagrama Matricial vamos a exponer de su construcción. Para ello utilizaremos el mismo ejemplo de la figura V-2.

	Peso porción	% nutriente	% carbohidratos	Tiempo de preparación	N° platos requeridos	Coste ingredientes	N° ingredientes	Padres	hijos	Media	Nosotros	Competidor 1	Competidor 2	ideal	Factor mejora	Argumento ventas	Peso absoluto	Peso relativo
Multiplicador																		
Dirección mejora																		
Sacia el apetito	●	△	○															
Es nutritivo	△	●	△			○												
Tiene buen gusto		△	●	△		○												
Sencillo preparar				●	○	△	○											
Sencillo limpiar				△	●		○											
Esa barato	△	△	△			●												
Poco desperdicio				○	○		●											
Importancia de los COMO																		
Comparación técnica																		
Nosotros																		
Competidor 1																		
Competidor 2																		
Comida ideal																		

Figura V-11 la casa de la calidad.

En la figura V-11 se muestra la fase inicial de la construcción de la casa de Calidad. Vemos que es una matriz que en parte es coincidente con lo expuesto en la figura V-2.



Esta parte coincidente está compuesta en primer lugar del conjunto de exigencias o expectativas en materia de calidad de los clientes. Los elementos de este conjunto configuran las primeras filas de la matriz. Comúnmente a este conjunto se le denomina los “Qué”. (¿Qué exijo como cliente a este producto?).

En segundo lugar tenemos el conjunto de características de calidad que intentan satisfacer las expectativas anteriores. A este conjunto lo denominamos los “Cómo” (¿Cómo satisfago como suministrados de los distintos Qué?).

En tercer lugar se ha escrito los símbolos correspondientes a las distintas relaciones existentes entre los elementos del conjunto “Cómo” y los del conjunto “Qué”.

A demás aparecen una serie de filas y columnas nuevas. A partir de este momento describiremos su cumplimiento y el objetivo que buscan.

1º) en el ejemplo, la determinación de las expectativas de los clientes se realizó a partir de los resultados de una encuesta que se realizó a los usuarios del local de comida rápida. En esa encuesta se solicitaba que categorizaran a las distintas expectativas utilizando una escala de 1 a 5 (el valor 5 para la expectativa más importante y el 1 para la expectativa de menos importancia).

Además, sabiendo que era necesario estratificar la muestra (las opciones de los padres que acudían al local difería de la de los hijos en cuanto a sus expectativas respecto la comida) la encuesta pedía que se identificaran los encuestados en dos categorías: Padres e Hijos.

En la columna encabezada como “padres” se registran los valores correspondientes a las valorizaciones medias obtenidas por las distintas expectativas por los encuestados padres.

En la columna encabezada como “hijos” se registran los resultados correspondientes a los encuestados hijos. Vemos que ambas valoraciones son casi coincidentes, excepto como se podía esperar, en las expectativas “es nutritivo” y “tiene buen gusto” que están cambiadas.

Además, teniendo en cuenta que el peso a la hora de decidir el lugar donde comer, es mayor en los padres que en los hijos, se ha asignado un valor ponderativo de 0.7 a la valoración dada por los padres y un 0.3 a la dada por los hijos.

El resultado de multiplicar la columna padres por 0.7 es sumado al resultado de la columna Hijos por 0.3, y el resultado de la suma se registra en la columna media. En la figura V-12 se pueden observar los resultados.

	Peso porción	% nutriente	% carbohidratos	de Tiempo preparación	N° platos requeridos	Coste ingredientes	N° ingredientes	Padres	hijos	Media	Nosotros	Competidor 1	Competidor 2	ideal	Factor mejora	Argumento ventas	Peso absoluto	Peso relativo
FUERTE: ○ (9) MODERADO: ● (3) DEBIL: △ (1)																		
Multiplicador								0,7	0,3									
Dirección mejora																		
Sacia el apetito	●	△	○					5	5	5								
Es nutritivo	△	●	△			○		4	2	3,4								
Tiene buen gusto		△	●	△		○		3	4	3,3								
Sencillo preparar			△	●	○	△	○	4	3	3,								



				△	●		○	2	2	7									
Sencillo limpiar				△	●		○	2	2	2									
Esa barato	△	△	△			●		1	1	1									
Poco desperdicio				○	○		●	2	3	2, 3									

Figura V-12 la casa de la calidad. Valoración de os clientes

2º) se representa la variación hecha por el mercado de nuestro producto y de la competencia (en este caso dos competidores) respecto la satisfacción de las expectativas de los clientes. Para ello posiblemente sea necesario realizar distintas investigaciones, utilizando de revistas especializadas, etc. Se utiliza la misma escala anterior del 1 al 5.

Los valores obtenidos se encuentran reflejados en las columnas “Nosotros”, “competidor 1” y competidor 2”.

En la columna “comida ideal” se encuentra reflejado el objetivo que aspira alcanzar el local. Podríamos llamarla columna “objetivo” o columnas “planificar”. Este objetivo se debe fijar en función de la situación actual de la empresa con respecto a la competencia y del peso que el mercado da a cada elemento. Es necesario ser realista y no intentar abordarlo todo al mismo tiempo.

FUERTE: ○ (9) MODERADO: ● (3) DEBIL: △ (1)	Peso porción	% nutriente	% carbohidratos	de Tiempo preparación	Nº platos requeridos	Coste ingredientes	Nº ingredientes	Padres	hijos	Media	Nosotros	Competidor 1	Competidor 2	ideal	Factor mejora	Argumento ventas	Peso absoluto	Peso relativo
								0, 7	0, 3									
Multiplicador																		
Dirección mejora																		
Sacia el apetito	●	△	○					5	5	5	2	3	4	4				
Es nutritivo	△	●	△			○		4	2	3, 4	3	3	2	3				
Tiene buen gusto		△	●	△		○		3	4	3, 3	2	3	4	4				
Sencillo preparar			△	●	○	△	○	4	3	3, 7	2	1	4	3				
Sencillo limpiar				△	●		○	2	2	2	2	3	5	3				
Esa barato	△	△	△			●		1	1	1	4	3	1	3				
Poco desperdicio				○	○		●	2	3	2, 3	2	3	4	3				

Figura V-14 la casa de la calidad. Valoración del mercado

El siguiente paso es establecer el porcentaje o factor de mejora necesario para alcanzar el objetivo previsto a partir de la situación actual. Existen distintas formas de calcularlo. Una sería dividir la situación objetivo por la situación actual. Por ejemplo, para la expectativa “sacia el apetito” el valor objetivo es 4 y el valor de partida, situado en la columna “nosotros” es 2.

El factor de mejora sería $4/2 = 2$, es decir un 200%. No son realistas factores de mejora iguales o superiores a 2.

Otra forma de establecer el factor de mejora es dividir la diferencia entre el valor objetivo y el valor actual por el máximo valor alcanzable:

Factor de mejora = (mejora /valor máximo alcanzable) = (valor objetivo – valor actual)/



Valor máximo alcanzable

En este caso, para la misma expectativa “nos llena”, el factor de mejora sería

$$0,4 = (4-2)/5$$

Los factores de mejora calculados se registran en la columna “factor de mejora”.

A continuación se identifican aspectos de innovación o de diferenciación respecto a la competencia que puedan ser objeto de publicidad y constituyan un argumento potenciador de las ventas. A estos aspectos se le multiplicara por un factor igual a:

1.5 para aspectos muy importantes

1.2 para aspectos secundarios

1 para el resto

El resultado de esta identificación se registra en la columna “argumento de venta”.

El siguiente paso es calcular el producto siguiente:

(“media”) (“Factor de Mejora” + 1) (“argumento de venta”)

$$(5)(0.4+1)(1.5) = 10.5$$

$$(3.4)(1+0)(1.0) = 3.4$$

El resultado de estos productos correspondería al peso absoluto de cada expectativa de los clientes, y se registra en la columna “peso absoluto”.

La suma de la columna de pesos absolutos es 29.8. Tomando este valor como total, se convierten los valores de la columna “peso absoluto” a valores relativos dividiendo por 29.8. Los resultados se registran en la columna “peso relativo” (se han redondeado los resultados a números enteros). La última columna nos proporciona la ordenación en importancia de los Qué.

FUERTE: ○ (9) MODERADO: ● (3) DEBIL: △ (1)	Peso porción	% nutriente	% carbohidratos	Tiempo de preparación	N° platos requeridos	Coste ingredientes	N° ingredientes	Padres	hijos	Media	Nosotros	Competidor 1	Competidor 2	ideal	Factor mejora	Argumento ventas	Peso absoluto	Peso relativo
Multiplicador								0,7	0,3									
Dirección mejora																		
Sacia el apetito	●	△	○					5	5	5	2	3	4	4	0,4	1,5	10,5	3,5
Es nutritivo	△	●	△			○		4	2	3,4	3	3	2	3	1	1	3,4	1,1
Tiene buen gusto		△	●	△		○		3	4	3,3	2	3	4	4	0,4	1	4,6	1,5
Sencillo preparar			△	●	○	○	○	4	3	3,7	2	1	4	3	0,2	1,2	5,3	1,8
Sencillo limpiar				△	●		○	2	2	2	2	3	5	3	0,2	1	2,4	8
Esa barato	△	△	△			●		1	1	1	4	3	1	3	0,2	1	0,8	3



Poco desperdicio				○	○	●	2	3	2,3	2	3	4	3	0,2	1	2,8	9	5
------------------	--	--	--	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	-----	---	-----	---	---

Figura V-15 la casa de la calidad. Ordenación de los Qué

3°) por ultimo vamos a complementar la parte inferior de la matriz. Los primero será calcular el peso total correspondiente a cada característica (Cómo). Para ello multiplicaremos para cada columna, el valor asociado a los símbolos que se encuentren en la columna por el valor obtenido en la columna “peso relativo”.

Los pesos asociados a los símbolos son los que se encuentran entre paréntesis:

Fuerte: (9) Moderado: (3) Débil: (1)

Para la primera característica “peso de la porción”, el cálculo sería:

$$9(0.35) + 1(0.11) + 1(0.03) = 3.29$$

Para la segunda característica “% nutriente requerido”, el mismo calculo:

$$1(0.35) + 9(0.11) + 1(0.03) = 1.52$$

Repitiendo el cálculo para todas las columnas, obtendríamos los pesos absolutos de todas las características. Los valores obtenidos son:

Característica	Peso Absoluto	Peso Relativo
Peso de la Porción	3.29	25
% Nutriente Requerido	1.52	11
% Carbohidratos	2.78	20
Tiempo preparación	2.13	13
N° platos	1.55	11
Coste ingredientes	1.23	9
N° ingredientes	1.62	11

Los pesos relativos se han calculado como cada peso absoluto dividido por la suma de todos los pesos absolutos. Estos pesos relativos nos permitirán establecer un orden a la hora de atacar las mejoras en las características de calidad. Estos pesos relativos se registran en la fila “importancia de los ¿Cómo?”.

A continuación se valoran las distintas características en la ya conocida escala de 1 a 5, tanto para los productos nuestros como los de la competencia, que dando reflejados en las filas “nosotros”, “competidor 1” y “competidor 2”. Por último, en la fila “comida ideal” se registra el objetivo a alcanzar por el local de comida rápida, en lo que respecta a características de calidad.

En la figura V.16 se refleja el resultado. Por último se realiza el “tejado de la casa de la Calidad. Es la matriz que estudia las interrelaciones entre las características de calidad con objeto de estudiar la existencia de interrelaciones positivas (la mejora de una característica contribuye a empeorar otras). Los diseños de experimentos ayudan a resolver las interrelaciones negativas, seleccionando el conjunto de características que proporcionan el mejor resultado global.

En la figura V-17 se muestra el tejado. En el gráfico se observa que el contenido de carbohidratos y el coste de los ingredientes se encuentran correlacionados de forma fuerte y positiva, mientras que los requisitos de nutrientes es una característica que se encuentra fuertemente correlacionada negativamente con el porcentaje de carbohidratos y con el coste de los ingredientes.

Existen además otras relaciones débiles, tanto positivas como negativas, entre otras características.



	Peso porción	% nutriente	% carbohidratos	Tiempo de preparación	N° platos requeridos	Coste ingredientes	N° ingredientes	Padres	hijos	Media	Nosotros	Competidor 1	Competidor 2	ideal	Factor mejora	Argumento ventas	Peso absoluto	Peso relativo
FUERTE: ○ (9) MODERADO: ● (3) DEBIL: △ (1)																		
Multiplicador								0,7	0,3									
Dirección mejora																		
Sacia el apetito	●	△	○					5	5	5	2	3	4	4	0,4	1,5	10,5	3,5
Es nutritivo	△	●	△			○		4	2	3,4	3	3	2	3	1	1	3,4	1,1
Tiene buen gusto		△	●	△		○		3	4	3,3	2	3	4	4	0,4	1	4,6	1,5
Sencillo preparar			△	●	○	○	○	4	3	3,7	2	1	4	3	0,2	1,2	5,3	1,8
Sencillo limpiar				△	●		○	2	2	2	2	3	5	3	0,2	1	2,4	8
Esa barato	△	△	△			●		1	1	1	4	3	1	3	0,2	1	0,8	3
Poco desperdicio				○	○		●	2	3	2,3	2	3	4	3	0,2	1	2,8	9
Importancia de los COMO	25	11	20	13	11	9	11											
Comparación técnica																		
Nosotros	2	3	2	2	2	4	2											
Competidor 1	3	3	3	1	3	3	3											
Competidor 2	4	2	4	4	5	1	4											
Comida ideal	Igual competidor 2	Los nuestros	Igual competidor 2	un 10% menos que los nuestros	2 utensilios	igual competidor 1	igual competidor 1											

Figura V-16 la casa de la calidad. Ordenación de los Cómo



FUERTE(+): ● DÉBIL (+): ○ DÉBIL (-): ✕ FUERTE (+):*

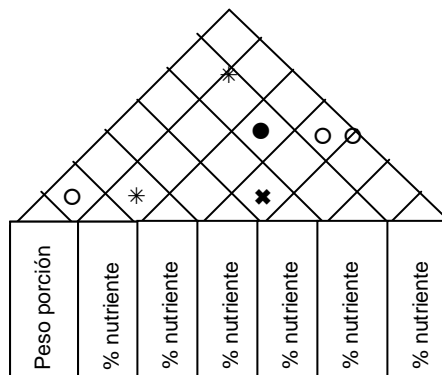


Figura V-17 el tejado de la casa de la calidad.

Existen muchas situaciones en la que la utilización de un Diagrama Matricial es útil. Veamos un ejemplo relacionado con la utilización por parte de una empresa del diagrama matricial en la preparación de una auditoria de sistemas de Calidad.

Esta empresa estaba preparando la auditoria de un sistema de Calidad en breve iba a realizar un importante cliente. La empresa disponía de un sistema de calidad puesto en marcha hacía seis años y la duda radicaba si el sistema implantado era capaz de cubrir las exigencias del cliente. Estas exigencias se centraban en cumplir la norma internacional de sistema de calidad ISO 9001.

Se plantaba pues establecer una comparación entre los elementos existentes (documentados e implantados) y los elementos exigidos por la norma ISO 9001. Con objeto de que esta comparación fuera metódica, evitando olvidos o malentendidos, se utilizó un Diagrama Matricial. En este diagrama, los requisitos de la norma ISO 9001 serían los Qué. Mientras que los elementos existentes del sistema de calidad configurarían los Cómo.

Una vez que se creó la matriz (ver figura V-18), se formó un equipo conformado por personas pertenecientes a todos los departamentos de la empresa al que se le encargo la tarea de determinar las relaciones reales existentes entre los Qué y los Cómo mencionados.

Los miembros seleccionados del equipo eran personas que tenían amplio conocimiento, tanto de las áreas que representaban como de los procedimientos del sistema implantado.

El equipo identificó cada uno de los requisitos de la norma ISO 9001 y evaluó el grado de adecuación y cumplimiento de los procedimientos escritos ya implantados.

Este grado de cumplimiento, que podía relacionarse con la utilidad del procedimiento en cuestión en satisfacer el requisito de la norma, se categorizó con el mismo criterio utilizado en los Diagramas Matriciales: fuerte, moderado y débil.



La matriz resultado mostró que en general se encontraban cubiertos los requisitos de la norma, aunque era necesario reforzar los correspondientes a formación, control de productos suministrados por el cliente y el servicio post venta.

Relación Fuerte: círculo lleno: ● Relación Moderada: círculo vacío: ○ Relación Débil: Triángulo: △	Manual de Calidad	Procedimientos intentos	Manual Control de Procesos	Procedimientos de Inspección	Manual de Calidad de Laboratorios	Instrucciones Control de Calidad	Manual Laboratorio Metrología	Programa Interno de Clientes	Procedimientos de Ingeniería	Manual Departamento Ventas	Manual Control Estadístico Procesos	Proceso Satisfacción de Clientes
4.1 Responsabilidad de la Dirección	●	●	△	○		△		△		△		△
4.2 Sistema de Calidad	●	●	●	○		○		○				○
4.3 Revisión del Contrato		○	○							●		○
4.4 Control del Diseño	●	●							●			○
4.5 Control de documentos y datos	○	○	●		○	△			△		△	
4.6 Compras		△	○			△		●		●		
4.7 Control producto suministrados cliente	○	○										
4.8 Identificación/trazabilidad del producto	○	△	△	○	○	○	○	○	○			
4.9 Control de procesos	●	●	●	●	△	●	○		●		○	
4.10 Inspección y ensayo	△	○	●	●	△	○	●		●		○	
4.11 Equipos de inspección, medición y ensayo	△	△	○	●	○	○	○				○	
4.12 Estado de inspección y ensayo	○	○	○	○	○	○	○				○	○
4.13 Control de material no conforme	△	●		●	△	○	○	○				
4.14 Acciones preventivas y correctoras	○	●	●	●	●	●	○	●			●	●
4.15 Manipulación, almacenamiento,		●		△		○						○
4.16 Registros de calidad	○	●	△	△	○	●	○	○	○	○	●	
4.17 Auditoría interna de calidad	○	○						●				○
4.18 Formación	△	○	△						○			
4.19 Servicio post-venta	△				△							●
4.21) Técnicas estadísticas		○	△	△		●		△	○		●	

Figura V-18 Diagrama Matricial para los elementos de un Sistema de Calidad.



DIAGRAMA PROCESO DE DECISIÓN

El diagrama del proceso de Decisión (DPD) (Process Decision Program Chart, PDPC) es una herramienta cuyo objetivo es identificar y representar todos los acontecimientos y contingencias posibles que pueden. Que pueden suceder cuando en el proceso de resolución de un problema nos dirigimos desde la etapa de planteamiento del mismo hasta la de puesta en práctica de su posible solución.

La utilización del DPD permite analizar, de forma sistemática, la existencia de acontecimientos no deseados y desarrollar las medidas específicas para evitar los riesgos asociados a dichos acontecimientos.

El DPD debe entenderse como una herramienta, no solamente útil para anticiparse a las dificultades evitando que ocurran, sino que también tiene utilidad para proporcionar armas con las que luchar contra estas dificultades cuando se presentan.

EL CICLO PDCA

El ciclo PDCA (plan, planificar; Do, realizar; Check, comprobar; Act, actuar) es una libre adaptación japonesa del “ciclo de la rueda de Deming”. Mientras esta segunda resalta la importancia de la interacción entre las actividades relativas al estudio de mercados, planificación, fabricación y ventas, el Ciclo PDCA afirma implícitamente que se puede mejorar cualquier proceso, tanto de gestión como de fabricación.

