



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

VICERRECTORADO ACADÉMICO

DIRECCION GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO

ÁREA DE INGENIERÍA

Postgrado en Sistemas de Información

Trabajo Especial de Grado

**MODELO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA
PARAMETRIZABLE DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
ORIENTADO A OBJETOS -SPECOO**

Presentado por

Giselle Andrea Niño Vivas

para optar al título de

Especialista en Sistemas de Información.

Asesor

Antonio J. Sucre S

Caracas, Febrero de 2009

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Caracas, 1 de Febrero del 2009

Señores:

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Dirección General de los Estudios de Postgrado
Postgrado de Gerencia en Sistemas de Información

Presente

Por medio de esta comunicación hago constar que he leído el contenido de este Trabajo Especial de Grado que presenta a consideración de esa Dirección General el estudiante **Giselle Andrea Niño Vivas**, titular de la cédula de identidad número **11.358.037**, para optar al título de Especialista en Sistemas de Información, el cual lleva por título “**Modelo Conceptual de un Sistema Parametrizable de Evaluación de la Calidad Orientado a Objetos–SPECOO**”.

Así mismo hago constar que estoy conforme con el contenido presentado, por lo que cuenta con mi aprobación para ser inscrito como Trabajo Especial de Grado.

Atentamente,

Prof. Antonio J. Sucre S
Asesor.

RESUMEN

Los procesos de producción son el corazón de las organizaciones y el tomar en cuenta la mejora de ellos, para lograr el aumento de la productividad y la competitividad, entre otros propósitos de una organización, es fundamental en todas las fases de desarrollo y operación de esos procesos. Este hecho, se encuentran en el concepto de mejoramiento continuo de la calidad, donde la gestión de la calidad es considerada, en el estudio de las organizaciones, como la estrategia de progreso por excelencia.

Las organizaciones que buscan mayor productividad y eficiencia, que permite satisfacer las necesidades de sus clientes y donde se utiliza la calidad como una ventaja competitiva, normalmente son las que recurren a la utilización de sistemas y herramientas de gestión de la calidad, tales como el QFD (Despliegue de Función de la Calidad) y las gráficas de control estadístico.

Adicionalmente, los requerimientos generados por la mejora continua y los generados por los clientes de tiempo en tiempo generan cambios, especialmente en sus procesos de producción y por ende en sus procesos de control, por lo tanto las empresas demandan que los mantenimientos de estos procesos sean los mas rápidos posibles, para que puedan realizarse los cambios que se requiere a tiempo y puedan dar respuestas oportunas.

El estudio tuvo como objetivo proponer, un modelo conceptual de un sistema de información que evalué la calidad de un producto, basado en las especificaciones de diseño del producto generadas mediante un proceso QFD (*Despliegue de la Función de la Calidad*), fusionado con un método de control estadístico de la calidad, tal como los gráficos de control. A su vez, el sistema pueda ser tan parametrizable y general, tal que, sea cual sea el proceso de producción a aplicar QFD, se pueda configurar y obtener la funcionalidad de evaluación de la calidad sobre ese proceso de producción,

sin modificar o crear un nuevo sistema. Si se llegara a modificar el proceso de producción, el sistema de evaluación de la calidad que lo controla solo necesitaría nuevas parametrizaciones y no nuevos desarrollos del sistema de información.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL ASESOR	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
JUSTIFICACIÓN.....	6
ALCANCE	7
LIMITACIONES.....	7
ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	7
CAPITULO II.....	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes de la investigación.....	10
2.2 Sobre los sistemas de producción.....	20
2.2.1. Los Sistemas de Producción.....	20
2.2.2 Planificación, Análisis y Control de los Sistemas de Producción.....	21

2.2.3 Meta-Modelo de los procesos de producción	
SAPP.....	24
2.2.4 Control y Aseguramiento de la Calidad sobre los	
Sistemas de Producción.....	29
2.3. Conceptos generales teóricos sobre la calidad.....	32
2.3.1 Administración y planeación de la calidad de una	
Organización.....	32
2.3.2 Administración de la calidad de los procesos.....	33
2.4 Despliegue de la función de la calidad (QFD).....	35
2.4.1. Estructura de QFD.....	39
2.4.2. El proceso QFD.....	42
2.4.3. Beneficios del QFD.....	47
2.4.4. Herramientas del QFD.....	48
2.4.5. Implementando QFD.....	49
2.4.6. Construcción de la casa de la calidad.....	51
2.5. Control Estadístico de Procesos.....	67
2.5.1 Causas fortuitas y causas atribuibles de la	
Variación de la calidad.....	68
2.5.2 Conceptos estadísticos básicos para los	
diagramas de control	69
2.5.2.1. Medidas de Tendencia Central.....	70
2.5.2.2. Funciones de Distribución de	
Probabilidades	73
2.5.2.2.1. Distribución Normal.....	74
2.5.2.2.2. La Distribución Normal Estándar.....	76
2.5.2.2.3. La Distribución T de Student.....	78
2.5.3. Gráficas de Control.....	80
2.5.3.1 Definición de las gráficas de control.....	81
2.5.3.2. Capacidad del Proceso.....	84
2.5.3.3. Anomalías en las gráficas de control.....	89
2.5.3.4. Ventajas del control de la calidad con	

gráficas de control.....	90
2.5.3.5. Tipos de gráficas de control: por Variables y por atributos.....	92
2.5.3.5.1 Diagramas de control de variables.....	93
2.5.3.5.1.1. Límites en las gráficas de control por Variables.....	94
2.5.3.5.2. Diagramas de control por atributos...	95
2.5.3.5.2.1. GRÁFICO P.....	96
2.5.3.5.2.2. GRÁFICONP.....	99
2.5.3.5.2.2.1. Tamaño Muestral variable.....	99
2.5.3.5.2.2. 2.Tamaño Muestral promedio no Estandarizado.....	102
2.5.3.5.2.2.3. Tamaño Muestral promedio estandarizado.....	105
2.6. Parametrización de un sistema de evaluación de la calidad de un sistema de producción.....	109
2.7. Metodologías orientadas a objetos para el desarrollo de software.....	111
2.7.1. Elementos de Desarrollo de Software.....	112
2.7.2. Paradigma Orientado a Objetos (OO).....	112
2.7.2.1. Modelos y Procesos Recomendados.....	114
2.7.2.2. Técnica de Modelamiento de Objetos.....	117
2.7.2.3. Lenguaje de Modelamiento Unificado.....	119
CAPITULO III.....	123
METODOLOGÍA.....	123
Tipo de investigación.....	123
Metodología y herramientas de modelamiento y desarrollo de Software.....	126