En Japón, el ciclo PDCA ha sido utilizado desde su inicio como una metodología de mejora continua, aplicándose a todo tipo de situaciones. Esta versión del ciclo, de acuerdo con la figura VI-1, está basada en la subdivisión del trabajo entre mandos, operarios e inspectores.

En este ciclo:

PLANIFICACIÓN: la dirección toma conciencia de la situación actual real mediante la recogida y el análisis de datos. En base a estos análisis, desarrolla un plan de mejora.

REALIZACIÓN: Los operarios son los responsables de llevar a la práctica el plan de mejora.

COMPROBACIÓN: los inspectores de la organización de calidad comprueban si las acciones de mejora permiten alcanzar los objetivos planificados.

ACCIÓN: la dirección analiza los resultados, tomando medidas para implantar los programas que han conseguido los objetivos planificados haciendo que las mejoras sean permanentes y tomando acciones correctoras en caso de que los resultados fueran no satisfactorios.

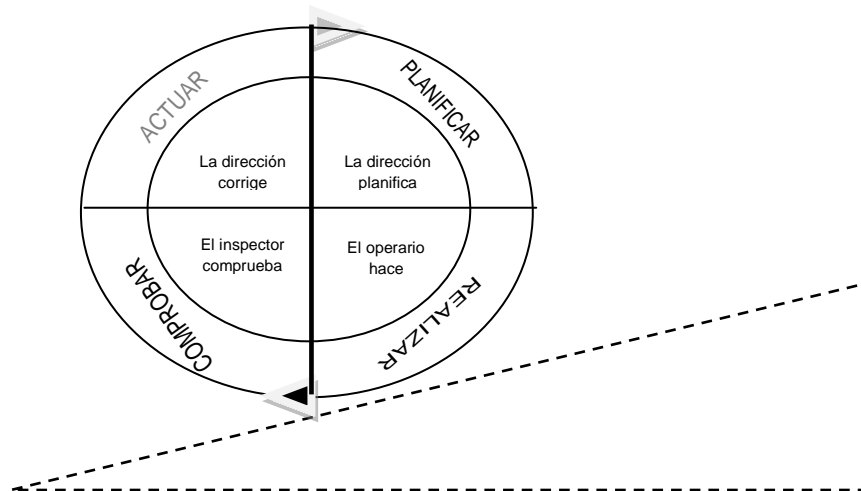


FIGURA VI-1 Ciclo PDCA Original

Cuando se puso en práctica el ciclo PDCA original se descubrió la existencia de un importante aspecto del mismo: toda la acción era retrospectiva no existiendo la planificación de acciones preventivas. Este ciclo fue modificado para introducir dichas acciones. En este nuevo ciclo:

PLANIFICACIÓN: la dirección es responsable de la planificación de la mejora utilizando las metodologías y las herramientas de la calidad total.

REALIZACIÓN: los operarios aplican la metodología de mejora a su área de trabajo específica, aplicando el ciclo PDCA completo.

COMPROBACIÓN: la dirección y los inspectores verifican los resultados obtenidos durante mediante inspecciones y auditorías.

ACCIÓN: la dirección hace correcciones si es necesario y normaliza métodos con éxito.

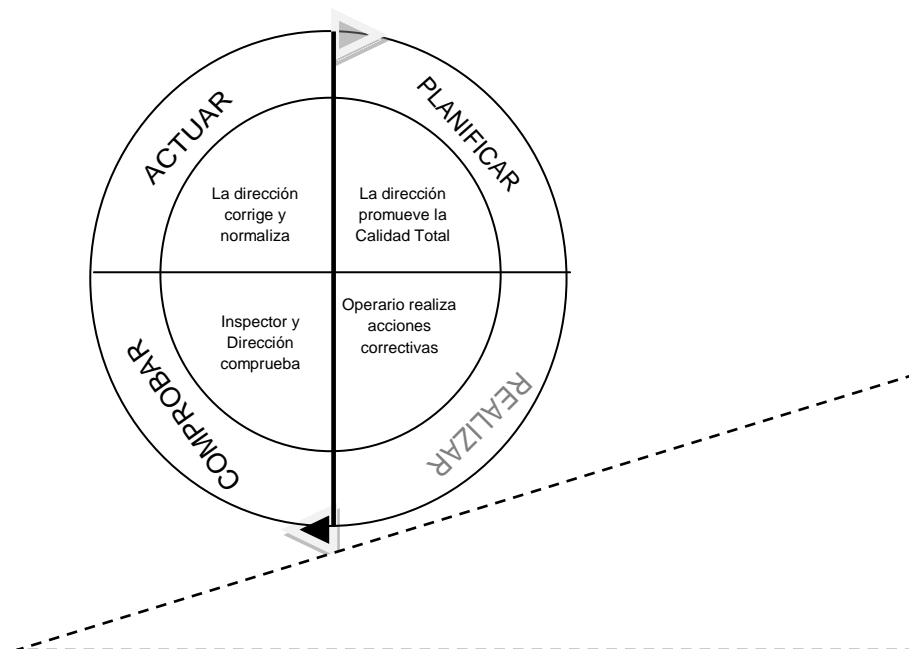


Figura VI-2 Ciclo PDCA Modificado



Para Ishikawa, el ciclo PDCA (que él denomina “circulo de control”) es obra del Japón, que partiendo de la descripción del término “control” dada por Taylor (planificar, realiza y observa), lo desarrollaron y ampliaron a seis categorías:

PLANIFICACIÓN:

- Determinación de objetivos cuantificadores.
- Identificación de los métodos necesarios para alcanzar los objetivos.

REALIZACIÓN:

- Formación y adiestramiento.
- Llevar a la práctica lo aprendido en el puesto de trabajo.

COMPROBACIÓN:

- Comprobar los efectos de la puesta en práctica.

ACCIÓN:

- Adoptar las acciones más adecuadas

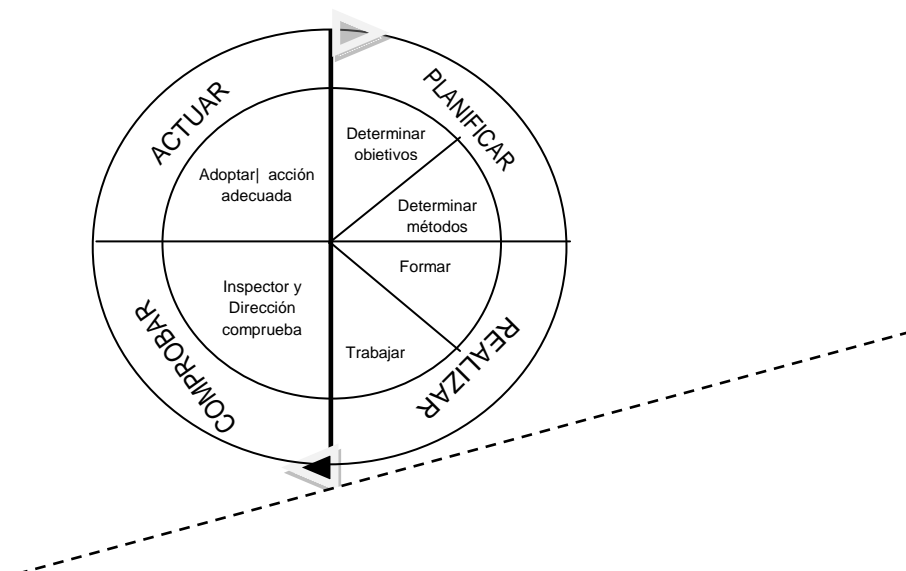


Figura VI-3 Circulo de control. Circulo de PDCA de Ishikawa

Según Deming, el creador del concepto del ciclo PDCA fue W. A. Shewhart, quien hizo público su modelo en 1939, presentando este concepto en los años 50 en el Japón. En este modelo:

PASO 1:

- En base a los resultados obtenidos, determinación de qué cambios son deseables.
- Planificación de los cambios considerados deseables.

PASO 2:

- Llevar a la práctica los cambios planificados, preferiblemente a pequeña escala.

PASO 3:

- Observar los efectos del cambio.

**PASO 4:**

- Estudiar los resultados.

PASO 5:

- Repetir paso 1 con conocimientos acumulados en los pasos del 1 al 4.

PASO 6:

- Repetir paso 2,

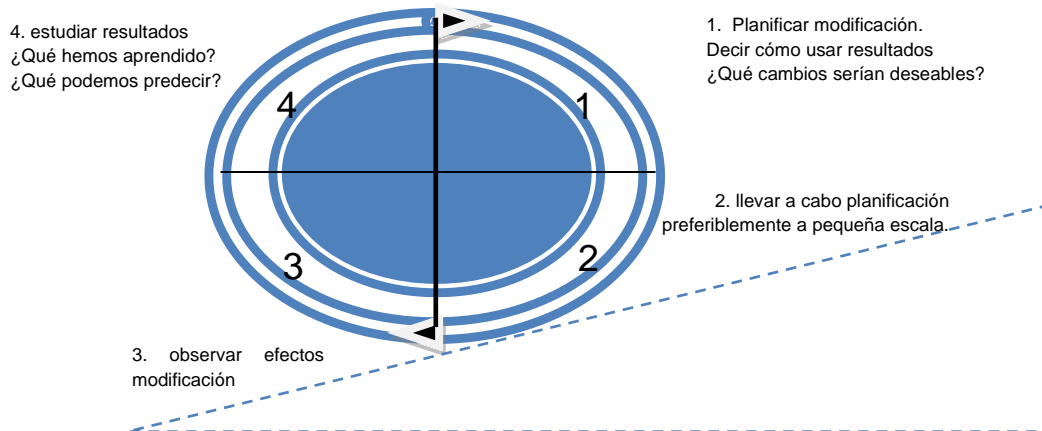


Figura VI-4. Circulo de Shewart

El principio en el que se basa el DPD es que, por lo general, el camino seguido en la consecución de cualquier objetivo está plagado de incertidumbre en el entorno “imperfecto” que nos rodea. Si esto no fuera verdad, el ciclo PDCA consistiría simplemente en planificar una actividad con el propósito de alcanzar un objetivo y llevarla a cabo. Idealmente vendría representada como:

PLANIFICAR > REALIZAR

La realidad y la incertidumbre asociada a ella complican el ciclo anterior, haciendo necesario comprobar que al llevar a cabo la actividad planificada, realmente se consigue el objetivo propuesto, y en caso negativo tomar acción para modificar la actividad planificada. Entramos en un ciclo de prueba y error, obteniendo el ciclo “real” de Deming.

El DPD permite:

- Anticiparse a las desviaciones previniendo que ocurran.
- Desarrollar controles y contramedidas cuyo objetivo sea que en caso de que ocurra la desviación, disponer de la medida reparadora.

La primera opción es ideal en tanto es realmente preventiva. No obstante, vivimos en un mundo real con recursos limitados en el que en muchas ocasiones es necesario asignar esos recursos realizando estimaciones respecto a que es lo más probable y lo menos probable que suceda. Para estas situaciones, la mejor medida es diseñar un “plan de contingencia” que esté disponible cuando suceda cada evento de los previstos. El DPD es la herramienta que proporciona una estructura para poder actuar en cada una de estas circunstancias.

El DPD es la herramienta que permite, ante un proyecto planificado para conseguir un objetivo, contestar a preguntas del tipo:

- ¿Cuáles son los posibles cambios para conseguir este objetivo?
- ¿Qué obstáculos pueden presentarse?



¿Cómo podemos prevenir la aparición de estos obstáculos?

¿Cómo podemos reaccionar de forma oportuna en caso de que se presente un obstáculo específico?

El DPD nos proporcionará, si no las respuestas, sí un método sistemático para obtenerlas. Obviamente no es tan sencillo, pero proporciona una metodología que puede prevenir los detalles necesarios que sirvan de puente para pasar sobre las zonas con falta de información.

El DPD es, tanto en su propósito como en su estructura, similar al Diagrama de Árbol, en lo que respecta a que ambos tratan con las posibles pautas que siguen métodos y planificaciones. En los mismos aspectos, también está ligado de forma muy cercana a métodos y planificaciones, en los mismos aspectos, también está ligado de forma muy cercana a métodos utilizados en ingeniería de fiabilidad como el análisis de Modos de Fallo y Efectos, AMFR (Failure Mode y Effect Analysis, FEMA), o el Análisis de Árbol de fallos, AAF (Fault Tree Analysis, FTA).

La principal diferencia entre estos dos métodos es que el AMFE se inicia desde los detalles más pequeños (subsistemas) evaluando la probabilidad de fallo en todos los pasos, determinando el impacto acumulado en el producto u objetivo final. El AAF sin embargo, se inicia a partir de un resultado no deseado, retrocediendo de una forma secuencial buscando la causa de tal resultado. El DPD es una herramienta con una utilización muy amplia debido a su importancia en actividades relacionadas con la responsabilidad legal del producto.

En un programa de mejora, el DPD se suele utilizar de acuerdo con el esquema de la Figura VI-5. En este esquema el DPD se emplea en la fase de planificación de un programa de mejora en el que existen unos pasos secuenciales de consecución del objetivo.

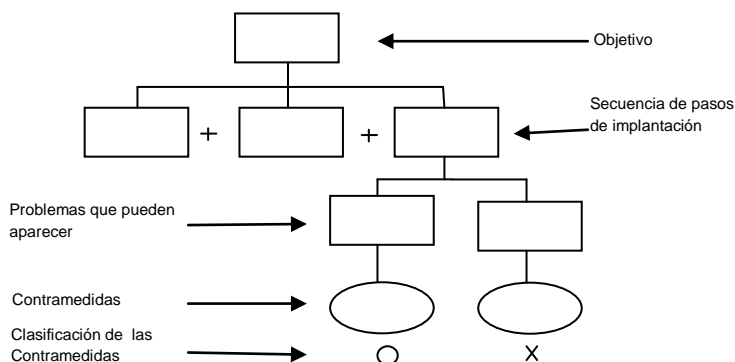


Figura VI-5 Esquema Gráfico DPD Para los pasos de implantación

También se puede utilizar en un programa de mejora, de acuerdo con el esquema de la figura VI-6. En este esquema el DPD se emplea en la fase de implantación alternativas, y para cada uno de estos planes de implantación, los correspondientes pasos secuenciales de consecución del objetivo.

CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE PROCESO DE DECISIÓN

A pesar de que el DPD es una herramienta cuyo proceso de construcción es metódico, existen pocas reglas que la rijan en términos del proceso a seguir o del modelo final a obtener. Lo más importante a tener en cuenta es la necesidad de conseguir una indicación clara de las desviaciones y contingencias, en todos y cada uno de los niveles de detalle del gráfico.



El tema o asunto principal que desencadena el proceso de construcción de en DPD por lo general proviene de la utilización de otras herramientas como el diagrama de Afinidad, Diagrama de Relaciones o incluso el Diagrama de Árbol. No obstante, al igual que las otras herramientas, el DPD puede realizarse sin necesidad de utilizar las anteriores.

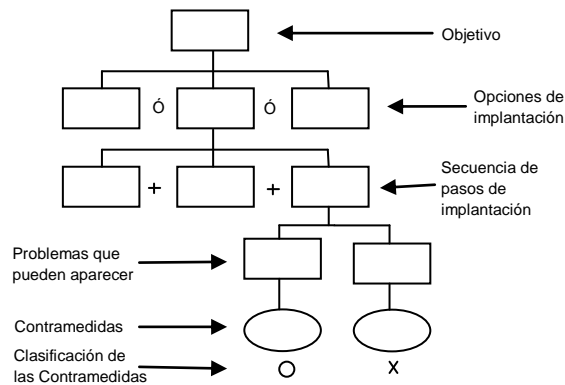


Figura VI-5 Esquema Gráfico DPD Para los pasos de implantación

Por otra parte, es necesario también tener precaución en la creación de posibles caminos de contramedidas, pues su excesiva proliferación puede complicar en exceso el gráfico.

Por facilitar su construcción, vamos a suponer que partimos de la construcción previa de un Diagrama de Árbol:

1. Siga las instrucciones para la construcción de un Diagrama de Árbol hasta su consecución.

Con objeto de facilitar la comprensión, vamos a realizar un ejemplo que ilustre los sucesivos pasos a dar. Supongamos que disponemos de un proceso de instalación de un equipo en un centro de trabajo de un cliente. Los pasos a dar se muestran en el Diagrama de Árbol Global que aparece en la Figura VI-7.

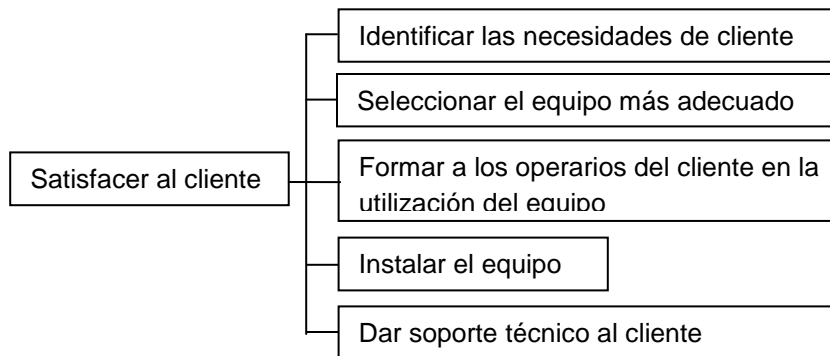


Figura VI-7. Diagrama de Árbol previo a la Construcción del ÜPD

2. Tome una rama del DA (comenzando desde el "propósito" en la fila de la derecha inmediata del "último objetivo/propósito") y realice las siguientes preguntas: ¿Qué podría ir mal en este paso? o ¿Qué otro camino podría tomar este paso?



Este proceso es más sencillo de realizar si los elementos se encuentran registrados en tarjetas, pudiendo cambiarse su posición con facilidad, dado que Vd. va a ir insertando problemas y contramedidas en una secuencia ya existente.

3. Responda a las preguntas planteadas en el paso 2 en las bifurcaciones del camino original. En la Figura 6 se muestra el resultado de aplicar los pasos 2. Y 3. Al elemento denominado "Formación de los operarios".

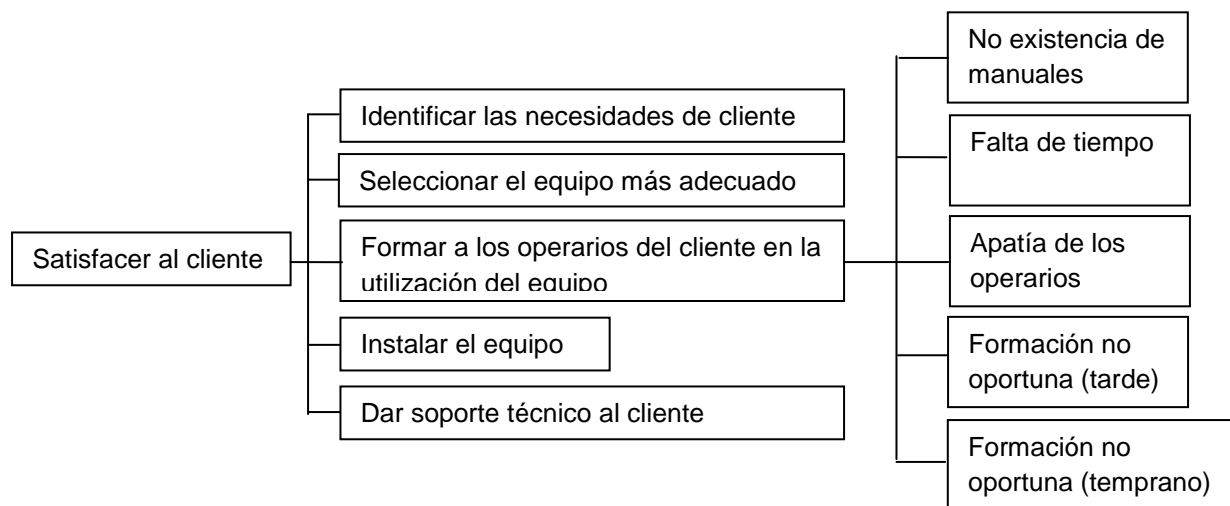


Figura VI-5. DPD con posibles contingencias para la formación de operarios

4. Registre, al lado de cada paso, las acciones/contramedidas que deberían tomarse. Suele ser norma general encerrarlos en "bocadillos" como los de los "comics".