CAPITULO IV.....	127
ANALISIS, DISEÑO Y PRUEBAS DEL MODELO	
CONCEPTUAL SPECCO.....	127
4.1 ANALISIS DE LAS ESPECIFICACIONES.....	127
4.2 DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL SPECCO.....	134
MODELO FUNCIONAL	134
FASE 1: Creación de un Producto.....	135
FASE 1: Definición de Cliente.....	137
FASE 1: DefinicionProcesoQFD.....	138
FASE 2: Creación de un Proceso QFD.....	140
FASE 4: Uses cases comunes en la construcción de las seis casas de la calidad.....	146
FASE 4: Planificación del Producto MatrizQFD1.....	148
FASE 4: Diseño del producto MatrizQFD2.....	151
FASE 4: Planificación del Proceso MatrizQFD3.....	154
FASE 4: Planificación del control del proceso MatrizQFD4....	156
FASE 4: Control Estadistico MatrizQFD5.....	159
FASE 4: EvaluacionEstadistica MatrizQFD6.....	162
FASE 5: Def Componente5_	164
FASE 5: Def Componente6_Despliegue.....	166
FASE 3: Evaluación estadístico de la calidad de un proceso QFD.....	168
MODELO DE CLASES	172
A. Modelo de clientes y requerimiento de clientes.....	175
B. Modelo de producto y sus características.....	176
C.SubModelo de Proceso QFD y MatrizQFD.....	179
D.SubModelo de Componente 1 y Componente 2.....	181
E.SubModelo del Componente 3.....	184
F.SubModelo del Componente 4.....	186
G.SubModelo del Componente 5.....	187

H.SubModelo del Componente 6	189
I. SubModelo de la evaluación estadística.....	192
4.3 Incorporación del método estadístico.....	194
4.4 PRUEBAS SOBRE EL DISEÑO CONCEPTUAL	
EVALUACION_CALIDAD DEL SISTEMA SPECCO.....	202
4. 4.1 Lista de Casos de prueba.....	203
4.4.2 Descripción y corrida de los casos de prueba.....	203
4.4.2.1 CASO PRUEBA NRO.1.	
Definir una Casa de la Calidad.....	203
4.4.2.2 CASO DE PRUEBA 2.	
Mostrar una Casa de la Calidad.....	237
4.4.2.3 CASO DE PRUEBA 3. Incorporación del método	
Estadístico.....	240
4.4.2.4 CASO DE PRUEBA 4.	
Mostrar una grafica de control.....	251
4. 4. 3 ANALISIS DE LA PRUEBA.....	259
A. Aplicación de la lista de chequeo.....	259
B. Procesamiento de los resultados.....	259
C. Conclusiones sobre la prueba.....	261
CAPITULO V.....	262
CONCLUSIONES.....	262
BIBLIOGRAFIA.....	265
ANEXO A.....	269
ANEXO A.1. Software de Despliegue Función de Calidad (QFD).....	269
ANEXO A.2. Software de control estadísticos de procesos (SPC).....	269

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de Sistemas de Producción.....	21
Figura 2. Ciclos de Planeación de la Producción, Análisis y Control....	22
Figura 3. Posición central de la síntesis de sistemas.....	23
Figura 4. Integración de las Actividades con las Variables de Producción.....	24
Figura 5. Meta Modelo de los Procesos de Producción SAPP.....	28
Figura 6. Estructura que relaciona los conceptos de calidad a trabajar.....	32
Figura 7. Estructura de la casa de la calidad QFD.....	40
Figura 8. El proceso QFD: Un ciclo completo.....	43
Figura 9. Secuencialidad de las primeras cuatro casas de la calidad según el proceso QFD.....	45
Figura 10. Beneficios del QFD.....	47
Figura 11. Herramientas básicas del QFD.....	49
Figura 12. Paso 1: Incorporación componente 1.....	54
Figura 13. Paso 2 y 3: Incorporación componente 2 y 3.	57
Figura 14. Paso 4: Incorporación componente 4.....	60
Figura 15. Paso 5: Incorporación componente 5. Evaluación con la competencia y Planeación	62
Figura 16. Paso 6 y 7: Incorporación componente 6. Casa de la calidad final	66
Figura 17. Gráfico que muestra una campana de Gauss.....	72
Figura 18. Distribución Normal.	77
Figura 19. Función Normal Estándar.....	78
Figura 20. Distribución TStudent.....	79
Figura 21. Gráfica de Control Típica.....	82
Figura 22. Base estadística de la Gráfica de Control.....	84
Figura 23. Gráfico que muestra rango establecido por los límites de las especificaciones.....	86

Figura 24. Gráfico que muestra diferencia entre los límites dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones...	87
Figura 25. Diagrama de Control de la fracción disconforme con tamaño muestral variable.....	102
Figura 26. Diagrama de control de la fracción disconforme, basado en un tamaño de muestra promedio.....	104
Figura 27. Diagrama de control estandarizado de la fracción disconforme.....	106
Figura 28. Usuario Configurador del sistema.....	135
Figura 29. UseCase Definicion de Producto.....	136
Figura 30. Definicion de Cliente.....	137
Figura 31. Usecase DefinicionProcesoQFD.....	138
Figura 32. Diagrama de colaboración Definición Proceso QFD.....	139
Figura 33. UseCase DisenoProcesoQFD.....	140
Figura 34. Diagrama de Colaboración DisenoProcesoQFD.....	141
Figura 35. Use Case Planificación del Producto MatrizQFD1.....	149
Figura 36. Use Case Diseño del producto MatrizQFD2.....	152
Figura 37. Use Case Planificación del Proceso MatrizQFD3.....	154
Figura 38. Use Case Planificación del control del proceso MatrizQFD4.....	157
Figura 39. Use Case Control Estadistico MatrizQFD5.....	160
Figura 40. Use Case EvaluacionEstadistica MatrizQFD6.....	163
Figura 41. Use Case Def Componente5.....	165
Figura 42. Use Case Def Componente6_Despliegue.....	167
Figura 43. Use case Evaluación estadístico de la calidad.....	169
Figura 44. Diagrama de Clases Evaluación de la calidad.....	174
Figura 45. Modelo de clientes y requerimiento de clientes.....	175
Figura 46. Modelo de producto y sus características.....	177
Figura 47. SubModelo de Proceso QFD y MatrizQFD.....	179
Figura 48. SubModelo de Componente 1 y Componente2	182
Figura 49. Diagrama de Clases SubModelo del Componente 3.....	185

Figura 50.	Diagrama de Clases SubModelo del Componente 4.....	186
Figura 51.	Diagrama de Clases SubModelo del Componente 5.....	188
Figura 52.	Diagrama de Clases SubModelo del Componente 6.....	190
Figura 53.	Diagrama de Clases SubModelo de la evaluación estadística.....	193
Figura 54.	Diagrama de Flujo del procedimiento que involucra los previos, el proceso en si y los resultados del proceso ServicioDatosTransformación	197
Figura 55.	Diagrama de Flujo del procedimiento que involucra los previos, el proceso en si y los resultados del proceso ObtenerDataProcesoControl.	200
Figura 56.	Casa de la calidad final mostrado en el marco teórico, con las marcaciones que aplican a la prueba.	202
Figura 57.	Pantalla GeneracionProcesoQFD.	204
Figura 58.	Pantalla Generar Matriz QFD.	206
Figura 59.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Proceso QFD.....	207
Figura 60.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Req. Cliente.	208
Figura 61.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica.	215
Figura 62.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica.	216
Figura 63.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica.	217
Figura 64.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y Característica técnica.	222
Figura 65.	Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y Característica técnica.	223

Figura 66. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y	
Característica técnica.	224
Figura 67. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Interrelación Característica técnica.	226
Figura 68. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Interrelación Característica técnica.	227
Figura 69. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Planeación Requerimiento del Cliente.	230
Figura 70. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Despliegue Característica técnica.	233
Figura 71. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD.	
Opción: Despliegue Característica técnica.	235
Figura 72. Pantalla Mostrar Casa de la Calidad.	
Opción: Despliegue Característica técnica.	238
Figura 73. Pantalla Casa de la Calidad con información de la prueba.	239
Figura 74. Pantalla Mostrar Componente 3.	239
Figura 75. Pantalla Generar Grafica Control.	252
Figura 76. Pantalla Grafico NP.	254
Figura 77. Pantalla Grafico NP.	255
Figura 78. Pantalla Grafico NP con su respectiva grafica	
para cuatro lotes.	256
Figura 79. Pantalla Grafico NP con su respectiva grafica	
para dos lotes.	257
Figura 80. Grafica de resultados de la tabla 77.....	260

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de Software que contiene QFD y SPC.....	19
Tabla 2. Forma de Tabulación.....	97
Tabla 3. Datos para un diagrama de control de la fracción disconforme con tamaño muestral variable.....	100
Tabla 4. Cálculos para el diagrama de control estandarizado de la figura 27.....	106
Tabla 5. Forma de Tabulación.....	108
Tabla 6. Lista de Casos de Prueba a aplicar al modelo.....	203
Tabla 7. Planilla Caso de Prueba Nro. 1.....	203
Tabla 8 Clase PRODUCTO del modelo de clases Evaluacion_Calidad	205
Tabla 9 Clase PROCESO_QFD del modelo de clases Evaluacion_Calidad.....	205
Tabla 10 Clase MATRIZ_QFD del modelo de clases Evaluacion_Calidad.....	207
Tabla 11 Clase MATRIZ_QFD_PROCESO_QFD del modelo de clases Evaluacion_Calidad.....	208
Tabla 12 Clase REQUERIMIENTO_CLIENTE del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE (Nro.Instancia), ID_COMPONENTE_INPUT y ID_PRODUCTO.....	209
Tabla 13 Clase REQUERIMIENTO_CLIENTE del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE (Nro.Instancia), DESC_REQUERIMIENTO_CLIENTE y ID_REQUERIMIENTO_PADRE.....	209
Tabla 14 Clase REQUERIMIENTO_CLIENTE del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE Y NOMBRE_REQUERIMIENTO_CLIENTE.....	210
Tabla 15 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	

Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), NOMBRE_COMPONENTE_INPUT y DESC_COMPONENTE_INPUT.....	210
Tabla 16 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), CODIGO_COMPONENTE_INPUT Y TIPO_COMPONENTE_INPUT.....	211
Tabla 17 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), ID_MATRIZ_QFD y ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE.....	211
Tabla 18 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), ID_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL.....	212
Tabla 19 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), ID_OPERACION_PROCESO Y ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD.....	212
Tabla 20 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), Y ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO.....	213
Tabla 21 Clase COMPONENTE_1 del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia).....	213
Tabla 22 Clase CARACTERISTICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), NOMBRE_CARACTERISTICA Y CODIGO_CARACTERISTICA.....	213
Tabla 23 Clase DOMINIO_CARACTERISTICA del modelo de clases	

	Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), ID_CARACTERISTICA Y NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA.....	214
Tabla 24	Clase DOMINIO_CARACTERISTICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA, DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA Y ID_IDENTIFICADOR_VALOR.....	214
Tabla 25	Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), ID_COMPONENTE_INPUT Y ID_DOMINIO_CARACTERISTICA.....	218
Tabla 26	Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), ID_CARACTERISTICA y ID_PRODUCTO	218
Tabla 27	Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), NOMBRE_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_MEDICION	218
Tabla 28	Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro.Instancia), DESC_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_DOMINIO_MEDICION.....	219
Tabla 29	Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro.Instancia), NOMBRE_COMPONENTE_INPUT y DESC_COMPONENTE_INPUT.....	219

Tabla 30 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia), CODIGO_COMPONENTE_INPUT y	
TIPO_COMPONENTE_INPUT.....	219
Tabla 31 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia), ID_MATRIZ_QFD y	
ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE.....	220
Tabla 32 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia), ID_CARACTERISTICA_TECNICA Y	
ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL.....	220
Tabla 33 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia), ID_OPERACION_PROCESO Y	
ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD.....	220
Tabla 34 Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia) Y	
ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO.....	221
Tabla 35 Clase COMPONENTE_2 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT	
(Nro.Instancia).....	221
Tabla 36 Clase COMPONENTE_4 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_4	
(Nro.Instancia), ID_COMPONENTE_1, ID_COMPONENTE_2	
Y ID_MATRIZ_QFD.....	225
Tabla 37 Clase COMPONENTE_4 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_4	
(Nro.Instancia), ID_GRADO_RELACION_COMP4 Y	
NOMBRE_COMPONENTE_4.....	225

Tabla 38 Clase COMPONENTE_4 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_4	
(Nro.Instancia), DESC_COMPONENTE_4 Y	
CODIGO_COMPONENTE_4.....	225
Tabla 39 Clase COMPONENTE_3 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_3	
(Nro.Instancia), ID_COMPONENTE2_PRIM ,	
ID_COMPONENTE2_SEC Y ID_MATRIZ_QFD.....	228
Tabla 40 Clase COMPONENTE_3 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_3	
(Nro.Instancia), ID_GRADO_RELACION_COMP3 Y	
NOMBRE_COMPONENTE_3.....	228
Tabla 41 Clase COMPONENTE_3 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_3	
(Nro.Instancia), CODIGO_COMPONENTE_3 Y	
DESC_COMPONENTE_3.....	228
Tabla 42 Clase IMPORTANCIA_PLANEACION del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad.	
Atributos: ID_IMPORTANCIA_PLANEACION	
(Nro.Instancia), NOMBRE_IMPORTANCIA_PLANEACION Y	
DESC_IMPORTANCIA_PLANEACION.....	229
Tabla 43 Clase IMPORTANCIA_PLANEACION del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad.	
Atributos: ID_IMPORTANCIA_PLANEACION	
(Nro.Instancia), CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y	
VALOR.....	229
Tabla 44 Clase COMPETENCIA del modelo de clases Evaluacion_Calidad	
Atributos: ID_COMPETENCIA (Nro.Instancia),	
CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y VALOR.....	229
Tabla 45 Clase EVALUACION_COMPETENCIA del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPETENCIA	