En la Figura VI-9 se muestra el resultado de aplicar el paso 4. Al elemento denominado "Apatía de los Operarios".

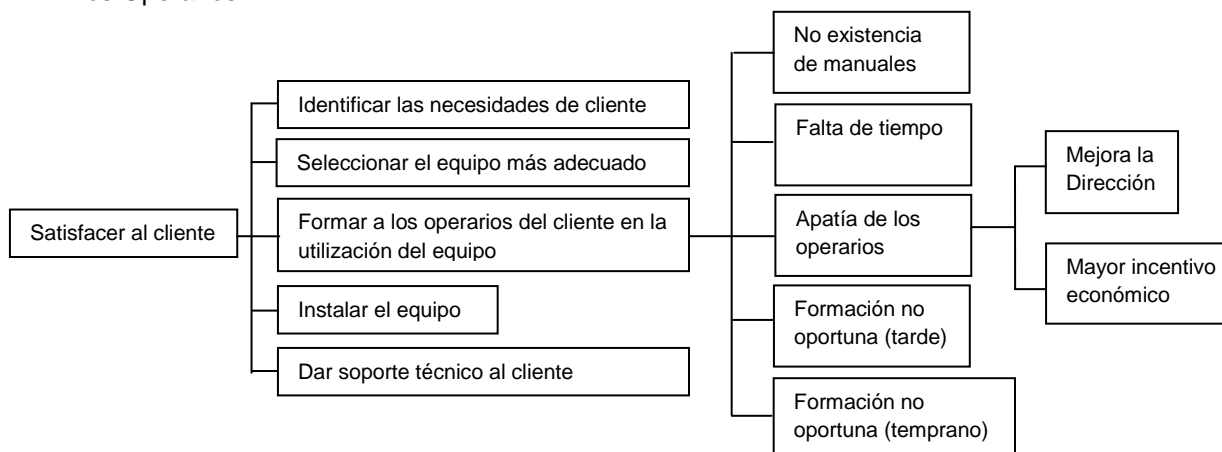


Figura VI-9. DPD con posibles contingencias para la formación de operarios y sus contramedidas planificadas

5- Opcionalmente, clasifique las contramedidas con el siguiente criterio:

X = Contramedida imposible/difícil O = Contramedida seleccionada

6. Continúe el proceso hasta agotar el camino principal

7. Repita los pasos 2. A 6. En la siguiente (en importancia) rama del árbol



8. Una las distintas ramas individuales en un DPD final, revisándolo con los miembros del equipo y modificando/ajustando lo que sea necesario.

Existen otras formas de representar un Diagrama de Proceso de Decisión distintas a la del Diagrama de Árbol, como por ejemplo mediante Flujo gramas en los que las contramedidas se representan como actividades a incluir en el flujo del proceso. También se suelen utilizar representaciones gráficas para distinguir los elementos planificados de "aquello que puede ir mal" y de las contramedidas tomadas.

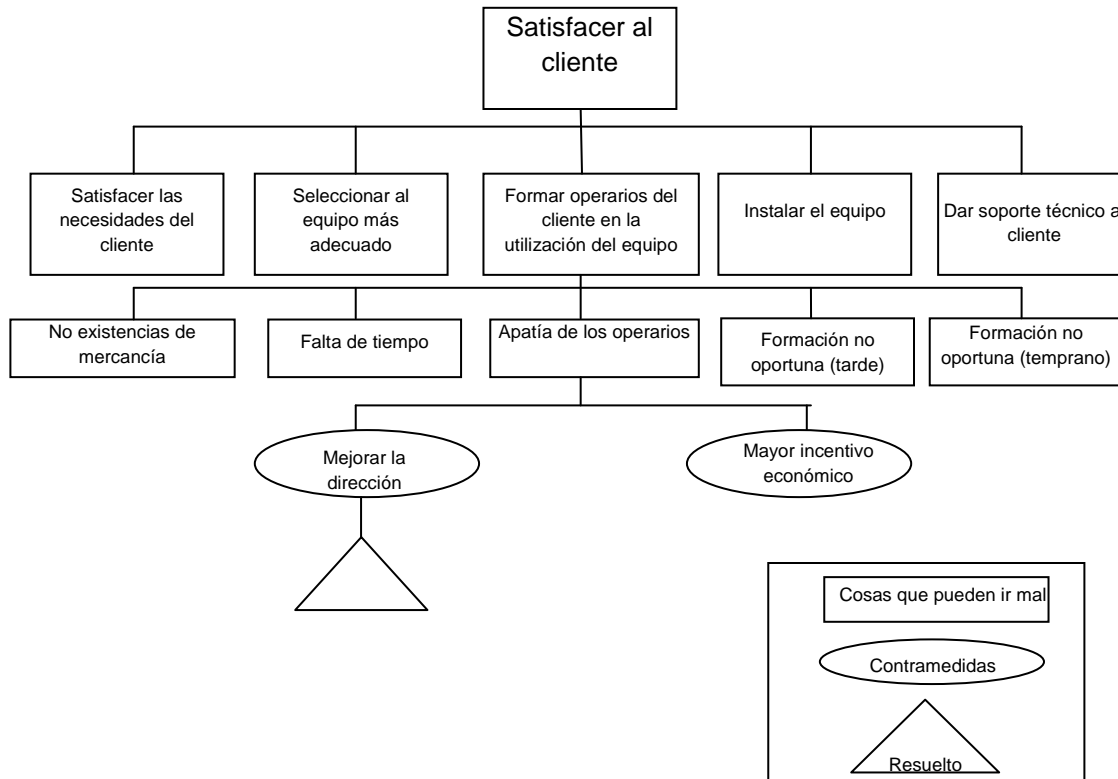


Figura VI-10. Diagrama DPD

El Diagrama de Proceso de Decisión, también puede hacerse utilizando un formato tipo "listado" más sencillo de representar. Utilizaremos un ejemplo para desarrollarlo.

Una familia decide planificar sus próximas vacaciones con objeto de que no sean iguales a las de años anteriores. Realizan un ejercicio mediante la utilización de un Diagrama de Afinidad, y la agrupación de tarjetas cabecera de dicho diagrama les indica que para esta familia, los temas claves a desarrollar en la planificación de las vacaciones son:

- Decidir "dónde" ir
- Decidir "cuándo" ir
- Decidir "cómo" elegir

Para ellos, el siguiente paso era desarrollar las opciones correspondientes a estos temas clave. Utilizaron un Diagrama de Árbol y el resultado fue el siguiente:

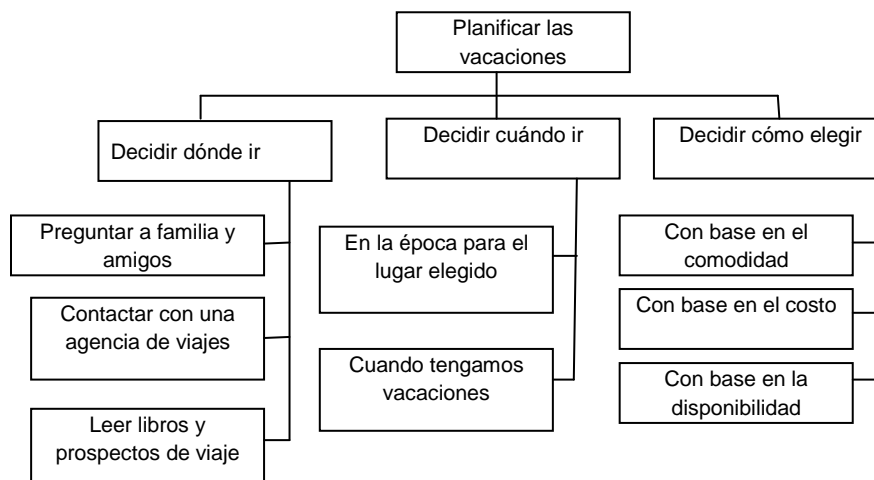


Figura VI-11. Diagrama de Árbol para la planificación de las vacaciones

A partir de este punto, decidieron realizar un DPD en formato de listado.

a) Para ello, el primer paso es listar todas las opciones o pasos de implantación programados a un nivel de detalle lo suficientemente explicativo. En este listado, se numeran los temas principales con números enteros secuenciales y los sub-temas con números decimales.

1.0 Decidir dónde ir

- 1.1. Preguntar a familiares y amigos
- 1.2. Contactar con agencia de viajes
- 1.3. Leer libros y prospectos de viajes

2.0 Decidir cuándo ir

- 2.1. Determinar cuándo es la mejor época para el lugar elegido
- 2.2. Determinar cuándo dan las vacaciones en el trabajo

3.0 Decidir cómo elegir

- 3.1. En base a la comodidad
- 3.2. En base al coste
- 3.3. En base a la disponibilidad

b) El siguiente paso consiste en preguntarse: ¿Qué podría fallar?, o ¿Este camino, en que otros podría derivarse?, para los elementos del listado de menor nivel de detalle. El resultado se registrará en el listado utilizando una numeración decimal indicativa de la opción que se está utilizando, y se analizará una sola opción cada vez.

1.0 Decidir dónde ir

- 1.1. Preguntar a familiares y amigos
- 1.2. Contactar con agencia de viajes
- 1.3- Leer libros y prospectos de viajes

2.0 Decidir cuándo ir

- 2.1. Determinar cuándo es la mejor época para el lugar elegido
- 2.2. Determinar cuándo dan las vacaciones en el trabajo

3.0 Decidir cómo elegir

- 3.1- En base a la comodidad
- 3-2. En base al coste



3-3. En base a la disponibilidad

1.1.1. La familia y los amigos que tenemos no suelen viajar

1. 1.2. Cuando han ido de vacaciones no las describen adecuadamente

c) A continuación, mediante la tormenta de ideas identifique las posibles contramedidas que se enfrenten a las contingencias identificadas en el paso anterior. Incorpórelas al listado numerándolas en función de la contingencia que resuelve.

1.0 Decidir dónde ir

1.1. Preguntar a familiares y amigos

1.2. Contactar con agencia de viajes

1.3. Leer libros y prospectos de viajes

2.0 Decidir cuándo ir

2.1. Determinar cuándo es la mejor época para el lugar elegido

2.2. Determinar cuándo dan las vacaciones en el trabajo

3.0 Decidir cómo elegir

3.1. En base a la comodidad

3.2. En base al coste

3.3. En base a la disponibilidad

1.1.1. La familia y los amigos que tenemos no suelen viajar

1.1.2. Cuando han ido de vacaciones no las describen adecuadamente

1.1.1.1. Hacer nueva familia y encontrar nuevos amigos

1.1.1.2. Hacerse socio de un club de viajes

1.1.2.1 Pedirles que nos enseñen fotografías de sus viajes

d) Evalúe cada contramedida con el siguiente código

X = Imposible/Difícil O = Seleccionada 1.0 Decidir dónde ir

1.1. Preguntar a familiares y amigos

1.2. Contactar con agencia de viajes 1.3- Leer libros y prospectos de viajes

2.0 Decidir cuándo ir

2.1. Determinar cuándo es la mejor época para el lugar elegido

2.2. Determinar cuándo dan las vacaciones en el trabajo

3.0 Decidir cómo elegir

3.1. En base a la comodidad

3-2. En base al coste

3-3. En base a la disponibilidad

1.1.1. La familia y los amigos que tenemos no suelen viajar

1.1.2. Cuando han ido de vacaciones no las describen adecuadamente

1.1.1.1. Hacer nueva familia y encontrar nuevos amigos (X)

1.1.1.2. Hacerse socio de un club de viajes (O)

1.1.2.1 Pedirles que nos enseñen fotografías de sus viajes (O)

e) Repita los pasos b) a d) para el resto de opciones

1.0 Decidir dónde ir



- 1.1. Preguntar a familiares y amigos
- 1.2. Contactar con agencia de viajes 1.3- Leer libros y prospectos de viajes
- 2.0 Decidir cuándo ir
 - 2.1. Determinar cuándo es la mejor época para el lugar elegido
 - 2.2. Determinar cuándo dan las vacaciones en el trabajo
- 3.0 Decidir cómo elegir
 - 3.1. En base a la comodidad
 - 3-2. En base al coste
 - 3.3- En base a la disponibilidad
- 1.1.1. La familia y los amigos que tenemos no suelen viajar
- 1.1.2. Cuando han ido de vacaciones no las describen adecuadamente
 - 1.1.1.1. Hacer nueva familia y encontrar nuevos amigos (X)
 - 1.1.1.2. Hacerse socio de un club de viajes (O)
 - 1.1.2.1 Pedirles que nos enseñen fotografías de sus viajes (O)
- 1.2.1. No conocemos el sistema que utilizan
- 1.2.2. Siempre sugieren los mismos viajes
 - 1.2.1.1. Leer libros especializados de planificación de viajes (O)
 - 1.2.2.1. Ir a investigar a una ciudad más grande que la nuestra (X)
- 1.3.1. La librería del pueblo no tiene información de ese tipo
 - 3-1-1. Ir a investigar a una ciudad más grande que la nuestra (X)



DIAGRAMA DE FLECHAS

Esta herramienta se utiliza para planificar y controlar de la forma más adecuada y eficaz el desarrollo y el progreso de cualquier actividad, siempre que sea perfectamente conocida. Esta herramienta se encuentra muy relacionada con conocidos métodos de gestión de proyectos tales como la "Técnica de Evaluación y Revisión de Programas" (Program evaluation and review technique PERT).

El Diagrama de Flechas (DF) es una herramienta desarrollada a partir de la técnica de evaluación y revisión del programa desarrollada en Estados Unidos después de la segunda guerra mundial con objeto de agilizar el programa Polaris. La aportación mayor del DF fue la eliminación de algunas de las "cajas negras" típicas del PERT. Esto último es coherente con la idea general de que la clave del éxito Japonés es su capacidad de hacer accesible a muchas personas, generalizando su aplicación, herramientas ya desarrolladas. Por ello, en lugar de la aplicación clásica de "empapelado" de paredes de despachos de ingenieros de fabricación o diseño con los gráficos PERT realizados por ellos mismos, los DF pasan a ser unos gráficos utilizados como una herramienta para el trabajo diario de una gran cantidad de personas dentro de una organización.

Cuando utilizar un DF

El criterio más importante (y quizás el único significativo) de utilización de un DF es que las actividades o tareas correspondientes a un proyecto determinado, su secuencia y su duración sean perfectamente conocidas. Cuando no se cumplen estas tres condiciones, la construcción de un DF puede convertirse en una experiencia terriblemente frustrante. En aquellos casos en los que la realización real de las distintas actividades es muy diferente de las planificadas en un DF, los implicados por lo general descartan la utilización (tanto en la aplicación actual como en el futuro) del DF por considerarlo más como una molestia que como una herramienta de ayuda. En aquellos casos en los que exista una carencia de conocimiento del proceso, es mucho más útil utilizar la herramienta conocida como PDPC.

Obviamente, existen muchos procesos que se encuentran perfectamente documentados y se conoce su historial. Por esto, el DF ha disfrutado de una amplia utilización en las siguientes áreas:

- Desarrollo de nuevos productos
- Proyectos de construcción
- Planes de Marketing
- Negociaciones complejas

TÉRMINOS BÁSICOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLECHAS.

Antes de comenzar el proceso de construcción de un diagrama de flechas es necesario conocer los términos específicos de esta herramienta:

Actividad: Cualquier parte de un proyecto que consuma tiempo y/o recursos y disponga de un inicio y de un final perfectamente definidos. En un Diagrama de Flechas, las actividades representan el trabajo necesario para pasar de un evento o hito al siguiente.



Una actividad puede implicar mano de obra, negociaciones contractuales, operaciones con maquinaria, etc.

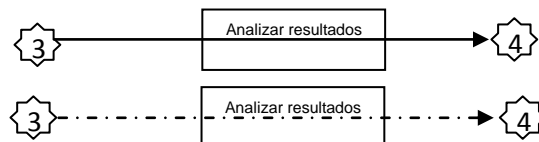


Figura VII-1 dos formas de representar una actividad entre los eventos 3 y 4

En un diagrama de flechas, las actividades se representan gráficamente mediante flechas, por lo general incluyendo la descripción de la actividad y la estimación del tiempo necesario para desarrollarla.

En ocasiones, las actividades se registran en tarjetas con el objeto de facilitar las modificaciones del diagrama de flechas durante su construcción.

Actividad Imaginaria: Es la representación gráfica, en forma de actividad, de la dependencia lógica entre dos actividades (la segunda actividad no puede comenzar antes de que se haya finalizado la primera). No comportan verdadero trabajo y su duración es igual a cero. También se las denomina "flechas de dependencia". Suelen representarse mediante una flecha en la que la línea es discontinua, y en otras ocasiones mediante una flecha continua pero con duración igual a cero.

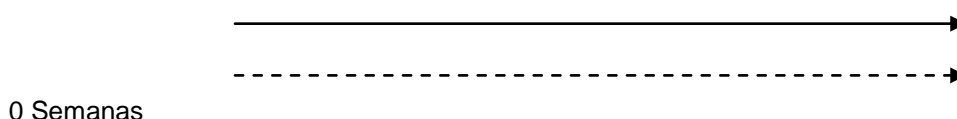


Figura VII-2. Flechas representativas de una actividad imaginaria

Considere un proyecto que implica la instalación de una máquina nueva y la formación del operario. Se supone que la formación del operario puede comenzar tan pronto como haya sido contratado y la máquina se encuentre instalada. La formación debe comenzar inmediatamente después de la instalación y no debe ser atrasada por la actividad de inspección de la máquina. Esta inspección debe llevarse a cabo una vez que se ha completado la instalación de la máquina. Podríamos representar el proyecto mediante el siguiente diagrama (ver Figura 3):

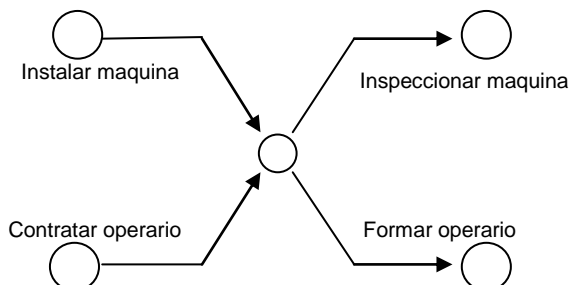


Figura VI1-3. Diagrama de Flechas del proyecto de instalación de nueva máquina y formación de operario



Sin embargo este diagrama indica que la inspección de la máquina no puede comenzar hasta que se haya contratado al operario, lo que es una dependencia falsa. La forma correcta de realizar esta representación es utilizar una flecha indicativa de una actividad imaginaria:

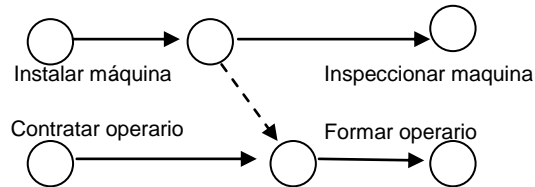


Figura V1I-4. Diagrama de Flechas con actividad imaginaria

Hito o Evento: Son los puntos representativos del comienzo o del fin de una actividad. En los diagramas de flechas, las actividades representan el trabajo necesario para pasar de un hito o evento al siguiente.