(Nro.Instancia), CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y VALOR.....	230
Tabla 46 Clase COMPONENTE_5 del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro.Instancia), ID_IMPORTANCIA_PLANEACION y ID_COMPONENTE_1.....	231
Tabla 47 Clase COMPONENTE_5 del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro.Instancia), NOMBRE_COMPONENTE_5 y DESC_COMPONENTE_5.....	231
Tabla 48 Clase COMPONENTE_5 del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro.Instancia), CODIGO_COMPONENTE_5 y ID_MATRIZ_QFD.....	231
Tabla 49 Clase EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5 del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5 (Nro.Instancia), ID_COMPONENTE_5 y ID_COMPETENCIA.....	232
Tabla 50 Clase EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5 de la base de modelo Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5 (Nro.Instancia) y ID_EVALUACION_COMPETENCIA.....	232
Tabla 51 Clase DESPLIEGUE del modelo de clases Evaluacion_Calidad . Atributos: ID_DESPLIEGUE (Nro.Instancia) DESC_DESPLIEGUE y NOMBRE_DESPLIEGUE.....	234
Tabla 52 Clase DESPLIEGUE del modelo de clases Evaluacion_Calidad . Atributos: ID_DESPLIEGUE (Nro.Instancia) CODIGO_DESPLIEGUE y VALOR.....	234
Tabla 53 Clase OBJETIVO del modelo de clases Evaluacion_Calidad . Atributos: ID_OBJETIVO (Nro.Instancia) DESC_OBJETIVO y NOMBRE_OBJETIVO.....	234

Tabla 54 Clase OBJETIVO del modelo de clases Evaluacion_Calidad .	
Atributos: ID_OBJETIVO (Nro.Instancia)	
CODIGO_OBJETIVO y VALOR.....	234
Tabla 55 Clase COMPONENTE_6 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_6	
(Nro.Instancia), ID_COMPONENTE_2 y	
NOMBRE_COMPONENTE_6.....	236
Tabla 56 Clase COMPONENTE_6 del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_6	
(Nro.Instancia), DESC_COMPONENTE_6 y	
CODIGO_COMPONENTE_6.....	236
Tabla 57 Clase EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_6 del	
modelo Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_EVALUACION_COMPET_COMP_6 (Nro.Instancia),	
ID_COMPONENTE_6, ID_COMPETENCIA y	
ID_EVALUACION_COMPETENCIA.....	236
Tabla 58. Planilla Caso de Prueba Nro. 2.....	237
Tabla 59. Planilla Caso de Prueba Nro. 3.....	240
Tabla 60 Clase CONFIGURACION_CARACTE_MODELO del	
modelo Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_CONFIGURACION_CARACTE_MODELO (Nro.Instancia),	
ID_IDENTIFICADOR_VALOR, ID_CARACTERISTICA_TECNICA	
y NOMBRE_CARACTE_MODELO.....	241
Tabla 61 Clase CONFIGURACION_CARACTE_MODELO del	
modelo Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_CONFIGURACION_CARACTE_MODELO (Nro.Instancia),	
DESC_CARACTE_MODELO y NUMERO_CAMPO.....	241
Tabla 62 Clase DATA_PROCESO_CONTROL del modelo de clases	

Evaluacion_Calidad.	
Atributos: ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD	
(Nro.Instancia), ID_LOTE_DATA,	
FECHA_GENERACION_DATA y	
CARACTE_MODELO_1.....	243
Tabla 63 Clase DOMINIO_CARACTERISTICA del modelo de clases s	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	
(Nro.Instancia), ID_CARACTERISTICA Y	
NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA.....	244
Tabla 64 Clase DOMINIO_CARACTERISTICA del modelo de clases	
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	
(Nro.Instancia), CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA,	
DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA Y	
ID_IDENTIFICADOR_VALOR.....	244
Tabla 65 Clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO del	
Modelo Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_DATA_PROCESO_ESTADISTICO (Nro.Instancia),	
ID_CONFIGURACION_CARACTE_MODELO,	
ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO, ID_LOTE_DATA y	
FECHA_GENERACION_DATA.....	247
Tabla 66 Clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO del	
modelo Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_DATA_PROCESO_ESTADISTICO (Nro.Instancia),	
RESULTADO, ID_DATA_PROCESO_CONTROL y	
ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTICO.....	248
Tabla 67 Clase PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO	
del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos:	
ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO (Nro.Instancia),	
ID_COMPONENTE_INPUT,	
NOMBRE_PROCESO_CONTROL_ESTADIS.....	249
Tabla 68 Clase RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC del	

Modelo Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro.Instancia), ID_LOTE_DATA, NRO_CONFORME_CI, NRO_DISCONFORME_DI	249
Tabla 69 Clase RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC del Modelo Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro.Instancia), NRO_MUESTRA, TAMANO_MUESTRA_NI.....	250
Tabla 70 Clase RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC del Modelo Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro.Instancia), FRACC_MUESTRAL_CONFORME_PI y FRACC_MUESTRAL_DISCONFORME_NPI.....	250
Tabla71. Planilla Caso de Prueba Nro. 4.....	251
Tabla 72 Clase TIPO_GRAFICO_CONTROL del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL (Nro.Instancia), NOMBRE_TIPO_GRAFICO_CONTROL y CODIGO_TIPO_GRAFICO_CONTROL.....	252
Tabla 73 Clase TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro.Instancia), ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL, NUMERO_MUESTRA y TAMANO_MUESTRA_N.....	257
Tabla 74 Clase TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro.Instancia), CONFORMIDAD_C, DISCONFORMIDAD_D, FRACCION_CONFORME_P y FRACCION_NOCONFORME_NP.....	258

Tabla 75 Clase TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS del modelo de clases

Evaluacion_Calidad. Atributos:

ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro.Instancia),
LSC, LCENTRAL, LIC,
ID_CONFIGURACION_CARACTE_MODELO y
ID_DATA_PROCESO_CONTROL..... 258

Tabla 76. Lista de chequeo para las características

Compleitud y Correctitud..... 259

Tabla 77. Registro de resultados de evaluación de

los casos de prueba, según la ponderación
de la lista de chequeo..... 260

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se orientó al modelamiento conceptual de un sistema de información de evaluación de la calidad sobre procesos de producción, que permita comparar las especificaciones de diseño del producto, definido en un proceso QFD (*Despliegue de la Función de la Calidad*), con los valores resultado de esas especificaciones, generados por el proceso real de producción del mismo producto y evaluando esa comparación mediante un método estadístico de gráficas de control, para así permitir verificar la conformidad o no de la calidad del producto.

El concepto de proceso de producción que se utilizó, esta basado en el modelo SAPP-OO: “Meta-Modelo para el Análisis y Diseño de Sistemas Administrativos de Procesos de Producción Orientado a Objetos “, por el profesor Antonio Sucre, del Departamento de Sistemas y Procesos. Universidad Simón Bolívar”, y adicionalmente se utilizarón elementos del mismo en el modelo conceptual a desarrollar.