Teóricamente, un hito representa un punto instantáneo de tiempo. También se les conoce con las denominaciones de nodos o conectores. En caso de que un hito preceda (suceda) a otro sin hitos intermedios, se denomina "Hito Predecesor (Sucesor)"

Si un hito representa el punto en que se ha completado más de una actividad, se denomina "hito de unión o de fusión", mientras que si lo que representa es el inicio de más de una actividad se denomina "hito de explosión".

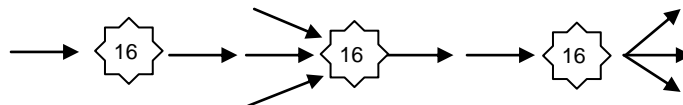


Figura VII-5 Hitos o Eventos. Normal (A), de unión (B) y de- explosión (C)

Diagrama de Flechas: Representación gráfica en forma de "red" de la planificación de un proyecto, mostrando las relaciones existentes entre las distintas actividades.

Los Diagramas de Flechas siguen las siguientes reglas:

1. Antes de que una actividad pueda comenzar, es necesario que todas las actividades precedentes hayan sido completadas.

Esta regla suele tener malas interpretaciones. Supongamos que en el diagrama de la Figura VII-6, la actividad E no puede iniciarse hasta que se hayan culminado las actividades B, C y D y se haya alcanzado una cierta proporción de la actividad A que denominaremos A (1) (el resto de la actividad A, que denominaremos A (2) es independiente de las actividades B, C, D y E). La forma correcta de representar esta situación es mediante la introducción de una actividad imaginaria, como se muestra en la Figura VII-7.

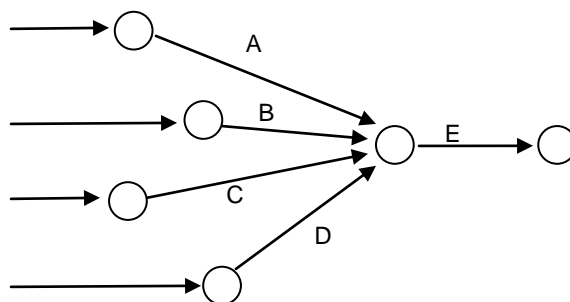


FIGURA VII-6 Interpretación de la primera regla

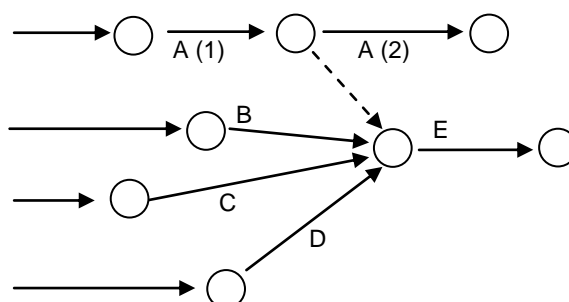


FIGURA VII-7 actividad imaginaria para eliminar una falsa dependencia

Existen más problemas de falsas dependencias que es necesario evitar. Por ejemplo la existencia de bucles. En la Figura VII-8 se muestra un diagrama en el que la actividad G no puede iniciarse hasta que no haya finalizado la actividad E; la actividad E no puede iniciarse mientras no haya finalizado la actividad F y ésta a su vez no puede iniciarse mientras no haya finalizado la G. De acuerdo con esto, la actividad G nunca podrá iniciarse puesto que depende de que haya finalizado antes. Para corregir estas situaciones, es necesario redefinir las relaciones y relacionarlas correctamente.

2. Las flechas indican únicamente precedencia (o sucesión) lógica, no teniendo significado ni su longitud ni su orientación. Existe una excepción a esta regla cuando se utilizan diagramas de flechas en escala de tiempos.

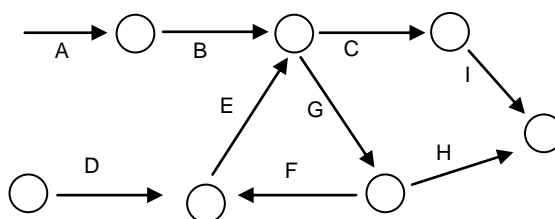


Figura VII.8 Bucle



- 3- Los números identificativos de los eventos no deben repetirse en un mismo diagrama flechas.
4. Dos eventos cualquiera no deben estar conexionados por más de una actividad.
5. Debe intentarse que los diagramas de flecha tengan un único evento inicial y un único evento final.

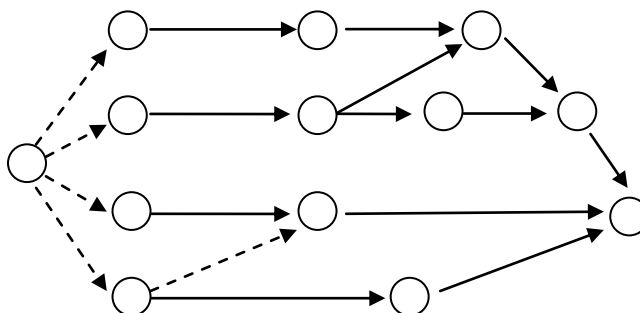


Figura V1T-9- Actividades imaginarias para conseguir un único evento inicial

CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLECHAS

En general, el éxito de cualquier proceso se basa en tener la información correcta obtenida de las fuentes adecuadas. Aunque no es imposible, es altamente improbable que una sola persona disponga de toda la información necesaria para poder estructurar un DF. Por esto, el primer paso a la hora de realizar un DF es crear un equipo de trabajo, este equipo es el que debe realizar los siguientes pasos:

1. Generar y registrar todas las actividades necesarias para completar el proyecto que se está analizando.

El primer paso en la realización de un Diagrama de Flechas es la identificación de todas las actividades implicadas en el proyecto y su representación gráfica de estas actividades en el diagrama. A este paso se le denomina generalmente la "fase de planificación" debido a que la identificación de las actividades del proyecto, así como la de sus interconexiones requieren un análisis completo del proyecto.

Es muy recomendable que estas actividades se escriban de forma sencilla y clara en tarjetas (del tamaño de una tarjeta de visita o ligeramente más estrecha). Es esperable que se generen entre 50 y 100 de las mencionadas tarjetas.

Asegúrese de que en cada tarjeta la actividad se registre utilizando sólo la mitad superior de la tarjeta. Dibuje una línea bajo la actividad, quedando dividida la tarjeta en dos partes iguales. En el espacio que queda en blanco se registrará más adelante el tiempo estimado como necesario para completar la actividad en cuestión.



Con objeto de ilustrar el proceso de construcción del diagrama de flechas, vamos a seguirlo mediante un ejemplo. Se trata de representar el proyecto consistente en la realización de una encuesta sobre un nuevo producto alimenticio. El proyecto se inicia con la planificación de la encuesta. Una vez que está clara la planificación, debe contratarse el personal responsable de la recogida de datos diseñándose a continuación el cuestionario a utilizar en la encuesta. Cuando se dispone de este cuestionario, el personal contratado debe ser formado en su utilización. Por otra parte, el mismo departamento que ha diseñado el cuestionario debe abordar la tarea de seleccionar la muestra de hogares sobre la que va a realizarse la encuesta.

Cuando se dispone del cuestionario editado en imprenta, la muestra de hogares seleccionada y el personal formado y entrenado, la encuesta puede iniciarse. Una vez que se haya completado el proceso de adquisición de datos, los resultados deben ser analizados.

De acuerdo con lo anterior, las actividades identificadas para la consecución del proyecto son:

- Planificar encuesta
- Diseñar cuestionario
- Contratar personal
- Formar al personal contratado en la utilización del cuestionario
- Seleccionar muestra de hogares donde realizar la encuesta
- Editar cuestionario en imprenta
- Realización física de la encuesta
- Análisis de los resultados

Una vez que se han completado todas las tarjetas, dispérselas sobre una mesa y analice la interrelación existente entre las distintas actividades. Determine la relación entre las tarjetas. Para ello decida si la actividad registrada en una tarjeta precede, sucede o es simultánea a cada una de las actividades registradas en el resto de las tarjetas, moviéndolas y sitiándolas de acuerdo con el flujo adecuado. Elimine las tarjetas que supongan duplicaciones y añada tarjetas en las que se registren aquellas actividades que se hayan pasado por alto.

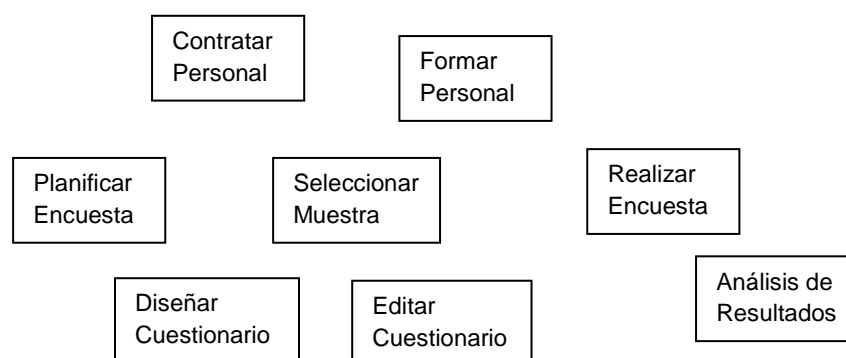


Figura VII-IO. Creación de las tarjetas con las actividades identificadas

3. Para determinar la posición de las tarjetas, en primer lugar identifique el "camino" (serie de tarjetas unidas en un flujo de precedente/siguiente) formado por el mayor número de éstas. Deje espacio entre estas tarjetas con objeto de añadir con posterioridad los eventos correspondientes. Se denominan eventos a los símbolos representativos del inicio y terminación de cada actividad.



Los eventos se añadirán cuando se hayan determinado la totalidad de los "caminos". Identifique las tarjetas que conformen series cuyo camino sea paralelo al camino más largo. Después las tarjetas que conformen series cuyo camino sea paralelo a estos, etc.

Una vez que se haya finalizado la identificación de los distintos caminos, añada los eventos, numérelolos y añada flechas entre las actividades que configuren cada camino. Añada también aquellas flechas que ligen cada camino con otro.

Cada actividad se compone de dos eventos, identificándose esta actividad por los dos dígitos representativos de los dos eventos. La actividad que se inicia en el evento (1) y finaliza en el evento (2) se identifica como la actividad (1,2).

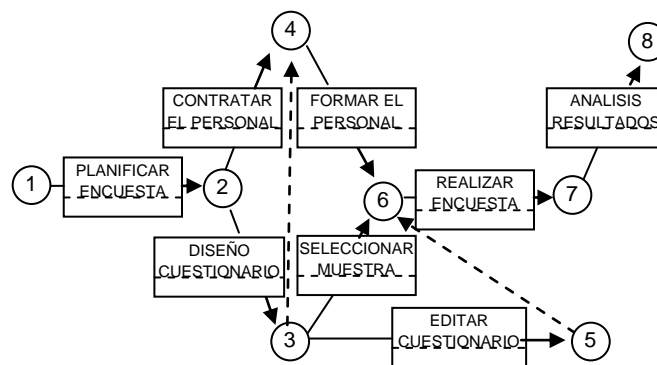


Figura VII-11. Diagrama de Flechas

En la Figura VII-11 se observa el resultado final de realizar el paso 3.

4. Estudie cuidadosamente el tiempo (número de semanas, días, horas, etc.) necesario para realizar cada actividad, registrándolo en la mitad inferior de la tarjeta representativa de la actividad. Denominaremos D_{ij} a la estimación de la duración media de la actividad (i, j), actividad que se inicia en el evento i y finaliza en el evento j. Esta duración media puede provenir de un único valor o bien de la estimación del "valor más optimista" y del "valor más pesimista" respecto a la duración. Si denominamos:

D_o = duración más optimista (mínimo tiempo necesario para llevar a cabo la actividad).

D_m = duración más probable (mejor estimación de tiempo necesario para llevar a cabo la actividad).

D_p = duración más pesimista (máximo tiempo necesario para llevar a cabo la actividad).

Podemos estimar la duración D_{ij} como:

$$D_{ij} = \frac{D_o + 4D_m + D_p}{6}$$



En nuestro ejemplo:

ACTIVIDAD	Do (Semanas)	Dm (Semanas)	Dp (Semanas)	Dij (Semanas)
1-2	1	1	1	1
2-3	2	3	4	3
2-4	1	1	1	1
3-4	0	0	0	0
3-5	0.5	1	1.5	1
3-6	1	1	1	1
5-6	0	0	0	0
4-6	2	2	2	2
6-7	2	3	4	3
7-8	1	2	3	2

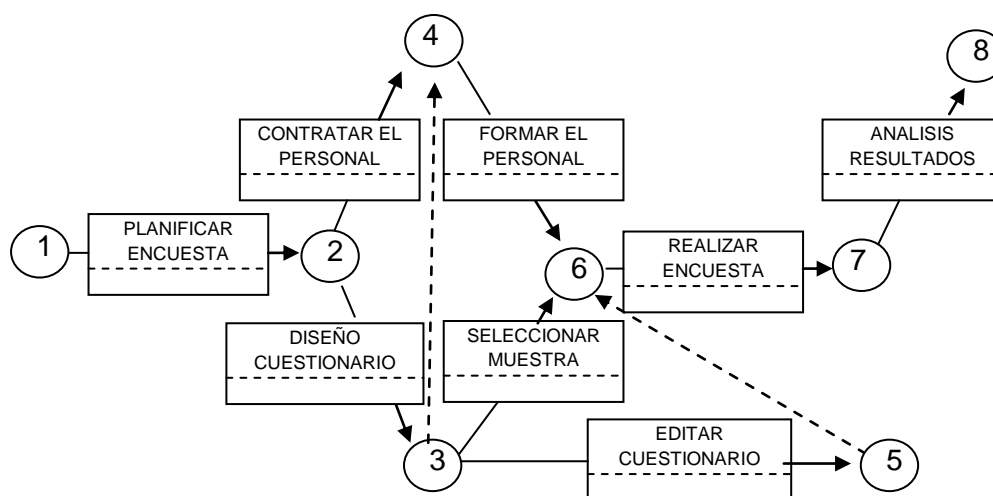


Figura VII-12. Diagrama de Flechas con duración de actividades registrada

5. En base a lo determinado en el punto 4, calcule para cada evento los valores correspondientes a los tiempos mínimos posibles t^{\wedge} y los tiempos máximos permisibles T_i . Para realizar estos cálculos utilizaremos la siguiente notación:

- t_i : tiempo mínimo posible para que suceda el evento i .
- T_i : tiempo máximo permisible para que suceda el evento i (tiempo máximo en el que debe alcanzarse este evento para poder continuar con el proyecto de acuerdo con la planificación).
- Pl_{ij} : tiempo más breve de inicio de la actividad (i, j) .
- PF_{ij} : tiempo más breve de finalización de la actividad (i, j) .
- Ul_{ij} : tiempo máximo permisible de inicio de la actividad (i, j) .
- UF_{ij} : tiempo máximo permisible de finalización de la actividad (i, j) .
- H_{ij} : tiempo de holgura total de la actividad (i, j) .
- T_s : tiempo máximo permisible de finalización de la actividad (i, j) .



Aunque en las aplicaciones prácticas no es útil, debido a la complicación que representan sobre todo en la modificación de planificaciones, con objeto de facilitar la comprensión de los cálculos de los tiempos anteriores vamos a utilizar un diagrama de flechas en escala de tiempos.

Este diagrama es similar al ya representado, pero con la diferencia de que la longitud de las flechas va a ser proporcional a las duraciones de las actividades que representan.

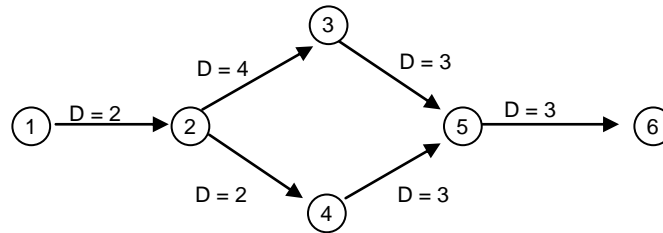


Figura VIH 3- Diagrama Simplificado

Con el fin de simplificar la explicación vamos a utilizar un diagrama de un proyecto más simple que el del ejemplo. Este diagrama es el objeto de la Figura VII-13.

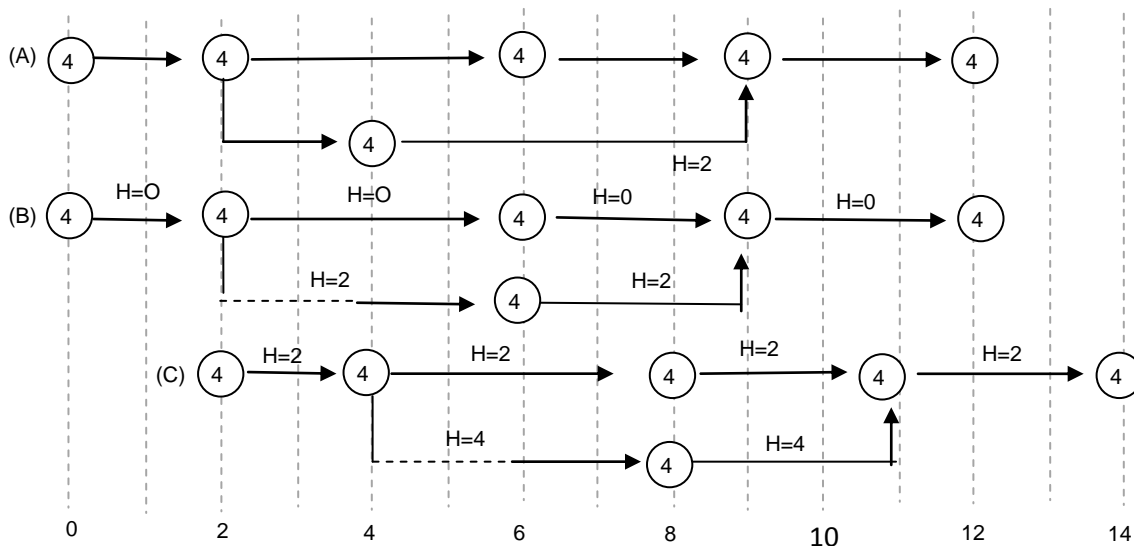


Figura VII-14 Diagrama de flecha en escala de tiempo

En el cálculo de los valores de los tiempos más breves de inicio y finalización de las actividades, tiempos PI_{ij} y PF_{ij} , es necesario recorrer el diagrama de flechas en sentido de avance del tiempo. Este recorrido se encuentra representado en la Figura VII-14 (A). El proceso se inicia asignando un tiempo de inicio del proyecto, que coincidirá con el tiempo mínimo posible para el primer evento, t_i . Si este valor se elige como tiempo cero, se tiene la ventaja de que el resto de tiempos calculados pueden interpretarse como duraciones a partir de este punto inicial. En el cálculo se



asume que toda actividad se inicia tan pronto como es posible, por ejemplo, tan pronto como se encuentren finalizadas las actividades predecesoras.

Las reglas a utilizar durante el recorrido de avance son las siguientes:

REGLA 1: El evento inicial del proyecto, evento 1, se inicia con tiempo cero.

$$t_i = 0$$

REGLA 2: Se supone que todas las actividades se inician en el momento que se han completado las actividades predecesoras.

$$P_{ij} = \text{máximo (PF de actividades precedentes)}$$

NOTA: se consideran actividades precedentes de la actividad (i, j) a aquellas que finalizan en el evento i.

REGLA 3: El tiempo más breve de finalización de una actividad es sencillamente la suma de su tiempo más breve de inicio más su duración estimada.

$$PF_{ij} = PH_j + D_{ij}$$

En nuestro ejemplo simplificado:

$$PE_{1,2} = PI_{1,2} + D_{1,2} = 0 + 2 = 2$$

$$PI_{5,6} = \text{máximo (PF}_{3,5}, PF_{4,5}) = \text{máximo (9, 7)} = 9$$

En particular, el tiempo más breve de finalización del proyecto será:

$$PF_{5,6} - PI_{5,6} + D_{5,6} = 9 + 3 = 12 \text{ semanas}$$

Que de acuerdo con la notación inicial

$$T_6 = PF_{5,6} = 12 \text{ semanas}$$

En la representación gráfica de la Figura VII-14 (A) observamos que:

1°) El camino más largo es el constituido por los eventos 1, 2, 3, 5, 6, con una duración de 12 semanas.

2°) El camino constituido por los eventos 2, 4, 5, tiene una holgura total de dos semanas (representada en la figura por la línea de puntos).

Para calcular los tiempos máximos permisibles de inicio y finalización de las actividades se recorre el diagrama de flechas en sentido de retroceso temporal (Ver Figura VII-14 (B)).

En primer lugar, el término "máximo permisible" es utilizado en el sentido de que el último evento del proyecto debe ocurrir en un momento de tiempo determinado, TS. En caso de que no exista fecha de terminación prevista para el proyecto, se suele utilizar la convención de que el tiempo mínimo posible para el último evento, t_6 , coincide con el tiempo máximo permisible para el mismo evento, T_6 .



$t_6 - T_6$

El resultado de utilizar esta expresión es que la holgura del "camino crítico" será cero, mientras que holguras correspondientes a otros caminos serán siempre positivas.

NOTA: Se define como camino crítico a aquél que tiene asociada la holgura mínima. Las reglas a utilizar durante el recorrido de retroceso son las siguientes:

REGLA 1: El tiempo máximo permisible para el último evento del proyecto, evento n , es, o bien igual al tiempo de finalización planificado del proyecto, TS , o bien igual al tiempo mínimo posible para el mismo evento.

$$T_n = TS \quad \text{o bien} \quad T_n = t_n$$

REGLA 2: El tiempo máximo permisible de finalización de una actividad es igual al mínimo de los tiempos máximos permisibles de inicio de las actividades sucesoras.

$UF_{ij} = \text{mínimo} (UI \text{ de actividades sucesoras})$

NOTA: se consideran actividades sucesoras de la actividad (i, j) a aquéllas que se inician en el evento j .

REGLA 3: El tiempo máximo permisible de inicio de una actividad es sencillamente la diferencia entre su tiempo máximo permisible de finalización de la actividad y su duración estimada.

$$UI_{ij} = UF_{ij} - D_{ij}$$

En nuestro ejemplo simplificado, y en caso de que no exista TS :

$$\begin{aligned} T_6 &= t_6 = 12 \\ UI_{5,6} &= UF_{5,6} - D_{5,6} = 12 - 3 = 9 \\ UF_{1,2} &= \text{mínimo} (UI_{2,3}, UI_{2,4}) = \text{mínimo} (2, 4) - 2 \end{aligned}$$

En particular, el tiempo máximo permisible de inicio de la actividad $(1, 2)$, o lo que es lo mismo, de inicio del proyecto será:

$$UI_{1,2} = UF_{1,2} - D_{1,2} = 2 - 2 = 0 \text{ semanas}$$

Que de acuerdo con la notación inicial

$$TI - UI_{1,2} = 0 \text{ semanas}$$

Holguras: Se denomina holgura de un camino a la holgura total asociada a dicho camino. Par una actividad en particular se determina su holgura como la diferencia existente entre el máximo tiempo permisible de inicio de la actividad y el tiempo más breve de inicio de la misma actividad:

$$H_{ij} = UI_{ij} - P_{ij} \quad \text{o lo que es lo mismo} \quad H_{ij} = UF_{ij} - PF_{ij}$$

En el supuesto de que se siga la convención de holgura cero:



$$T_n = I_n$$

La holgura del camino determina la cantidad de tiempo en que puede exceder la realización de una actividad del camino en cuestión respecto a su tiempo mínimo planificado sin que se vea afectado el tiempo más breve de inicio o tiempo de ocurrencia de un evento pertenecientes al camino crítico, lo que es equivalente a no causar ningún retraso en la terminación del proyecto.

Por ejemplo, en la Figura VII-14 (B), la holgura de las actividades (2, 4) y (4, 5) es de dos semanas, por lo que la holgura del camino 2, 4, 5 es de dos semanas.

Supongamos que la actividad (2, 4) se retrasa empezando una semana más tarde y manteniéndose la duración de la actividad planificada (o empieza en fecha, pero se aumenta en una semana su duración). En ambos casos, el resultado es que el tiempo de finalización es de cinco semanas en lugar de cuatro como está planificado, quedando por lo tanto la holgura de este camino reducido en una semana (de dos semanas a una semana).

Sin embargo, esto no ha afectado a los tiempos mínimos de ninguna actividad o evento del camino crítico. Si el deslizamiento respecto la planificación hubiese sido superior a dos semanas, por ejemplo tres semanas, sí se vería afectado el camino crítico, aumentando en la misma cantidad (el exceso sobre la holgura de dos semanas: una semana) el tiempo total de culminación del proyecto.

Cuando no se utiliza la convención de holgura cero, existe una pequeña diferencia en la interpretación de la holgura. En la Figura VII-14 (C) se observa este caso:

$$t_6 = 1.2 \text{ semanas TS} = T_6 - 14 \text{ semanas}$$

En este caso, la actividad (2, 4) tiene una holgura de cuatro semanas, pudiendo existir un deslizamiento igual a cuatro semanas hacia la izquierda sin que se vea afectada la planificación inicial de terminar en 14 semanas. Sin embargo, un deslizamiento de cuatro semanas hacia la derecha causaría que el tiempo mínimo posible para el evento 5 del camino crítico, t_5 , sufriría un deslizamiento de dos semanas hacia la derecha, retrasando la fecha de finalización del proyecto.

Aplicando las reglas anteriores a nuestro ejemplo de la encuesta, y teniendo en cuenta que las expresiones que relacionan los tiempos relativos a los eventos y a los tiempos relativos a las actividades son:

$$P_{lij} = t_i - P_{Fij} - t_i + D_{ij} - U_{Fij} = T_j - U_{lij} = T_j - D_{ij} - H_{ij} = T_j - P_{fij}$$

Vamos a calcular los tiempos asociados a los eventos y a las actividades.

Con objeto de realizar los cálculos de forma metódica vamos a utilizar una tabla en la que las actividades predecesoras se encuentran siempre "por encima" o "antes" de cada actividad y las actividades sucesoras se encuentran siempre "por debajo" o "después". Para ello es necesario que las actividades se hayan numerado en el mismo sentido.



Cuando el diagrama es sencillo no ofrece dificultad alguna realizar esta numeración con la condición expuesta, pero cuando el diagrama tiene una cierta complicación, es mejor recurrir a un método de numeración. Este método puede ser el siguiente:

- numerar el evento origen con un uno (1).
- borrar del diagrama el evento inicial y todas las actividades que surjan de él. Identificar en el diagrama los eventos que ahora son "origen" y numerarlos del 2 al k.
- repetir el paso b") hasta que se numere el evento final.

La numeración de los eventos del diagrama de la Figura VJ1-12 ha sido realizada siguiendo este método. A este orden se le denomina "orden topológico". A continuación se construye una matriz en la que las filas son los eventos iniciales del diagrama de flechas y las columnas son los eventos finales. En la intersección de cada fila "i" y columna "j" se registra la duración de la actividad (i, j) correspondiente. Cuando se trate de actividades imposibles entre eventos numerados en orden topológico, se registrará un símbolo (por ejemplo un guión), mientras que aquellas actividades que siendo posibles de acuerdo con el orden topológico, no existan en el diagrama en cuestión, se dejarán en blanco. Aplicando esta matriz al ejemplo de la encuesta:

		EVENTOS FINALES (j)								ti
		1	2	3	4	5	6	7	8	
EVENTOS INICIALES (i)	1	-	1							
	2	-	-	3	1					
	3	-	-	-	0	1	1			
	4	-	-	-	-	-	2			
	5	-	-	-	-	-	0			
	6	-	-	-	-	-	-	3		
	7	-	-	-	-	-	-	-	2	
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ti										

A continuación se inicia el cálculo de los tiempos mínimos de los eventos ti. Para ello, el primer paso consiste en asignar el valor cero al tiempo mínimo del primer evento:

$$t_1 = 0$$

A continuación calculamos t2 como la suma de t1 más el valor correspondiente que se encuentre en la columna j = 2. (Corresponde a D1, 2 = 1). $t_2 = t_1 + D_{1,2} = 0 + 1 = 1$

Igualmente:

$$t_3 = t_2 + D_{2,3} = 1 + 3 = 4$$

$$(t_3 = t_2 + \text{valor correspondiente a columna } j = 3)$$

Cuando en la columna existe más de una valor:

$$\begin{aligned} t_4 &= \text{máximo}(t_3 + D_{3,4}, t_2 + D_{2,4}) = \\ &= \text{máximo}(4 + 0, 1 + 1) = \\ &= \text{máximo}(4, 2) = 4 \end{aligned}$$

$$t_5 = t_3 + D_{3,5} = 4 + 1 = 5$$

$$(5 = t_3 + \text{valor correspondiente a columna } j = 5)$$



$$\begin{aligned}
 t6 &= \text{máximo } (t3 + D3, 6, t4 + D4, 6, t5 + D5, 6) = \\
 &= \text{máximo } (4 + 1, 4 + 2, 5 + 0) = \\
 &= \text{máximo } (5, 6, 5) = 6 \\
 t7 &= t6 + D6, 7 = 6 + 3 = 9 \\
 (t7 &= t6 + \text{valor correspondiente a columna } j = 7)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t8 &= 17 + D7, 8 = 9 + 2 = 11 \\
 (t8 &= t7 + \text{valor correspondiente a columna } j = 8)
 \end{aligned}$$

		EVENTOS FINALES (j)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	ti
EVENTOS FINALES (i)	1	-	1							0
	2	-	-	3	1					1
	3	-	-	-	0	1	1			4
	4	-	-	-	-	-	2			4
	5	-	-	-	-	-	0			5
	6	-	-	-	-	-	-	3		6
	7	-	-	-	-	-	-	-	2	9
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Tj										

Una vez completada la columna ti, pasamos a calcular la fila Tj. Para ello suponemos que utilizamos la convención holgura cero, por lo que:

$$t8 = T8 = 11$$

Registrando este valor en la columna j = 8.

A continuación calculamos T7 como:

$$\begin{aligned}
 T7 &= T8 - D7, 8 = 11 - 2 = 9 \\
 (T7 &= T8 - \text{valor correspondiente a } i = 7)
 \end{aligned}$$

De la misma forma:

$$\begin{aligned}
 T6 &= T7 - D6, 7 = 9 - 3 = 6 \\
 (T6 &= T7 - \text{valor correspondiente a } i = 6)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T5 &= T6 - D5, 6 = 6 - 0 = 6 \\
 (T5 &= T6 - \text{valor correspondiente a } i = 5)
 \end{aligned}$$

$$T4 = T5 - D4, 5 = 6 - 2 = 4 \quad (T4 = T5 - \text{valor correspondiente a } i = 4)$$

Cuando en una fila existe más de un valor:

$$\begin{aligned}
 T3 &= \text{mínimo } (T4 - D3, 4, T5 - D3, 5, T6 - D3, 6) = \\
 &= \text{mínimo } (4 - 0, 6 - 1, 6 - 1) = \\
 &= \text{mínimo } (4, 5, 5) = 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T2 &= \text{mínimo } (T3 - D2, 3, T4 - D2, 4) = \\
 &= \text{mínimo } (4 - 3, 4 - 1) =
 \end{aligned}$$



$$= \text{mínimo}(1, 3) = 1$$

$$TI = T2 - DI, 2 = 1 - 1 = 0$$

$$(TI = T2 - \text{valor correspondiente a } i - 1)$$

		EVENTOS FINALES (j)								ti
		1	2	3	4	5	6	7	8	
EVENTOS FINALES (i)	1	-	1							0
	2	-	-	3	1					1
	3	-	-	-	0	1	1			4
	4	-	-	-	-	-	2			4
	5	-	-	-	-	-	0			5
	6	-	-	-	-	-	-	3		6
	7	-	-	-	-	-	-	-	2	9
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Tj		0	1	4	4	6	6	9	11	

Comprobamos que $TI = ti = 0$ que es prueba de que no ha habido error en los cálculos, (suponiendo $T8 = t8$)

Resumiendo estos datos en la siguiente Tabla:

Activida	Tiempos más breves		Tiempos máximos		Holgura $Hij - Tj - PFij$
	Inicio $PLij = ti$	Final $PFij = ti + Dij$	Inicio $ULij = Tj - Dij$	Final $UFij = Tj$	
1-2	0	1	0	1	0
2-3	1	4	1	4	0
2-4	1	2	3	4	2
3-4	4	4	4	4	0
3-5	4	5	5	6	1
3-6	4	5	5	6	1
4-6	4	6	4	6	0
5-6	5	5	6	6	1
6-7	6	9	6	9	0
7-8	9	11	9	11	0

6. Identificación del Camino Crítico

Se define como camino crítico al camino que tiene asociada la holgura mínima.

Cuando se utiliza la convención de holgura cero ($Tn = TS \text{ d } tn$), la holgura del camino crítico será distinta de cero, pudiendo ser positiva o negativa. Cuando el Diagrama de Flechas tiene un único



evento inicial y un único evento final, no existiendo además imposiciones de tiempos en eventos intermedios del diagrama, el camino crítico también es el camino más largo del diagrama.

En la Figura VII-4 (B), el camino con menor holgura es el determinado por las actividades:

1, 2, 3, 5, 6

Por lo que es considerado camino crítico. Su holgura es cero y su duración igual a 12 semanas.

En la Figura VII-14(C), el camino con menor holgura (holgura igual a dos semanas y positiva) es también el determinado por las actividades:

1,2, 3, 5, 6

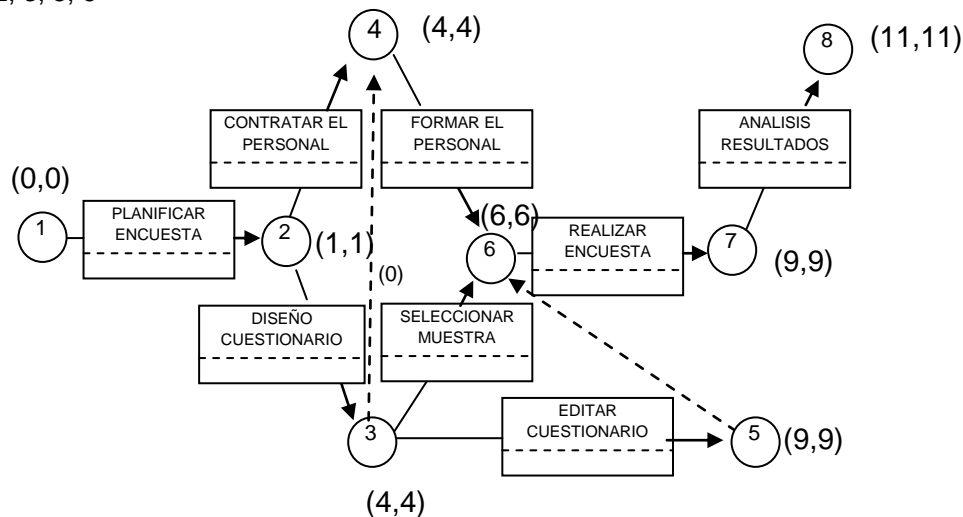


Figura VII-15 Holguras de cada actividad (entre paréntesis) y tiempos de eventos.

En nuestro ejemplo de la encuesta, la representación del diagrama con las holguras correspondientes nos permitirá identificar el camino crítico. En la Figura VII-15, se observa que el camino 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 es el que tiene menor holgura, cero en este caso por haber utilizado la convención holgura cero. Por lo tanto será el camino crítico con una duración igual a 11 semanas.

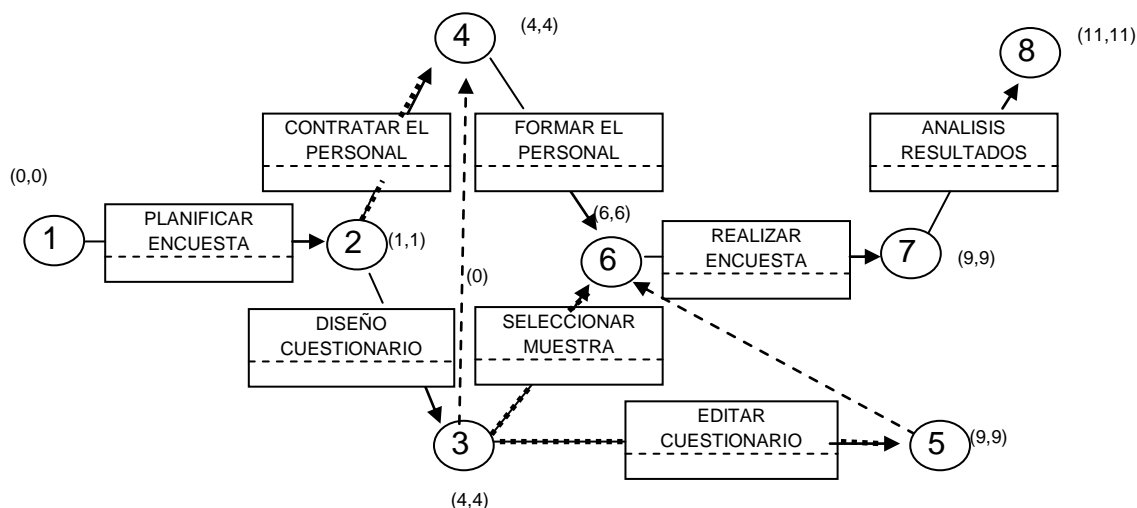


Figura VII-16. Camino Crítico



LAS HERRAMIENTAS ESTADISTICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

EL DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS

Aunque las causas de la variación en la calidad son innumerables, no toda causa afecta a la calidad en el mismo grado. Algunas la afectan enormemente, mientras que otras, aunque teóricamente consideradas como muy importantes, tienen poco efecto sobre la variación en la calidad cuando se controlan adecuadamente.

Las innumerables causas concebibles pueden categorizarse en dos grupos, el primero de los cuales consiste en un pequeño número de causas que, sin embargo, tienen un gran efecto (*los pocos vitales*), y un segundo grupo que incluye muchas causas que tienen sólo efectos menores (*los muchos triviales*). Generalmente, no hay muchos factores que realmente causen defectos. Este hecho se llama *principio de Pareto* y se usa en muchos casos.

Con la aplicación del ya mencionado principio de variación y de éste de Pareto se facilita considerablemente el problema de reducir el número de productos defectuosos. Lo que necesitamos hacer es encontrar las pocas causas vitales de los productos defectuosos y eliminar estas causas después de que se hayan identificado claramente. "En nuestro proceso hay tantas causas de productos defectuosos que es realmente imposible controlarlas". Comentarios como éste se escuchan con frecuencia en sitios donde los procesos están llenos de productos defectuosos. Todo proceso tiene muchas causas de variación en la calidad, y ningún proceso tiene un número especialmente alto de esas causas. Hay una gran diferencia entre tener muchos "sospechosos" que pueden estar causando los defectos y realmente tener muchos "culpables" que de hecho estén causando los defectos.