El primer capítulo refiere al planteamiento del problema, al objetivo general, a los objetivos específicos, la justificación, el alcance de la investigación y sus limitaciones. También se agrega el alcance del trabajo.

El alcance del trabajo se subdivide en: Especificación general del sistema de información SPECOO y de los detalles que, sobre los conceptos QFD y del manejo estadístico, se tomaron en cuenta al momento de modelar.

El segundo capítulo, describe conceptos teóricos sobre los sistemas de producción y la definición del Meta Modelo de los Procesos de Producción SAPP.-OO. También sobre los fundamentos teóricos de la Gestión, Control y Aseguramiento de la Calidad, el QFD o Despliegue de la Función Calidad, el proceso QFD, el control estadístico y las metodologías orientadas a objetos para el desarrollo de software.

En el tercer capítulo se describe la metodología de investigación y las metodologías técnicas utilizadas en el modelamiento conceptual del sistema de información.

En el cuarto capítulo se presenta el modelo conceptual del sistema de información SPECOO, y los resultados de una única prueba del modelo.

En el último y quinto capítulo las conclusiones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En estudios sobre el tema de la Calidad, se ha concluido que, el concepto de Calidad es parte esencial en la definición de las estrategias de una empresa y se asume como una ventaja competitiva (condición necesaria para competir), que es extraída del análisis realizado sobre todas las dimensiones estratégicas de la organización. De esta importancia, se genera la actual necesidad de desarrollar e implantar sistemas de planeación, control y aseguramiento de la calidad, que puedan ser aplicados sobre los más importantes procesos de la organización, entre ellos, los procesos de producción.

Se ha estudiado el QFD (Despliegue de la Función de Calidad), y se ha podido determinar que es utilizada en la administración de la calidad de los procesos, especialmente en los procesos de diseño de los productos. Igualmente para el control y aseguramiento de la calidad en los resultados del proceso de producción, en este caso, el producto final, se utilizan métodos estadísticos. Sin embargo no se logra encontrar una conexión entre estos dos conceptos que permita la incorporación de los mismos en un único sistema de información e igualmente un software en el mercado que de igual manera los integre y los conecte.

Adicionalmente, los requerimientos generados por la mejora continua y los generados por los clientes de tiempo en tiempo, producen cambios en sus procesos de producción y por ende en sus procesos de evaluación de la

calidad. Como igualmente el factor tiempo de cambio se convierte también en una ventaja competitiva de la empresa, sobre sus rivales en un mismo entorno, entonces que la ejecución de los cambios sobre los procesos sean lentos o rápidos se convierte en determinante, por lo tanto las empresas demandan que los cambios de estos procesos sean los mas rápidos posibles y así puedan dar respuestas oportunas.

Al mismo tiempo si en estos procesos, son aplicados sistemas de información que ayudan y complementan la operación de los mismos, estos últimos también son afectados de la misma manera. Muchos sistemas de información sobre la gestión de la calidad, son realizados bajo requerimientos específicos de las empresas y adaptados a los mismos, y cuando los cambios se presentan estos sistemas son afectados o modificados, en la mayoría de los casos con gran impacto.

Entonces, del problema planteado surge la siguiente interrogante:

¿Como modelar un sistema de información de evaluación de la calidad de un producto, que incorpore conjuntamente el QFD, el proceso QFD y las graficas de control (métodos estadísticos) y que permita evaluar el resultado de la conformidad o no conformidad de la calidad de un producto? y ¿Cómo modelar el sistema de información de evaluación de la calidad de un producto, para que pueda ser tan parametrizable y general, de tal manera, que sea cual sea el proceso de producción de un producto o sea cual sea la modificación del mismo, solo requiera nuevas parametrizaciones y no grandes desarrollos?.

Para dar respuesta a la anterior interrogante se proponen los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo conceptual de un sistema de información parametrizable, que permita la evaluación de la calidad de un producto, basado en las especificaciones del diseño del producto generadas por un proceso QFD y en la aplicación de un método de control estadístico, tal como la gráfica de control, sobre los valores finales que caracterizan el mismo producto, resultado de un proceso de producción.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Proponer la fusión de un submodelo computacional conceptual del proceso QFD (herramienta de diseño del producto y de seguimiento de las especificaciones), con un submodelo computacional conceptual de gráficas de control (método estadístico de control de la calidad), que permitan evaluar el resultado de la conformidad o no conformidad de la calidad de un producto, en el mismo modelo computacional conceptual de un sistema de información y así proponer una forma sistémica de evaluar la calidad de los productos, siendo estos resultados de los procesos de producción, que se mantengan bajo la modalidad Materia-Prima->Producción -> Producto.
- Definir un modelo computacional conceptual para el sistema de información de evaluación de la calidad de un producto, que se caracterice

por ser parametrizable de manera que, la incorporación de nuevos requerimientos o cambios sean de una forma rápida, segura y automática.

JUSTIFICACIÓN

El propósito del presente estudio es desarrollar una propuesta de un modelo computacional sistémico, de manera que, pueda ser utilizado como herramienta de trabajo en los procesos evaluación de la calidad sobre procesos de producción, que se mantengan bajo la modalidad Materia Prima->Producción -> Producto, para cualquier rubro empresarial de manera rápida y segura

También se espera con este trabajo, contribuir con la incorporación tecnológica de los sistemas de información parametrizables, basados en conceptos sobre la calidad, para mejorar las necesidades de calidad y adaptabilidad en los procesos de producción, dentro de las organizaciones.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance de la investigación

- Utilizar el proceso QFD con las seis casas de la calidad que plantea, como herramienta en el proceso de diseño de un producto, y ubicar los conceptos dentro de esta herramienta que permita unificar técnicamente, el proceso QFD con las gráficas de control (como herramienta estadística).
- Seleccionar todos los tipos posibles de gráficas de control que sean compatibles en esta unificación.

Limitaciones.

Solo se analizó la gráficas de control en su formulación matemática estadística más básica. Otras formulas de capacidad o de índice de capacidad del proceso no fueron tomadas en cuenta. Igualmente con el proceso QFD, solo se utilizó el concepto básico y no alguna otra modificación o mejora propuesta por los investigadores del area.

ALCANCE DE LA PROPUESTA

El alcance de la propuesta se traduce en la especificación general del sistema de información de evaluación de la calidad SPECOO. Este sistema de información debe cumplir con:

- Modelar un proceso QFD como herramienta de diseño de producto y a las gráficas de control (como método de control estadístico).
- Lograr la unificación técnica de los anteriores modelos, para así lograr un único modelo conceptual. Esta unificación debe permitir la funcionalidad que genere rangos de conformidad entre el producto resultado de la producción y sobre las características técnicas provistas por el QFD.
- Definir el modelo conceptual de tal manera que permita, automatizar e implantar un prototipo de un sistema de información, que pueda ser parametrizable, tal que pueda abarcar un gran número productos (resultado de procesos de producción), para empresas de diferentes rubros.
- Modelar el sistema de información con metodologías y herramientas Orientada a Objetos: RUP, UML y Rational Rose Enterprise (Booch – OMT – OOSE).