El proceso de encontrar las causas de los productos defectuosos entre muchos factores se llama *diagnóstico del proceso*. Para reducir el número de productos defectuosos, la primera acción necesaria es hacer un diagnóstico correcto para ver cuáles son las verdaderas causas de los defectos. Si esto no se hace correctamente, no se puede reducir el número de productos defectuosos. Es como dar a un paciente de apendicitis un remedio para la digestión, que, desde luego, no lo cura. El efecto puede ser que el paciente se sienta mejor por un tiempo, pero después la enfermedad recurrirá en una forma peor que antes.

¿Cómo hacer un diagnóstico correcto? Hay muchos métodos. Algunos utilizan la intuición, otros dependen de la experiencia. Aun otros recurren al análisis estadístico de los datos, y hasta se puede usar la investigación experimental. El método intuitivo se usa con frecuencia porque es muy rápido. De hecho, hay algo más que la intuición ordinaria en la intuición de un verdadero experto, y debe respetarse. Un movimiento intuitivo hecho por un experto jugador de ajedrez es superior al movimiento hecho por cien aficionados. El consejo y la intuición de los especialistas y los expertos deben respetarse profundamente. Sin embargo, la dificultad en el problema de reducir el número de productos defectuosos es que no siempre es claro quién es el verdadero experto. En el caso del



ajedrez, el consejo de los expertos merece casi total confianza porque tanto el fuerte como el débil se manifiestan en juegos reales, y los campeones son aquéllos que han ganado y han sobrevivido a duros torneos. En el caso del diagnóstico de proceso, sin embargo, es frecuente que quien parece ser un buen "médico" no lo sea necesariamente y puede resultar que sea alguien que "haya dejado morir muchos pacientes". Además, en una época de progreso rápido, es difícil seguir siendo un experto en todos los problemas cuya naturaleza está cambiando constantemente. Debido a que el problema de los productos defectuosos se encuentra con frecuencia en áreas en las cuales no hay experiencia previa, lo que se necesita no es muchos años de experiencia sino la decisión de reducir el número de productos defectuosos y una actitud de observación de la situación real en forma objetiva. La forma estadística de considerar las cosas y el uso de los métodos estadísticos es un medio muy eficaz para hacer esta observación.

Los métodos estadísticos proporcionan un medio eficaz para desarrollar una nueva tecnología y controlar la calidad de los procesos. Muchas empresas importantes han estado tratando de usar activamente los métodos estadísticos, y algunas han dedicado más de 100 horas al año a educación interna sobre este tema. El conocimiento de los métodos estadísticos se ha convertido en parte normal de la capacitación de un ingeniero, pero el conocimiento de los métodos estadísticos no proporciona inmediatamente la habilidad para usarlos. La habilidad para analizar las cosas desde el punto de vista estadístico es más importante que los métodos individuales. Además, necesitamos ser francos para reconocer los problemas y la variación, y recoger información sobre ellos. Finalmente, queremos subrayar que lo importante no es solamente el conocimiento de los métodos estadísticos como tales sino más bien la actitud mental hacia su utilización.



ANÁLISIS DE PARETO

Los problemas de calidad se presentan como pérdidas (productos defectuosos y su costo). Es muy importante aclarar el patrón de la distribución de la pérdida. La mayoría de las pérdidas se deberán a unos pocos tipos de defectos, y estos defectos pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. Si se identifican las causas de estos pocos defectos vitales, podremos eliminar casi todas las pérdidas, concentrándonos en esas causas particulares y dejando de lado por el momento otros muchos defectos triviales. El uso del diagrama de Pareto permite solucionar este tipo de problema con eficiencia.

Como elaborar diagramas de Pareto.

PASO 1

Defina que problema se va a investigar y cómo recoger los datos.

1. Decida qué tipo de problemas usted quiere investigar.

Ejemplo: productos defectuosos, pérdidas en términos monetarios, ocurrencia de accidentes.

2. Decida qué datos va a necesitar y cómo clasificarlos.

Ejemplo: por tipo de defecto, localización, proceso, máquina, trabajador, método.

3. Defina el método de recolección de datos y el periodo de recolección.

Ejemplo: se aconseja utilizar un formato de investigación.

PASO 2

Diseñe una tabla para el conteo de datos, con espacio suficiente para registrar los totales.

Tipo de defecto	conteo	Numero de defectos
Fractura		10
Rayado	42
mancha		6
Tensión	104
Rajadura		4
Burbuja		20
otros		14
Total		200

Tabla I-1 para el conteo de Datos

PASO 3

Diligencie la tabla de conteo y calcule los totales.

**PASO 4**

Elabore una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.

Tipo de defecto	Numero de defectos	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Tensión	104	104	52	52
Rayado	42	146	21	73
otros	14	166	10	83
Burbuja	20	176	5	88
Fractura	10	182	3	91
mancha	6	186	2	93
Rajadura	4	200	7	100
Total	200	-	100	-

Tabla II-2 Tabla para Diagrama de Pareto

PASO 5

Organice los ítems por orden de cantidad y llene la tabla de datos.

Nota: el ítem “otros” debe ubicarse en el ultimo renglón, independientemente de su magnitud. Esto se debe a que está compuesto de un grupo de ítems, cada uno de los cuales es más pequeño que el menor de los ítems citados individualmente.

PASO 6

Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.

1. Ejes verticales.
 - a. Eje izquierdo.

Marque este eje con una escala desde 0 hasta el total general.

- b. Eje derecho.

Marque este eje con una escala desde 0% hasta 100%.

- c. Eje horizontal.
 - d. Divida este eje en un número de intervalos igual al número de ítems clasificados.

PASO 7

Construya el diagrama de barras.

PASO 8

Dibuje a curva acumulada (curva de Pareto).

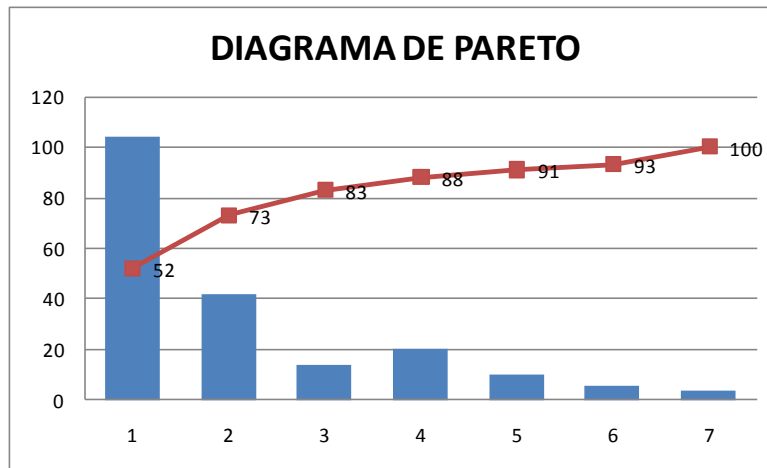


Grafico VI-1 Curva de pareto

Marque los valores acumulados (total acumulado o porcentaje acumulado) en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y conecte los puntos con una línea continua.

PASO 9

Escriba en el diagrama cualquier información necesaria.

1. Información sobre el diagrama.
Título, cifras significativas, unidades, nombre del dibujante.
2. Información sobre los datos.
Periodo de tiempo, tema y lugar de la investigación, número total de datos.

DIAGRAMAS DE PARETO DE FENOMENOS Y DIAGRAMAS DE PARETO DE CAUSAS

Un diagrama de Pareto es un método para identificar los pocos vitales, y existen dos tipos.

Diagrama de Pareto de fenómenos.

Este es un diagrama en el cual se relacionan resultados indeseables, como los que se presentan a continuación, y se utiliza para averiguar cuál es el principal problema.

1. Calidad: defectos, faltas, fracasos, quejas, ítems devueltos, reparaciones.
2. Costo: magnitud de pérdidas, gastos.
3. Entrega: escasez de inventarios, demoras en los pagos, demoras en la entrega.
4. Seguridad: accidentes, errores, interrupciones.

Diagramas de Pareto de causas.

Este es un diagrama en el cual se relacionan los resultados indeseables, como los que se presentan a continuación, y se utiliza para averiguar cuál es el principal problema.



1. Operativo: turno, grupo, edad, experiencia, destreza.
2. Máquina: máquinas, equipos, herramientas, organizaciones, modelos, instrumentos.
3. Materia prima: productor, planta, lote, clase.
4. Método operacional: condiciones, órdenes, disposiciones, métodos.

NOTAS SOBRE LOS DIAGRAMAS DE PARETO.

Sugerencias para elaborar diagramas de Pareto.

Pruebe varias clasificaciones y construya muchas clases de diagrama de Pareto.

Usted podrá captar la esencia de un problema observándolo desde varios ángulos, es necesario tratar de encontrar varios métodos de clasificación hasta que identifique los pocos vitales, lo cual constituye el propósito del análisis de Pareto.

No es conveniente que “otros” represente un porcentaje de los más altos. Si esto sucede, se debe a que los ítems para la investigación no se han clasificado apropiadamente y demasiados ítems caen en esta categoría. En este caso, debe considerarse un método diferente de clasificación.

Si los datos se pueden representar en valores monetarios, lo mejor es dibujar un diagrama de Pareto que muestren esto en el eje vertical. Si no se aprecian adecuadamente las implicaciones financieras de un problema, la investigación puede resultar ineficaz. E la administración, los costos constituyen una importante escala de medición.

Sugerencias para usar diagramas de Pareto.

1. Si un ítem se puede solucionar fácilmente, debe afrontarse de inmediato aunque sea relativamente de poca importancia. Debido a que un diagrama de Pareto tiene como objetivo la solución eficiente de problemas, se requiere, básicamente, que afrontemos los pocos vitales. Sin embargo, si por medio de una sencilla medida se puede solucionar un ítem que parece relativamente de poca importancia, servirá como ejemplo de solución eficiente de un problema, y la experiencia, la información y los incentivos que los empleados pueden obtener por este medio serán de gran ayuda en la futura solución de problemas.
2. No deje de hacer un diagrama de Pareto de causas. Después de haber identificado el problema por medio de un diagrama de Pareto de fenómenos, para solucionarlo es necesario identificar las causas. Por tanto, es vital hacer un diagrama de Pareto de causas si es que se va a hacer mejoras.



DIAGRAMA DE CAUSA EFECTO

El resultado de un proceso puede atribuirse a una multitud de factores, y es posible encontrar la relación causa-efecto de esos factores, y es posible encontrar la relación causa-efecto de esos factores. Podemos determinar la estructura o una relación múltiple de causa-efecto observándola sistemáticamente. Es difícil solucionar problemas complicados sin tener en cuenta esta estructura, la cual consta de una cadena de causas y efectos, y el método para expresar esto en forma sencilla y fácil es un diagrama de causa-efecto.

En 1953, Kaoru Ishikawa, profesor de la Universidad de Tokio, resumió la opinión de los ingenieros de una planta dándole la forma del diagrama de causa-efecto mientras discutían un problema de calidad. Se dice que ésta fue la primera vez que se usó este enfoque. Antes de esto, el grupo de trabajo del profesor Ishikawa había usado este método para organizar los factores en actividades de investigación. Cuando el diagrama se usó en la práctica, mostró ser muy útil y pronto llegó a usarse ampliamente en muchas compañías en todo Japón. Se incluyó en la terminología del JIS (Estándares Industriales Japoneses) del control de calidad, y se definió de la siguiente manera.

Diagrama de causa-efecto: diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores.

Actualmente, el diagrama se usa no solamente para observar las características de calidad de los productos sino también en otros campos, y ha sido ampliamente aplicado en todo el mundo.

COMO ELABORAR DIAGRAMAS CAUSA-EFECTO

Elaborar un diagrama causa-efecto que sea útil no es tarea fácil. Puede afirmarse que quienes tienen éxito en la solución de problemas de control de calidad son aquellos que tienen éxito en hacer diagramas de causa-efecto que sean útiles. Hay muchas maneras de hacer el diagrama, pero aquí se describirán dos métodos típicos.

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR UN DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS

PASO 1

Describe el efecto o atributo de calidad.

PASO 2

Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja de papel, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadrado. En seguida, escriba las causas primarias que afectan la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.

PASO 3

Escriba las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan los huesos medianos como huesos pequeños.

PASO 4



Asigne la importancia de cada factor, y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

PASO 5

Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

Explicación del procedimiento

Con frecuencia puede parecer difícil proceder cuando se utiliza este enfoque. El mejor método en ese caso es considerar la “variación”. Por ejemplo, observe la variación en la característica de calidad cuando reflexiona en los huesos grandes. Si los datos muestran que esa variación existe, observe por qué existe. Una variación en el efecto puede ser causada por una variación en los factores. Este tipo de reflexión puede ser muy eficaz.

Por ejemplo, cuando usted está elaborando un diagrama de causa-efecto relacionado con cierto defecto, puede descubrir que hay una variación en el número de defectos que ocurren en días diferentes de la semana. Si el defecto ocurre con más frecuencia los lunes que en cualquier otro día de la semana, usted puede reflexionar como sigue: “¿por qué ocurrió el defecto?”, “¿por qué ocurrió el defecto con más frecuencia los lunes que en cualquier otro día de la semana?”. Esto lo hará buscar factores que hacen que el lunes sea diferente de otros días, lo cual le permitirá descubrir finalmente la causa del defecto.

La adopción de este método de reflexión en cada etapa de la investigación de la relación que existe entre la característica y los huesos grandes, los huesos grandes y los huesos medianos, los huesos mediano y los huesos pequeños, hace posible construir con bases racionales un diagrama útil de causa-efecto.

Una vez completo el diagrama de causa-efecto, el siguiente paso es asignar la importancia de cada factor. Todos los factores del diagrama no se relacionan necesariamente en forma estrecha con la característica. Marque esos factores que parecen tener un efecto particularmente significativo sobre la característica. Finalmente, incluya cualquier información que pueda ser de utilidad en el diagrama, tal como el título, el nombre del producto, el proceso o grupo, la lista de participantes, la fecha, etc.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO MEDIANTE LISTAS SISTEMÁTICAS DE CAUSAS

PASO 1

Escoja la característica de calidad.

PASO 2

Busque todas las causas posibles que puedan afectar a la característica de calidad.

PASO 3

Agrupe las causas por la afinidad que tengan entre si y elabore un diagrama de causa-efecto conectando aquellos elementos que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

PASO 4



Asigne la importancia a cada factor, y señale los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

PASO 5

Escriba cualquier información que pueda ser de utilidad.

Explicación del procedimiento

Este enfoque se caracteriza por la relación que establece entre dos actividades diferentes: la percepción de tantas causas como sea posible y su agrupación sistemática.

Para la percepción de causas se requiere una decisión abierta y activa, y un método eficaz para dirigir una reunión con este propósito es la tormenta de ideas, inventada por A.F Osborn en los estados unidos.

En la elaboración del diagrama de causa-efecto, las causas se deben agrupar sistemáticamente procediendo de los huesos pequeños a los huesos medianos, y después de los medianos a los huesos grandes.

NOTAS SOBRE LOS DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO.

Sugerencias para elaborar los diagramas de causa efecto.

1. Identifique todos los factores relevantes mediante consultas y discusiones entre muchas personas. Los factores que influyen más fuertemente sobre las características deben determinarse entre aquellos que aparecen en el diagrama. Si se deja por fuera un factor en la etapa de discusión inicial, antes de que se construya el diagrama, no aparecerá más tarde. En consecuencia, la discusión entre todas las personas involucradas es indispensable para preparar un diagrama completo que no tenga misiones.
2. Expresé la característica tan concretamente como sea posible. La característica que se expresa en términos abstractos dará como resultado un diagrama de causa-efecto basado en generalidades. Aunque ese tipo de diagramas no tenga errores básicos desde el punto de vista de las relaciones causa efecto, no será muy útil para resolver problemas reales.
3. Haga un diagrama para cada característica. Los errores en el peso y en la longitud del mismo producto tendrán estructuras diferentes de causa-efecto, y deberán analizarse en dos diagramas separados. El intento de incluir todo en un solo diagrama dará como resultado un diagrama inmanejable por ser demasiado grande y complicado, la cual hará que la solución de los problemas sea muy difícil.
4. Escoja una característica y unos factores medibles. Una vez completo el diagrama de causa-efecto, es necesario captar la fuerza de la relación causa-efecto en forma objetiva utilizando datos. Con este fin, tanto la característica como los factores causales deben ser medibles. Cuando es imposible medirlos,
5. Usted debe tratar de hacerlos medibles, o encontrar características sustitutivas.
6. Descubra factores sobre los que sea posible actuar. Si usted ha identificado una causa sobre la cual es imposible actuar, el problema no se solucionará. Si se ha de mejorar, las causas deben subdividirse hasta el nivel en el cual sea posible actuar sobre ellas, o de lo contrario su identificación será un ejercicio sin sentido.

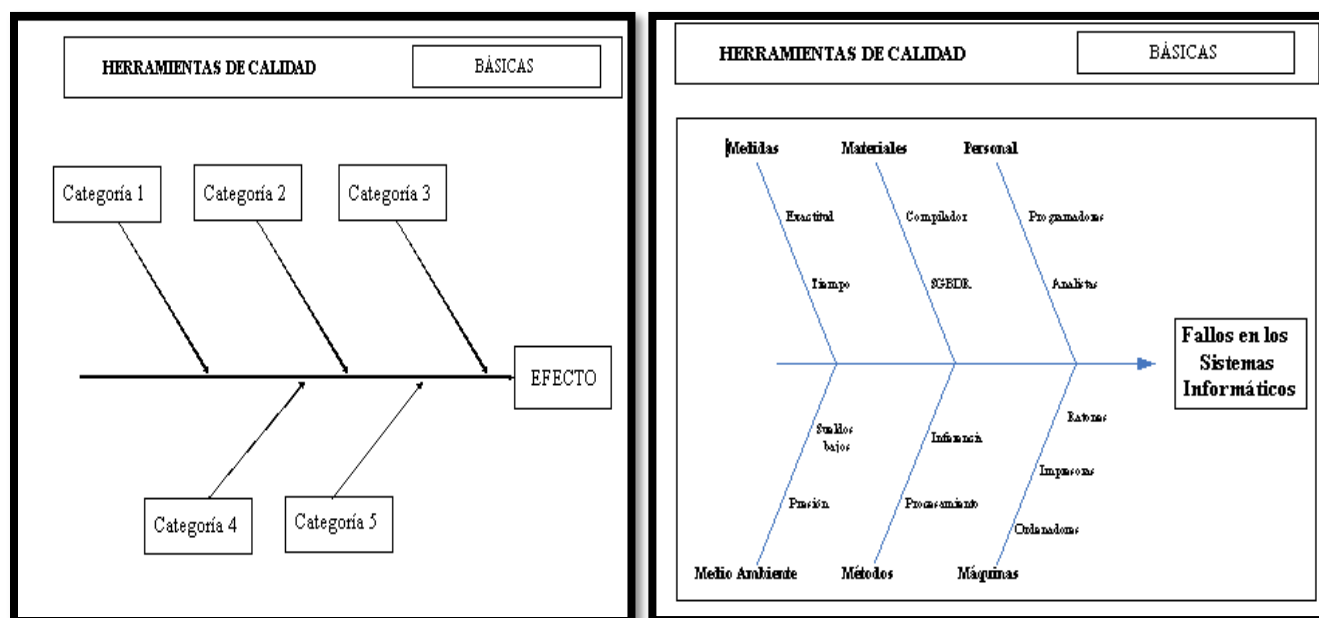


Sugerencias para el uso de los diagramas de causa-efecto

1. Asigne la importancia de cada factor objetivamente con base en datos. El examen de los factores con base en su propia habilidad y experiencia es importante, pero es peligroso juzgar su importancia únicamente con base en las percepciones o impresiones subjetivas. La mayoría de los problemas que pueden solucionarse, y por lo tanto, la mayoría de los problemas restantes no pueden solucionarse usando ese enfoque. La asignación objetiva de la importancia a los factores usando datos es más científico y más lógico.
2. Trate de mejorar continuamente el diagrama de causa-efecto, mientras lo usa. La utilización de un diagrama de causa-efecto le ayudará a identificar las partes que deben ser verificadas, omitidas o modificadas, así como a descubrir las partes que deben agregarse. Trate repetidamente de mejorar su diagrama; finalmente obtendrá un diagrama realmente útil. Esto le permitirá solucionar problemas y, al mismo tiempo, le ayudará a mejorar su habilidad y a incrementar su conocimiento técnico.