Sobre el proceso QFD y del manejo estadístico a modelar.

Siguiendo la definición teórica del proceso QFD se modelaran la secuencia entre las seis casas de la calidad.

Para la definición de los criterios de un producto se utilizará la primera casa de la calidad del proceso QFD, como la herramienta que describe los requerimientos del producto definidos por el cliente.

Para enlazar los procesos de producción con los procesos de evaluación de la calidad y el control estadístico del proceso, es obligatorio incorporar en el modelamiento las siguientes casas de la calidad del proceso QFD:

- La cuarta casa que compara los procesos de manufactura y los procesos de control de calidad.
- La quinta casa compara procesos de control de calidad y control estadístico del proceso.
- La Sexta casa que compara el control estadístico del proceso y las especificaciones para el producto terminado.

Para el control estadístico se utilizará como método estadístico la gráfica de control (para obtener el rango de variación según los límites de especificaciones y los que conforman el rango de conformidad) del tipo gráfico np, que sirve para detectar la fracción de artículos defectuosos cuando se están analizando variables por atributos. El tipo de gráfico np que se mostrará en principio está basado en tamaños muestrales promedios estandarizados, sin embargo, se generalizará de tal manera que los otros tipos de gráficos np (tamaño variable y no estandarizados) sean factibles de desarrollar. El análisis de las variables por atributos, trabajado en estos gráficos np, serán comparados con las características técnicas (los criterios definidos en el diseño del producto y registrado en la primera y sexta casa de la calidad del proceso QFD) y así darle la unión a estos dos conceptos sobre un mismo modelo computacional.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La relación procedimental entre el proceso QFD y las graficas de control que determine, la antecendencia en el presente trabajo, se remite a dos partes: la primera, a como se fueron integrando los conceptos de la calidad a través de la historia y la necesidad de estructurar en un procedimiento esos conceptos y la segunda, a la preexistencia de modelos, procedimientos computacionales o software de evaluación de la Calidad que se base en esa relación.

Después de la segunda guerra mundial, el movimiento destinado a la atención de la calidad, vuelve a tomar fuerza en virtud de la necesidad imperiosa de lograr la recuperación de la economía japonesa, cuya planta productiva había quedado devastada durante la guerra y al intentar retornar a la actividad encontraron que sus capacidades no permitían alcanzar los niveles y estándares necesarios, no obstante al soporte económico que ese país estaba recibiendo por parte de los Estados Unidos de Norteamérica. Para este efecto, en 1950, frente a la imposibilidad de viajar a Japón del Dr. Shewhart, se envió a Dr. W. Edwards Deming, que conocía ampliamente los sistemas desarrollados por el primero, ya que desde 1928 había aplicado sus métodos estadísticos en la oficina de censos de los Estados Unidos de Norteamérica. El proceso de adiestramiento duró aproximadamente dos meses, durante los cuales les transmitió los conceptos del Control Estadístico de Proceso para el Control

Total de la Calidad, aplicados con disciplina y consistencia, dieron soporte para el despegue hacia la calidad de la industria japonesa, que los llevaría a un cambio revolucionario y a convertirse en líderes mundiales. [Icazbalceta, 2005]

Adicionalmente, el empresariado japonés recibió, en 1954, el soporte técnico y filosófico por parte de Josph M. Jurán, para orientar al nivel gerencial y seguir su conocida estrategia de la “trilogía”, relacionada con la calidad en que se señala la importancia de: planearla, controlarla y mejorarla. [Icazbalceta, 2005]

En el año 2002, Yong y Wilkinson, en su documento sobre la evolución de la administración por calidad, distinguen en primera instancia las múltiples dimensiones inherentes al concepto. La primera y muy frecuentemente utilizada es la relacionada con excelencia, la última contempla exceder las expectativas de los clientes. La segunda es la relacionada con las definiciones cuya base es el valor del producto, de tal forma que si un producto se desarrolla acorde a los requerimientos y logra un precio o costo aceptable, ese producto es de calidad. Una tercera dimensión es aquella que centra su atención en la conformidad de especificaciones, es obvio el interés por la precisión en la manufactura y producción del producto sin aceptar desviaciones a lo establecido. [Gutiérrez, 2005]

Las principales etapas reconocidas por los diversos autores sobre la evolución del concepto son: Inspección.-Actividades, Control de la calidad,

Aseguramiento de calidad y Administración por calidad total (Total Quality Management). [Gutiérrez, 2005]

- Inspección.-Actividades tales como la medición, el examen y la prueba de una o más características del producto o servicio, comparadas con los requerimientos especificados, otorgaban un carácter reactivo pero indispensable para evitar que productos defectuosos llegasen a manos de los consumidores. [Gutiérrez, 2005]
- Control de calidad.-que son las actividades y técnicas operativas utilizadas para cumplir con los requerimientos de calidad, el control de calidad estadístico iniciado por Shewhart (1924) y los trabajos consecuentes sobre técnicas de muestreo y métodos de aceptación-rechazo, otorgan un carácter ingenieril cuyo propósito fundamental fue desarrollar técnicas de inspección confiables para grandes y constantes volúmenes de producción. El conocimiento sobre la mejora cualitativa, en esta etapa, queda reservada a ciertas áreas o departamentos encargados del diseño de los requerimientos y de la verificación. [Gutiérrez, 2005]

De igual manera continúa el desarrollo de los conceptos de la Calidad, de los cuales se pueden destacar:

1. Diseño del Producto y Proceso [http16]

- Clasificación de las Características de Calidad: Definir, interpretar y clasificar las características de calidad para nuevos productos y procesos.
- Entradas y Revisión del diseño: Identificar las fuentes de las entradas del diseño de acuerdo a las necesidades del cliente, requisitos regulatorios, etc. y como se traducen en los conceptos de diseño tales como diseño robusto, QFD y diseño para X (DFX - donde X puede ser seis sigma -DFSS, manufacturabilidad -DFM, costo -DFC,etc.).

2. Control del Producto y del Proceso [http16]

- Herramientas: Definir, identificar y aplicar métodos de control de producto y proceso tales como planes de control, identificación de puntos de control críticos, desarrollo y validación de instrucciones de trabajo, etc.
- Control del Material: Identificación, estado y trazabilidad del material, Segregación del material, clasificación de los defectos, Panel de revisión de materiales – MRB.
- Muestreo de Aceptación: Conceptos de muestreo, Planes y estándares de muestreo, Integridad de la muestra.
- Medición y Prueba: Herramientas de medición y Pruebas destructivas y no destructivas.
- Metrología: Identificar, describir y aplicar técnicas de metrología tales como sistemas de calibración, trazabilidad a patrones de

calibración, error de medición y sus fuentes y el control y mantenimiento de patrones y dispositivos de medición.