DIAGRAMA PARETO Y DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO

Para la solución de problemas deben usarse varios métodos conjuntamente, y la combinación de un diagrama de Pareto con un diagrama de causa-efecto es especialmente útil.





HISTOGRAMAS

DISTRIBUCIONES E HISTOGRAMAS

VARIACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Si pudiéramos recoger datos sobre un proceso en el cual todos los factores (hombre, maquina, material, método, etc.) fueran perfectamente constantes, los datos sobre cada uno de estos factores conservarían su valor. Sin embargo, e realidad es imposible mantener todos los factores constantes todo el tiempo. Estrictamente hablan, aun algunos factores que suponemos constantes no pueden ser perfectamente constantes. Es inevitable que los valores en un conjunto de información tengan variaciones. Los valores que toma un factor a través del tiempo no son siempre los mismos, pero eso no quiere decir que estén determinados de una manera desordenada. Aunque los valores cambian todo el tiempo, están gobernados por cierta regla, y esta es que los datos tienen una determinada distribución.

POBLACIÓN Y MUESTRA

En control de calidad, tratamos de descubrir los hechos reuniendo datos y después tomamos las acciones apropiadas con base en esos hechos. Los datos no se recogen como un fin en si mismos, sino como un medio para descubrir los hechos que están tras los datos.

Por ejemplo, consideramos el caso de una inspección por muestreo. Tomamos una muestra de un lote, realizamos un proceso de medición, y después decidimos si debemos aceptar rodo el lote o no. En este caso, nuestra preocupación no es la muestra misma sino la calidad de todo el lote. Como otro ejemplo, consideramos el control de un proceso de utilizando una gráfica de control X – R. nuestro propósito no es determinar las características de la muestra con base en la cual hacemos la grafica X-R, sino averiguar cuál es el estado actual del proceso.

La totalidad de los ítems en consideración se denomina población. En el primer ejemplo anterior, la población es el lote, y en el segundo es el proceso.

A algunas personas puede parecerles difícil considerar un proceso como una población porque mientras que el lote es realmente un grupo finito de objetos individuales, un proceso no es de ninguna manera un producto, sino que se compone de cinco elementos (hombre, maquina, material, método y medición). Cuando fijemos nuestra atención en la función de manipular productos, reconoceremos que sin duda el proceso produce en grupo de productos por otra parte, a menos que el proceso se detenga, el numero de productos es infinito, razón por la cual se considera que un proceso es una población infinita.

Una muestra es uno o mas ítems tomados de una población para proporcionar información sobre la población. Como una muestra se usa para estimar las características de toda la población, debe seleccionarse de tal maneta que refleje las características de ésta. Un método común para la seleccón de muestras es seleccionar cualquier miembro de la población con igual probabilidad. Este método se llama muestreo aleatorio, y una muestra seleccionada por medio del muestreo aleatorio, y una muestra seleccionada por medio del muestreo aleatorio se llama muestra aleatoria.



Los datos se obtienen midiendo las características de una muestra. Utilizando estos datos, legamos a inferir sobre la población y, en consecuencia, tomamos una acción correctiva. Sin embargo, el valor obtenido de una muestra variaría según la muestra seleccionada, lo cual dificulta decidir qué acción es apropiada. El análisis estadístico nos dirá cómo interpretar este tipo de datos.

Ejemplo de aplicación:

- ☐ Frecuencia de cantidad de personas en un determinado horario de atención,
- ☐ Frecuencia en el tiempo de respuesta de departamentos como mantenimiento, compras, personal,
- ☐ Frecuencia con que se presentan determinados valores tales como la resistencia del cemento, espesor de un tubo, diámetros, pesos etc.

CÓMO SE ELABORA UN HISTOGRAMA:

Para la elaboración de un Histograma, ahondaremos un poco más en las instrucciones que en las otras herramientas vistas; esto se debe a la confusión que se crea al momento decidir sobre el número de clases (barras), necesarias o bien a los propios límites de clase, etc.

1. Cuente la cantidad de datos en la serie (n).
2. Determine el rango, R, de los datos. El rango es la diferencia entre el Valor más grande y el más pequeño del conjunto de datos.
3. Divida el valor del rango ® entre un cierto número de clases referidas como K.

La tabla de abajo es una que nos muestra para diferentes cantidades de datos el número recomendado de clases a utilizar.

No. de Datos	No de Grupos (K)
Menos 50	5 a 7
50 a 100	6 a 10
100 a 250	7 a 12
Más 250	10 a 20

4. Determine el intervalo H, o amplitud de clase: Amplitud.

Una fórmula adecuada para hacer esto es la siguiente:

$$H = R/K$$

Es conveniente redondear H, a un número adecuado. No olvide que este intervalo debe ser constante a través de toda la distribución de frecuencias. Otra forma de calcularlo es $K = 1 + 3.3 \log n$ o Raíz cuadrada de n.

5. Determine los límites de clase:



Para una determinación sencilla de los límites de clase tome la menor medición individual de los datos. Use este número o redondee hacia un número menor. Este será el punto inferior del primer límite de clase. Tome este número y súmele el intervalo de clase. Sume consecutivamente el intervalo de clase al límite de clase inferior hasta que obtenga el número correcto de clases, que contiene todos los números.

6. Defina la marca de clase o punto medio $((LS-LI)/2)$
7. Calcule la frecuencia absoluta (Número de veces con que se presenta un valor)
8. Calcule la frecuencia relativa (porcentaje de cada valor con respecto a la suma del total)
9. Calcule la frecuencia acumulada (La suma acumulada de los porcentajes individuales)

Histograma

Es un conjunto de barras que representan los grupos en una gráfica. La línea vertical indica la cantidad de datos que contiene cada grupo. La línea horizontal se anotan las fronteras de todos los grupos. Un histograma es la representación grafica de una tabla de frecuencias.

El histograma nos muestra una vista rápida de la distribución de la característica medida. El histograma es una herramienta de diagnóstico muy importante ya que muestra una vista panorámica de la variación en la distribución de los datos.

El histograma revela que tanto varía un proceso.

Tipos de Histograma:

- a) **Tipo general (forma simétrica o de campana):** El valor de la media del histograma está en el centro del rango de los datos. La frecuencia es mayor en el centro y disminuye gradualmente hacia los extremos. La forma es simétrica. Es la forma más frecuente. Se conoce como distribución normal o campana.
- b) **Tipo peineta (bimodal)** Cada tercera clase tiene una frecuencia menor. Esta forma se presenta cuando el número de unidades de información incluida en la clase varía de una a otra o cuando hay una tendencia particular en la forma como se aproximan los datos.
- c) **Tipo con sesgo positivo (con sesgo negativo) Forma asimétrica.** El valor de la media del histograma está localizado a la derecha(izquierda) del centro del rango. La frecuencia disminuye de manera más brusca hacia la derecha (izquierda), pero gradualmente hacia la izquierda (derecha). Esta forma se presenta cuando el límite inferior (superior) se controla teóricamente o por un valor de especificación o cuando se presentan valores inferiores (superiores) a cierto valor.
- d) **Tipo de precipicio a la izquierda (de precipicio a la derecha Forma asimétrica.** El valor de la media del histograma está localizado al extremo izquierdo (derecho) lejos del centro del rango. La frecuencia disminuye bruscamente a la izquierda (derecha), y gradualmente hacia la derecha (izquierda). Esta es una forma que se presenta frecuentemente cuando se ha realizado una selección de 100% debido a una baja capacidad del proceso, y también cuando el sesgo positivo (negativo) se hace aún más extremo.



- e) **Tipo Planicie** Las frecuencias forman una planicie, porque las clases tienen más o menos la misma frecuencia excepto aquellas de los extremos. Esta forma se presenta con una mezcla de varias distribuciones que tienen valores de la media diferentes.
- f) **Tipo doble pico (bimodal)** La frecuencia es baja cerca del centro del rango de la información y hay un pico a cada lado.
- g) **Tipo de pico aislado** Se presenta un pequeño pico aislado además de un histograma de tipo general. Esta es la forma que se presenta cuando se incluye una pequeña cantidad de datos de una distribución diferente, como es el caso de anomalía de proceso, error de medición, o inclusión de información de un proceso diferente.

Consejos

No espere que toda distribución sea normal. Analice el tipo de distribución obtenida y su ubicación con respecto a los límites permitidos. Observe la distribución para conocer su variabilidad. Observe si la distribución es bi modal (2 turnos, dos máquinas, dos procesos) lo que significaría diferentes fuentes de datos. Anote toda la información necesaria. El número de clases (barras en la gráfica) determina el tipo de imagen en la distribución. Las distribuciones de algunos procesos son sesgadas por naturaleza. Utilice los datos de la Hoja de Inspección.

GRAFICA DE HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA

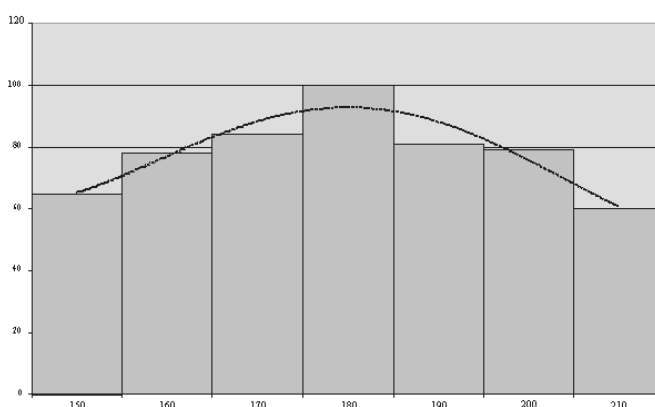
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA

GRUPO	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	

HERRAMIENTAS DE CALIDAD

BÁSICAS

Histograma





HOJA DE CHEQUEO

Es una herramienta que se utiliza para recolectar los datos del problema que se analiza. Mediante el diseño de un sencillo formato, se recopila información sobre indicadores, causas de los problemas etc. También es conocida como Hoja de Verificación o Hoja de Chequeo.

La hoja de inspección es un registro de información que indica el número de veces que ha sucedido algo, por ejemplo la cantidad de personas atendidas por hora en caja, tiempo de respuesta de promotores, causas de cheques devueltos, causa de solicitudes rechazadas, defectos en productos, etc..

El formato debe contener la siguiente información:

- Servicio, departamento al que se refieren los datos
- Fecha de recolección y hora si es necesario

Es muy importante determinar el uso que se le dará a la información con el propósito de establecer las características de los datos y el formato de recolección.

Para qué se usa:

En este tipo de formato se utiliza para conocer la frecuencia con que aparecen las causas posibles de los problemas o también la frecuencia con que se presentan los clientes durante un determinado período, así como registrar el tiempo en que se tarda en atender un cliente o una solicitud. Igualmente puede utilizarse para recopilar pesos de productos, temperaturas de hornos, etc.

Beneficios:

Si está bien estructurada le permite recolectar información de una forma sencilla y práctica de manera tal que no interrumpa las labores de la persona que está registrando la información.

Permite responder a la pregunta ¿Cuándo ocurre?. ¿Dónde ocurre? ¿En qué consiste?, ¿Porque está sucediendo?, ¿Cómo sucede? ¿Con qué frecuencia?, así como el origen de los datos (Tipo de producto, Proceso, caja, departamento y persona que tomó los datos).

Facilita la tabulación de la información.

Limitaciones y precauciones:

Debe tenerse el cuidado de anotar la información en el tiempo real, lo cual puede ser un problema si la hoja de inspección no está bien diseñada.



Ejemplo de aplicación:

- ☐ Causas de atraso en entregas
- ☐ Defectos en productos
- ☐ Errores en la prestación de servicios
- ☐ Errores en la confección de cheques, errores mecanográficos
- ☐ Tiempos de trámite en cajeros
- ☐ Frecuencia de llegada de clientes personalmente o bien por teléfono
- ☐ Temperatura de hornos
- ☐ Peso de los productos

Cómo se elabora:

- ☐ La hoja de verificación o inspección puede ser tan complicada o sencilla como sean las necesidades del que utilizará la información.
- ☐ Determine el tipo de información que necesita recopilar.
- ☐ Establezca la cantidad de información adecuada para dar respuesta a sus preguntas.
- ☐ Utilice la información de la que ya dispone, siempre que sea posible
- ☐ Establezca una metodología única de recolección de datos y la forma de resumirla
- ☐ Haga una prueba piloto y ajuste la metodología si lo considera necesario

Consejos

- ☐ Asegúrese que el proceso de toma de datos es eficiente, de manera que las personas tengan tiempo de hacerlo.
- ☐ Los datos a ser tomados deben ser homogéneos (una misma caja, un mismo producto, un mismo turno, una misma máquina), de lo contrario, necesitará hacer una estratificación de los datos (agrupación).
- ☐ Utilice la información del Diagrama de Causa - Efecto para confeccionar la Hoja de Inspección.
- ☐ No olvide completar con toda la información necesaria (Fecha, Departamento, Proceso, Persona, Etc.)

DIAGRAMA LISTA DE CHEQUEO

HERRAMIENTAS DE CALIDAD

BÁSICAS

Hoja de chequeo

- 1.- Definir problema
- 2.- Definir datos necesarios
- 3.- Planificar recogida
- 4.- Recoger datos
- 5.- Analizar e interpretar datos
- 6.- Presentar datos

HERRAMIENTAS DE CALIDAD

BÁSICAS

Longitud	Máquina A	Máquina B	Máquina C	Total
23,98-23,99	III III III	III	III I	22
23,99-24,00	III III III	III III III	III III II	40
24,00-24,01	III III	III III III	III II	30
24,01-24,02	III I	II	III	11
Total	44	31	28	103



INSTRUCCIÓN PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN (REGRESIÓN) O DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Qué es:

Es una representación gráfica que muestra la relación de una variable con respecto a otra (No necesariamente existe una relación causa- efecto).

El análisis de Regresión relaciona el desempeño de una característica de interés (usualmente llamada la variable de “respuesta o efecto” también conocida como variable dependiente) con factores de causa potenciales (usualmente llamada variable “explicatoria”, causa o variable independiente”). Tal relación es especificada por un modelo que puede ser de la ciencia, de la economía o de la ingeniería, etc., o puede ser derivado empíricamente. El objetivo es ayudar a entender las causas potenciales de variación como respuesta y explicar como cada factor contribuye a esa variación. Esto se alcanza mediante relación estadística de la variación en la variable dependiente con una variación de la variable causa o independiente y obtener el mejor ajuste al minimizar la desviación entre lo predictivo y la respuesta real.

Para qué se usa:

El Diagrama de dispersión es usado para estudiar la posible relación entre dos variables. Este tipo de diagrama se usa para probar posibles relaciones entre causa u efecto; no permite probar que una variable es causa de la otra, pero si aclara si existe una relación y la intensidad que pudiera tener la misma.

El análisis de regresión permite hacer lo siguiente: Probar hipótesis acerca de la influencia de una potencial variable causa en la respuesta, y usar esta información para describir el cambio estimado en la respuesta para un cambio dado en la variable causa; Predecir el valor de la variable dependiente para valores específicos de la variable independiente; Predecir (a un nivel establecido de confianza) el rango de valores dentro el cual la se espera la respuesta, dados los valores específicos de la variable causa; Estimar la dirección y el grado de asociación entre la variable dependiente y la variable causa, independiente o explicatoria (tal asociación no implica causalidad). La información puede ser utilizada, por ejemplo para determinar el efecto de cambiar un factor tal como la temperatura de un proceso, mientras otros factores se mantienen constantes.

Cuando se desea establecer relaciones entre dos indicadores (indicadores de resultado e inductores de actuación), tal y como lo sugiere la metodología del Balanced Scorecard (BSC)

Beneficios:

El análisis de regresión puede proveer la relación entre varios factores y la respuesta de interés y tal relación puede ayudar a guiar decisiones relacionadas con el proceso bajo estudio y finalmente mejorar el proceso.

El análisis de regresión tiene habilidad para describir comportamientos en respuesta a datos consistentes, comparar diferentes sub grupo de datos relacionados, y analizar potenciales relaciones causa-y-efecto. Cuando las relaciones son bien diseñadas, el análisis de regresión puede proveer un estimado de las magnitudes relativas del efecto de la variable independiente o



causa, así como la fortaleza relativa de esas variables. Esta información es potencialmente valiosa en controlar o mejorar la salida de un proceso.

El análisis de regresión puede también proveer el estimado de las magnitudes y fuente de influencia en la respuesta que proviene de factores que no ha sido bien medido u omitidos en el análisis. Esta información puede ser utilizada para mejorar el sistema de medición o el proceso.

El análisis de regresión puede ser utilizado para predecir el valor de la variable dependiente, para valores dados de uno o más variables independientes; asimismo puede ser utilizada para predecir el efecto de los cambios en las variables causa en un efecto existente o predictivo. Puede ser útil para conducir tal análisis antes de invertir mas tiempo o dinero en un problema, cuando la efectividad de la acción no es conocida.

En el BSC permite evaluar si realmente la mejora en un inductor de actuación tiene alguna relación con el indicador de resultado.

Limitaciones y precauciones:

Cuando se diseña un modelo, se requieren conocimientos especiales para especificar el análisis de regresión adecuado (eg., lineal, exponencial, multivariable etc), y en diagnósticos para mejorar el modelo. La presencia de variables omitidas, errores de medición, y otras fuentes de variaciones inexplicadas en la respuesta puede complicar el modelo utilizado. Las suposiciones detrás del modelo de regresión utilizado, y las características de los datos disponibles, determinan que técnica es apropiada para el análisis del problema.

Un problema algunas veces encontrado al desarrollar los modelos de regresión es la presencia de datos los cuales su validez es cuestionable. Cuando sea posible la validez de los datos debe ser investigada ya que su inclusión o omisión, puede influenciar las estimaciones de los parámetros del modelo, y por consiguiente la respuesta.

Es importante simplificar el modelo minimizando las variables explicatorias o independientes. La inclusión de variables innecesarias puede opacar la influencia de las variables explicatorias o independientes y reducir la precisión de la predicción del modelo. Sin embargo, omitir una variable explicatoria importante, puede limitar seriamente el modelo y utilidad de los resultados.

Ejemplo de aplicación:

El análisis de regresión es usado para modelar las características de producción tales como salidas, desempeño de calidad, tiempo de ciclo, probabilidad de falla en pruebas o inspecciones y varios comportamientos de deficiencia en los procesos. El análisis de regresión es usado para identificar la mayoría de los factores importantes en esos procesos, y la magnitud y naturaleza de su contribución a la variación en la característica de interés.

El análisis de regresión es usado para predecir las salidas de un experimento, o estudios prospectivos o retrospectivos controlados, estudios de variación en materiales o condiciones de producción.

El análisis de regresión es usado para verificar la substitución de un método de medición por otro, como por ejemplo reemplazando una prueba destructiva o el método de consumo de tiempo por uno no-destructivo o economía de tiempo.