- Análisis de Sistemas de medición (MSA): Calcular, analizar e interpretar los estudios de repetibilidad y reproducibilidad (Gage R&R), correlación de mediciones, habilidad, sesgo, linealidad, etc. incluyendo métodos convencionales y de graficas de control.

3. Mejora Continua. [http16]

- Herramientas de Control de Calidad: Seleccionar, construir, aplicar e interpretar herramientas tales como: 1) diagramas de flujo, 2) graficas de Pareto, 3) diagramas de causa y efecto, 4) graficas de control 5) hojas de verificación 6) diagramas de dispersión y 7) histogramas.

Nótese que la anterior historia y descripción de los conceptos de calidad, no se presentan la secuencia de pasos donde deben participar en un procedimiento de evaluación completo.

En la búsqueda de modelos o procedimientos que integren el concepto de QFD con las graficas de control, el Grupo Kaizen, S.A, de Costa Rica presenta un instructivo para los estudios de calidad [http17], que muestra la lógica procedimental en el uso de estos conceptos y que se describe en el siguiente proceso:

1. INICIO:

Antes iniciar los estudios de capacidad se deben establecer una serie de lineamientos sobre que productos, máquinas o procesos se deberá realizar el análisis. En principio se debe tener claro que el CEP, está orientado a controlar más las variables que afectan el producto que el producto mismo. El propósito fundamental es trasladar la inspección de productos a la inspección de las variables que afectan esos productos y tomar acciones correctivas sobre ellas en el momento que se detecten problemas reales o exista alguna probabilidad. El control de las características del producto sería el CEC o Control Estadístico de la Calidad.

2. SELECCIONAR PRODUCTO:

Un buen principio es investigar sobre las necesidades insatisfechas de los clientes actuales y potenciales.

3. DEFINIR CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD:

Son aquellas características relevantes que determinan la calidad de un producto, tales como las dimensiones, espesor, diámetro, peso, resistencias o bien algunos atributos tales como rugosidad, deformaciones los cuales sean ocasionados por variables del proceso. Otra forma de definir las características de calidad a ser verificadas es por medio de las mismas especificaciones que la empresa tiene definidas o igualmente la

utilización de la casa de la calidad podría ayudarle (Despliegue de la Función de la Calidad.)

4. IDENTIFICAR VARIABLES CRÍTICAS:

Para el control del proceso, es crítico el identificar cuáles son aquellas variables que afectan cada una de las características de calidad, para ello pueden utilizarse varios métodos como son el diagrama de flujo, diagrama de causa efecto, el AMEF (Análisis de modo y efectos de fallas) y el QFD (Despliegue de la Función de la Calidad)

5. DEFINIR HOJA DE INSPECCIÓN:

Diseñar un formato para recolectar los datos que pueda mostrar la hora de toma del dato, las características de calidad y las variables a controlar. La hoja de inspección debe contener los datos del producto, la máquina, la fecha del estudio, tipo de estudio, personal involucrado etc.

6. DEFINIR ESTUDIO POTENCIAL:

El estudio potencial se realiza con la idea de establecer cuales son las condiciones del proceso o máquina para producir un determinado producto. Se debe establecer la forma en que se harán las mediciones, buscando siempre que estas sean simultáneas para correlacionar lo mejor posible las distintas variables. También debe nombrarse a la persona que posteriormente hará el análisis estadístico de los datos obtenidos.

7. TOMA DE DATOS:

Una vez definido la forma en que hará el estudio, lo que sigue es tomar los datos, como dijimos en forma simultánea. Las piezas producidas se deben registrar de forma en que se va produciendo cada pieza, no como un muestreo, hasta acumular una cantidad de piezas representativa del proceso. Es imprescindible que se tenga la información de todas variables y características en tiempo real.

8.- ELABORAR GRÁFICOS:

Una vez que se tienen los datos de la hoja de inspección, el siguiente paso es darles un tratamiento estadístico por cada una de las variables en estudio. Lo anterior se puede hacer en forma manual o bien mediante el uso de la computadora en paquetes que van desde el Excel (Statplus) o bien otros más específicos para el Control Estadístico de Procesos como son el SPC1 Pro, SPSS, QA (Quality Alert) o Statgraf que facilitan el procesamiento de la información. Es importante obtener los siguientes gráficos: gráfico de tendencias, gráficos de control, Gráfica de medianas, Histograma etc.

Software existente sobre QFD y sobre Control Estadísticos de procesos.

Se realizó una búsqueda acerca de software establecido en el mercado, y según la revista *Quality Magazine* [http18], se tienen los siguientes productos:

- Software de Despliegue Función de Calidad (QFD) ver Anexo A.1 y software de control estadísticos de procesos (SPC) ver anexo A.2.
- Software que abarca simultáneamente los dos conceptos anteriores. Ver la siguiente tabla 1:

Pagina web	Producto	Aspectos de la Calidad que manejan	Descripción del Producto
www.ibs-us.com	IBS -- QSYS Professional	Software de Análisis DOE; APQP/PPAP Software; Software de Acciones Correctivas; Software de Minería de Datos; Software de Análisis de Modos y Efectos de Falla; Software de Mapeo de procesos y flujos; Software de Manejo de Calibración; Gage R&R Software; ISO/TS 16949 Software; ISO 13485 Software; ISO 17025 Software; ISO 9000 Series Software; QS-9000 Software; Software para el despliegue de la Función de calidad; Six Sigma Software; Software de análisis estadístico y SPC/SQC; Software de manejo de la calidad total	Producto integrado de un sistema de gestión de la calidad, adaptado a cada aspecto de la empresa y cumpliendo con ISO 9001, estándares de la industria y regulaciones gubernamentales.

www.statit.com	Statit Software -- Statit Custom QC	Software de Análisis DOE; Software de Acciones Correctivas; Software de Minería de Datos; Software para el despliegue de la Función de calidad; Six Sigma Software; Software de análisis estadístico y SPC/SQC; Software de manejo de la calidad total	Una aplicación desktop, que proporciona herramientas para analizar la data y realizar decisiones informadas acerca de la mejora de la calidad de los productos y procesos.
www.statit.com	Statit Software -- Statit e-QC	Software de Análisis DOE; Software de Acciones Correctivas; Software de Minería de Datos; Software para el despliegue de la Función de calidad; Six Sigma Software; Software de análisis estadístico y SPC/SQC; Software de manejo de la calidad total	Una solución para empresas de manufactura, adaptado a la empresa, para que esta accese a reportes de capacidad y de análisis de calidad a través de páginas web. Se puede accesar la data en tiempo real.
www.statit.com	Statit Software -- Statit e-Server	Software de Análisis DOE; Software de Acciones Correctivas; Software de Minería de Datos; Software para el despliegue de la Función de calidad; Six Sigma Software; Software de análisis estadístico y SPC/SQC; Software de manejo de la calidad total	Proporciona un ambiente de desarrollo para diseñar e integrar mejoras de la calidad y soluciones de análisis estadístico, basadas en páginas Web y extendidas en sus aplicaciones de software existentes en la empresa.