Relación causa efecto entre indicadores e inductores

Relación entre objetivos estratégicos y objetivos de proceso.

Ejemplos de aplicaciones de regresión no-lineal incluyendo la modelación de concentraciones de drogas como funciones de tiempo y peso correspondientes; modelación de reacciones químicas como función del tiempo, temperatura y presión, etc.

Cómo se elabora:

El diagrama de dispersión, se traza de forma que el eje horizontal (eje x) represente los valores de una variable y el eje vertical (eje y) represente los valores de otra.

- Reúna de 50 a 100 pares de datos (X, Y) cuyas relaciones quiera estudiar. Es aconsejable tener al menos 30 pares de datos.
- Construya una tabla similar a la siguiente:

DATOS	PESO EN KILOS	ALTURA EN METROS
1	72	1.70
2	81	1.55
3	99	1.90
X	X	X
30	47	1.55

- Trace un gráfico con los ejes horizontal(X) y vertical (Y) del mismo largo y escalas apropiadas. Los valores deberán aumentar a medida que usted se mueva hacia arriba y hacia la derecha en cada uno de los ejes. La variable que está siendo investigada como posible “causa” se sitúa por lo general en el eje horizontal (x) y la variable identificada como efecto en el vertical
- Registre los pares de datos en el gráfico
- Si nota que los valores se repiten circule ese punto tantas veces como sea necesario.
- Identifique si existe correlación y el tipo
- Complete con el nombre, fecha, autor etc.-
 - Si desea puede ejecutar la correlación mediante el uso de Excel:
 - Una vez que haya completado las dos columnas de datos confeccione un gráfico utilizando el XYB (Dispersión), con lo cual se muestra la relación entre las dos variables
 - Colóquese en cualquiera de los puntos ploteados del gráfico y haga clic en el botón derecho.
 - Seleccione “Agregar línea de tendencia”
 - Seleccione el tipo, generalmente se usa “lineal”.
 - Luego vaya a “opciones” y marque las dos últimas opciones: “Presentar ecuación y presentar valor R en el gráfico”.



- La ecuación identifica la forma de calcular un nuevo valor de Y
- El valor de “r” indica el grado de correlación entre las dos variables.

Interpretación:

Los puntos graficados forman un patrón determinado. La dirección y la unión de la agrupación le da idea sobre la fuerza de la relación entre la variable 1 y la variable 2. Cuanto más se asemeje este patrón a una línea recta, más fuerte será la relación entre las variables.

Esos es lógico puesto que una línea recta indica que cada vez que una variable cambia, la otra cambia de la misma manera.

1.- Correlación positiva: Un incremento de “Y” depende de un incremento de “X”. Si “X” es controlada “Y” es naturalmente controlada, por ejemplo: entrenamiento vs desempeño. $R = 0.9$

2.- Posible correlación positiva: Si “X” aumenta, “Y” incrementará un poco, positiva aunque “Y” parece tener otras causas diferentes a “X”. $R = 0.6$

3.- No correlación: No hay correlación. “Y” puede depender de otra variable. $R = 0.0$

4.- Posible Correlación negativa: Un aumento de “X” causará una tendencia negativa a disminuir en “Y” por ejemplo calidad vs quejas de los clientes, entrenamiento vs rechazos. $R = 0.6$

5.- Correlación Negativa: Un aumento en “X” causará una disminución en “Y” por lo tanto como en el punto 1, “X” puede ser controlada en lugar de “Y”. $R = 0.9$

CONSEJOS

- Una relación negativa (Si “y” aumenta, “x” disminuye), es tan importante como una relación positiva (Si “x” aumenta, “y” aumenta)
- Solamente puede afirmarse de que “y” y “x” están relacionadas, no que una es causa de la otra.
- Existen pruebas estadísticas disponibles para probar el grado exacto de relación entre las variables
- Siempre es conveniente observar el gráfico.
- Generalmente se utiliza la correlación de línea recta en donde $y = a + bx$ Sin embargo, éste no es el único tipo de relación que se encuentra habitualmente: existen otras relaciones como la logarítmica, exponencial etc. , $y = e$, $y = x^2$, $y^2 = x$



GRAFICAS DE CONTROL

Es una herramienta indispensable para detectar problemas pues proporciona información sobre la variabilidad debido a causas propias o ajenas al proceso y permite determinar si éste se encuentra bajo control.

- Indica cambios en el proceso
- Muestra la presencia de causas especiales de variación

Para qué se usa:

Se utiliza para registrar datos de un determinado proceso en donde se desea medir variables tales como tiempo de entrega, cantidad de transacciones, y diversos valores como pesos, dimensiones, temperaturas etc.

Su uso más frecuente es para controlar procesos o bien para presentar información recopilada durante un período de tiempo.

Diferenciar cuando el proceso es afectado por causas normales de variación o causas ajenas a éste.

Beneficios:

Permite de una forma visual detectar las tendencias de un determinado proceso o meta establecida, muestra si se han cumplido metas o especificaciones tanto en el nivel superior como en el inferior, y sirve para comparar con otros departamentos o empresas.

Un análisis más profundo, utilizando técnicas estadísticas permite detectar posibles cambios en los procesos. Su mayor beneficio es el controlar los procesos y determinar en qué momento se debe tomar acción o bien no hacer nada. Evita el uso de la inspección al final de la línea, atacando el problema antes de que este ocurra.

Limitaciones y precauciones:

Los datos deben recopilarse en el momento en que se presentan tratando de respetar su secuencia. Puede utilizarse tanto para variables como atributos pero requiere de un mayor conocimiento sobre la forma de aplicar cada tipo de gráfico.

Debe estudiarse correctamente el tipo de gráfica y como aplicarla ya que existen diversos tipos: gráfica de valores individuales, promedio simple, promedio móvil, promedio-rango, promedio-desviación estándar, gráfica de porcentajes, de partes defectuosas, de defectos y de defectos por unidad.

Ejemplo de aplicación:

- ☐ Ejemplo de ello son los tiempos de atención en cajas, tiempos en tramitar operaciones, tiempo de respuesta de los Promotores, tiempo de entrega de mensajeros etc.
- ☐ Cantidad de operaciones atendidas.
- ☐ Cantidad de defectos



- ☐ Control de temperaturas, control de pesos, control de llenado, control de dimensiones. Etc.

Cómo se elabora:

- ☐ El eje Y es la línea vertical de la gráfica, la cual debe contener la escala de valores a ser registrados como tiempo, cantidad, temperatura, peso, cantidad de errores, etc.
- ☐ El eje X es la línea horizontal (Tiempo, horas, días, meses).
- ☐ Un punto marcado indica la medición o cantidad observada en un tiempo determinado.
- ☐ Los puntos debe ser conectados para facilitar su interpretación.
- ☐ El período de tiempo y la unidad de medida deben ser claramente identificados.
- ☐ Si el valor anotado es el promedio de varias observaciones, la gráfica de promedios debe ser acompañada de una gráfica de rangos.
- ☐ Dibuje con una línea continua el promedio o el promedio de promedios.
- ☐ Dibuje con una línea punteada los límites superior e inferior, estos límites pueden ser la meta establecida o bien el valor que representa el desempeño de la competencia u otro departamento.
- ☐ Estadísticamente los límites de variación normal corresponden a más menos tres desviaciones estándar, o bien mediante otro medio, lo cual depende del grafico, los datos y el conocimiento de los que aplican el control estadístico de proceso. Puede obtenerse mayor información al respecto sobre las diferentes formas de calcular límites.

Consejos

- ☐ Asegúrese que el proceso de toma de datos es eficiente, de manera que las personas tengan tiempo de hacerlo.
- ☐ Los datos a ser tomados deben ser homogéneos (una misma caja, un mismo producto, un mismo turno, una misma máquina, un mismo proceso).
- ☐ Utilice la información de la Hoja de Inspección.
- ☐ No olvide completar con toda la información necesaria (Fecha, Departamento, Proceso, Persona, Etc.).
- ☐ Debe mantenerse el orden de los datos en el momento de ser recolectados.
- ☐ Complete con toda la información necesaria.
- ☐ Busque información adicional sobre la forma correcta de calcular los límites de control de acuerdo con la gráfica utilizada y el tipo de dato.



DIAGRAMAS DE FLUJO

Este diagrama, además de mostrar la secuencia con que suceden las actividades, contiene un grado mayor de detalle que permite considerar diferentes tipos de actividad y alteraciones en la secuencia, que pueden ser ocasionadas por revisiones o por la ocurrencia de alguna disyuntiva no previsible.

Permite observar de manera general lo que sucede en un proceso. El objetivo es lograr un diagrama con la información mínima para entender el comportamiento del proceso y poder realizar juicios sobre:

- * La eficiencia del flujo.
- * La justificación de realizar cada una de las actividades.
- * La posibilidad de modificar o eliminar algunas actividades o partes completas del diagrama.
- * La existencia de reprocesos innecesarios.
- * La existencia de autorizaciones innecesarias.

El Diagrama de Flujo es una buena herramienta para acercarse al proceso y poder planear adecuadamente las etapas posteriores de análisis con mayor detalle. Es muy conveniente usarlo como primer paso durante el diseño de un proceso nuevo o cuando se analizan modificaciones tendientes al mejoramiento.

PROCEDIMIENTO

1. Determine cuales son las entradas y salidas del proceso.
2. Establezca cual es la primera actividad que se realiza y vaya describiendo, con la simbología estándar, cuales son las actividades y el flujo del proceso.

OBSERVACIONES

De manera similar al Diagrama de Bloques, si lo considera conveniente, puede escribir las entradas y salidas del proceso y ligarlas con las actividades. Siéntase en libertad de hacer esto, de la manera que considere más conveniente.

- Recuerde que el punto anterior le proporciona una manera de verificar si todo está completo.
- Es importante respetar el orden en que se realizan las actividades y no poner en un mismo nivel, acciones que se realizan una después de la otra.
- En este diagrama se utilizan todos los símbolos.
- En algunos casos, principalmente cuando se trata de diseñar un proceso, conviene probar la estrategia de comenzar el diagrama desde el final, para terminarlo en el principio.



BENEFICIOS

- Proporciona una panorámica del proceso.
- Muestra el flujo del proceso, en el que se incluyen las alteraciones de la secuencia.
- Es una excelente herramienta para entender como funciona el proceso.
- Permite analizar y probar mejoras, diseñar partes completamente nuevas y prever los efectos que un cambio puede tener en otras partes del proceso.
- La especificación del tipo de actividad, permite identificar cuales son: no requeridas, ineficientes o redundantes.

GRAFICA DE DIAGRAMA DE FLUJO



Diagrama de flujo

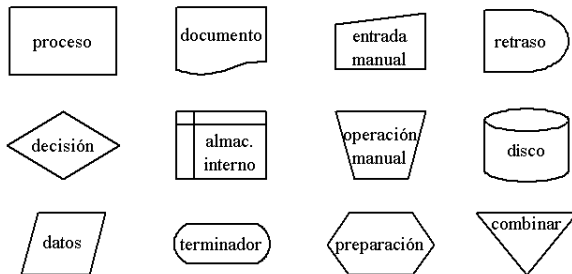
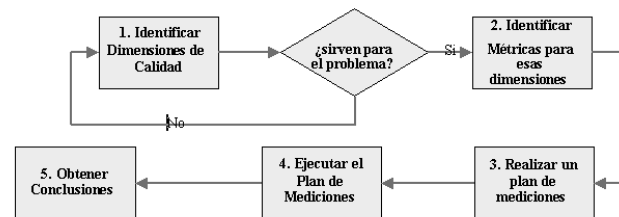


Diagrama de flujo





GLOSARIO

Actividad

Cualquier parte de un proyecto que consuma tiempo y/o recursos y disponga de un inicio y de un final perfectamente definidos. En un Diagrama de Flechas, las actividades representan el trabajo necesario para pasar de un evento o hito al siguiente. Una actividad puede implicar mano de obra, negociaciones contractuales, operaciones con maquinaria, etc.

En un diagrama de flechas, las actividades se representan gráficamente mediante flechas, por lo general incluyendo la descripción de la actividad y la estimación del tiempo necesario para desarrollarla.

Actividad Imaginaria

Es la representación gráfica, en forma de actividad, de la dependencia lógica entre dos actividades (la segunda actividad no puede comenzar antes de que se haya finalizado la primera). No comportan verdadero trabajo y su duración es igual a cero. También se las denomina "flechas de dependencia".

Suelen representarse mediante una flecha en la que la línea es discontinua, y en otras ocasiones mediante una flecha continua pero con duración igual a cero.

Análisis de Datos Matriciales

Otra denominación dada a la herramienta "Análisis Factorial". Ver Análisis Factorial.

Análisis Factorial

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para mostrar la fuerza de la relación existente entre distintas variables que han sido determinadas estadísticamente.

Camino Crítico

Es aquel compuesto por las actividades con menor holgura.

Ciclo PDCA

El Ciclo PDCA (Plan, planificar; Do, realizar; Check, comprobar; Act, actuar) es una libre adaptación japonesa del "ciclo o rueda de Deming". Mientras esta segunda resalta la importancia de la interacción entre las actividades relativas al estudio de mercados, planificación, fabricación y ventas, el Ciclo PDCA afirma implícitamente que se puede mejorar cualquier proceso, tanto de gestión como de fabricación. En Japón, el ciclo PDCA ha sido utilizado desde su inicio como una metodología de mejora continua, aplicándose a todo tipo de situaciones.

Características de Calidad. (CÓMO)

Características del producto o servicio relacionadas directa o indirectamente con las expectativas de los clientes.

Conductores clave

Se denominan conductores clave, en un Diagrama de Relaciones, a aquellas ideas/temas cuyas tarjetas tienen muchas más flechas salientes que entrantes. Corresponderán por lo general a las ideas centrales del tema u objetivo del proyecto. Son ideas con una gran influencia.



Despliegue de la Función Calidad (QFD)

Metodología diseñada para hacer que la voz del cliente pueda ser escuchada por todos los departamentos de la empresa, impulsando de este modo la comunicación estructurada y objetiva entre los mismos.

Diagrama de Afinidad

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para conseguir gran cantidad de ideas u opiniones y agruparlas en base a la relación natural existente entre ellas.

Diagrama de Árbol

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para representar gráficamente todos los métodos/actividades necesarios para conseguir un objetivo.

Diagrama de Flechas

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para realizar la planificación más apropiada para cualquier actividad y realizar su control de forma eficaz durante *su* progreso.

Diagrama Matricial

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para mostrar la relación existente entre actividades y personas o entre distintas actividades, por lo general para representar la responsabilidad de dichas actividades.

Diagrama Matricial en A

Caso particular del Diagrama Matricial en L. Es utilizado para representar las relaciones existentes entre un conjunto de factores, conjunto A, consigo mismo, permitiendo establecer la relación AA.

Diagrama Matricial en C

Diagrama utilizado para representar las relaciones existentes entre tres conjuntos de factores distintos, conjunto A, conjunto B y conjunto C, permitiendo establecer todas las relaciones existentes entre los conjuntos, relaciones AB, AC, BC y ABC.

Diagrama Matricial en L

Diagrama utilizado para representar las relaciones existentes entre dos conjuntos de factores distintos, conjunto A y conjunto B, permitiendo establecer las relaciones entre ambos, relación AB.

Diagrama Matricial en T

Diagrama utilizado para representar las relaciones existentes entre tres conjuntos de factores distintos, conjunto A, conjunto B y conjunto C, permitiendo establecer las relaciones existentes entre uno de ellos (el que ocupa el lugar del trazo vertical de la "T") y los otros dos, relaciones AB y AC.

Diagrama Matricial en X

Diagrama utilizado para representar las relaciones existentes entre cuatro conjuntos de factores distintos, conjunto A, conjunto B, conjunto C y conjunto D, permitiendo establecer las relaciones existentes entre los conjuntos tomados dos a dos. Relaciones AB, AD, CD y BC.



Diagrama Matricial en Y

Diagrama utilizado para representar las relaciones existentes entre tres conjuntos de factores distintos, conjunto A, conjunto B y conjunto C, permitiendo establecer las relaciones existentes entre los conjuntos tomados dos a dos, relaciones AB, AC y BC.

Diagrama del Proceso de Decisión

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para representar cualquier suceso concebible que pudiera ocurrir en un proceso de solución de problemas.

Diagrama de Relaciones

Herramienta de gestión encuadrada dentro de las conocidas como "Siete Nuevas Herramientas" utilizada para explorar y representar las relaciones existentes entre distintos factores en los problemas complejos.

Duración Media (D_i)

Estimación de la duración media de la actividad (i,j), actividad que se inicia en el evento i y finaliza en el evento j . Esta duración media puede provenir de un único valor o bien de la estimación de los valores "más optimista", "más probable" y "más pesimista" respecto la duración.

Duración más Optimista (D_o)

Mínimo tiempo necesario estimado para llevar a cabo una actividad.

Duración más Probable (D_m)

Mejor estimación de tiempo necesario para llevar a cabo una actividad.

Duración más Pesimista (D_p)

Máximo tiempo necesario estimado para llevar a cabo una actividad.

Efectos Clave

Se denominan efectos clave, en un Diagrama de Relaciones, a aquellos cuyas tarjetas tengan muchas más flechas entrantes que salientes. Son factores influidos por gran número de ideas.

Expectativas del Cliente. (QUÉ)

Determinación de qué es lo que el mercado reclama mediante la utilización de estudios de mercado, investigaciones y análisis de datos ya existentes.

Factores Claves

Se denominan factores claves a aquellos que. En un Diagrama de Relaciones, presentan un mayor número de flechas, tanto entrantes como salientes, significando que son factores que influyen o son influidos en/por gran número de ideas o temas.

Hito o Evento

Son los puntos representativos del comienzo o del fin de una actividad. En los diagramas de flechas, las actividades representan el trabajo necesario para pasar de un hito o evento al siguiente.



Teóricamente, un hito representa un punto instantáneo de tiempo. También se les conoce con las denominaciones de nodos o conectores.

Hitos clave

Se denominan hitos clave, en un Diagrama de Relaciones, a aquéllos cuyas tarjetas tienen el mismo número de flechas entrantes que salientes. Suelen corresponder a necesidades intermedias del proyecto.

Hito o Evento de Explosión

Hito o evento que representa el inicio de más de una actividad.

Hito o Evento Predecesor

Hito o evento que precede a otro sin hitos intermedios.

Hito o Evento Sucesor

Hito o evento que sucede a otro sin hitos intermedios.

Hito o Evento de Unión (Fusión)

Hito o evento que representa el punto en que se ha completado más de una actividad.

Holgura

Para una actividad determinada, diferencia entre el máximo tiempo permisible de inicio de la actividad y el tiempo más breve de inicio de la misma actividad.

PERT

Literalmente "Técnica de evaluación y revisión del programa". Es un instrumento de gestión de proyectos que comprende el "método del camino crítico" y tres estimaciones del tiempo necesario para cada actividad, para preparar un plan de proyecto que corresponda al "caso óptimo", al "caso pésimo" y al "caso más probable".



BIBLIOGRAFIA

Kume, Hitoshi, Herramientas estadísticas básicas par el mejoramiento de la calidad, Grupo editorial Norma, Bogotá, 2002.

Vilar, Jose Francisco, Las Siete Nuevas Herramientas para la mejora de la calidad, Fundacion Confemetal, Madrid, España.

Diplomado Lean Seis Sigma, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

INTERNET

UNIRED: <http://unired.edu.co>

Grupo Kaizen: <http://grupokaizen.com>



Elaboro:
Guillermo Enrique Valencia Pérez
Escuela de Ingeniería Industrial
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Bucaramanga
2008