Tabla 1. Lista de Software que contiene QFD y SPC. Fuente: http18

Sin embargo, estas soluciones deben ser adaptadas a la data, a las aplicaciones existentes y al modelo del negocio de la empresa. Además no se indica (dentro de cada descripción) si posee el producto de software QFD ya viene establecido en el software o pasa a ser parte de las aplicaciones que deben existir ya implantadas en la empresa.

2.2._SOBRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

2.2.1. Los Sistemas de Producción

Producción denota la generación de bienes y servicios. Producción es el acto intencional de producir algo que alguien esta dispuesto a adquirir o recibir, sin embargo se reconoce que hay una amplia gama de procesos de producción que tienen características similares, independientemente de la utilidad de los productos [RIGGS-98].

La definición de producción se modifica incluyendo el concepto de sistema, al decir que un **sistema de producción** es el proceso de diseño (se refiere al diseño industrial como disciplina que trata de la concepción formal de los productos manufacturados, ocupándose del aspecto estético, de su eficiencia funcional y de la adecuación productiva y comercial y como una actividad que incluye una amplia gama de procesos creativos y sistemáticos [E.M.E-00]) mediante el cual los elementos son transformados en productos con valor de cambio y de uso. Un proceso es un conjunto de actividades organizado para lograr la conversión de insumos en productos, como se indica en la figura 1.

Se entiende, entonces, que genéricamente se tiene un modelo de producción esquematizado así: Entrada (Materia Prima) – Proceso de Conversión (Productos en Proceso) – Salida (Productos Terminados). [SUCRE-01]



Figura 1. Ejemplos de Sistemas de Producción. Fuente: Sucre-01

2.2.2. Planificación, Análisis y Control de los Sistemas de Producción.

La planeación, el análisis y el control son actividades que tienen como finalidad dar soporte a la toma de decisiones [RIGGS-98].

Cada fase se distingue por un objetivo: prever, investigar, coordinar o diseñar. La definición del objetivo señala la técnica cuantitativa más adecuada y sirve de guía para obtener la información [MEYER-99] [RIGGS-98].

Una evaluación de un sistema que ya existe podría tener como objetivo el reducir los costos y comenzaría probablemente con un análisis de las condiciones y los procedimientos actuales de operación. Los resultados del análisis podrían conducir a mejoramientos planeados, para los cuales la información obtenida alimentaría la labor de planeación y control. Luego, todo sistema podría ser sometido de nuevo a las tres fases, comenzando con la planeación basada en un nuevo adelanto tecnológico [RIGGS-98]. Los objetivos de poner al día y mejorar un sistema dan lugar continuamente a estudios repetidos, como se ilustra en la figura 2.

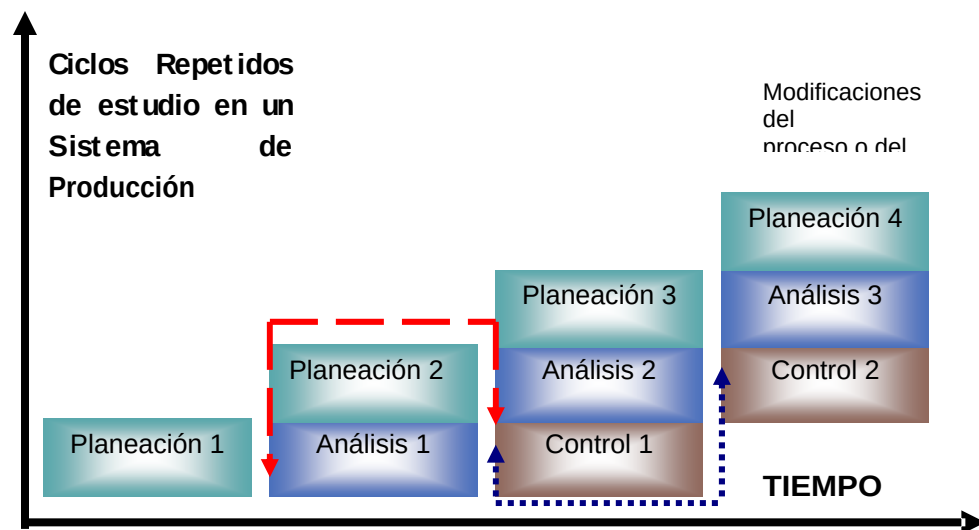


Figura 2. Ciclos de Planeación de la Producción, Análisis y Control. Fuente: Sucre-01

La síntesis de sistemas incorpora la planeación, el análisis y el control de principio a fin de la función de producción como se representa en la figura 3. Adicional se ocupa de las personas, las máquinas y los materiales desde una perspectiva que destaca la integración de las actividades de producción para beneficio de todo el sistema.

El análisis y síntesis son etapas sucesivas del progreso de un sistema más eficiente. Los elementos de un sistema son analizados en forma individual para mejorar su productividad. Luego se reúnen los elementos mejorados, dando lugar a intercambios ocasionales a fin de que las funciones sean suficientemente compatibles para formar un cuerpo coordinado. La coordinación es auxiliada a menudo por la tecnología de la computadora. [SUCRE-01]

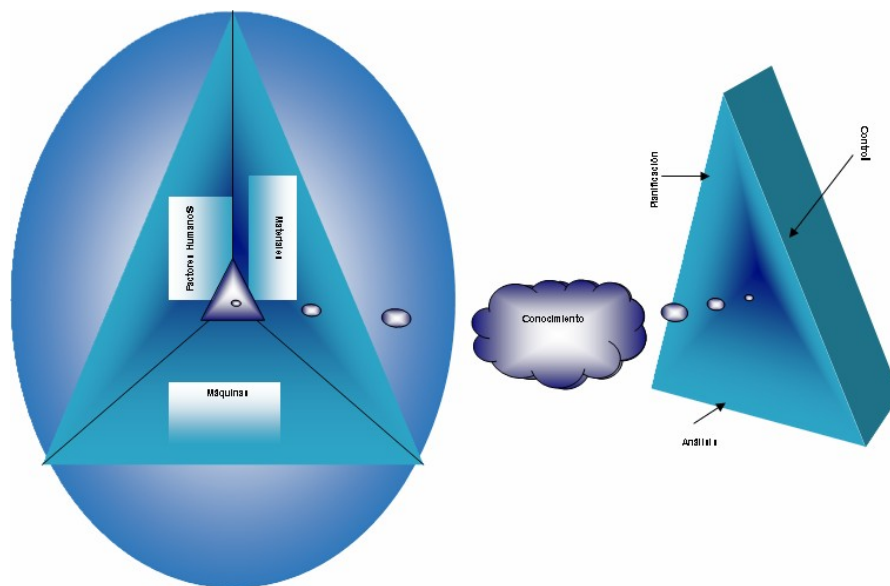
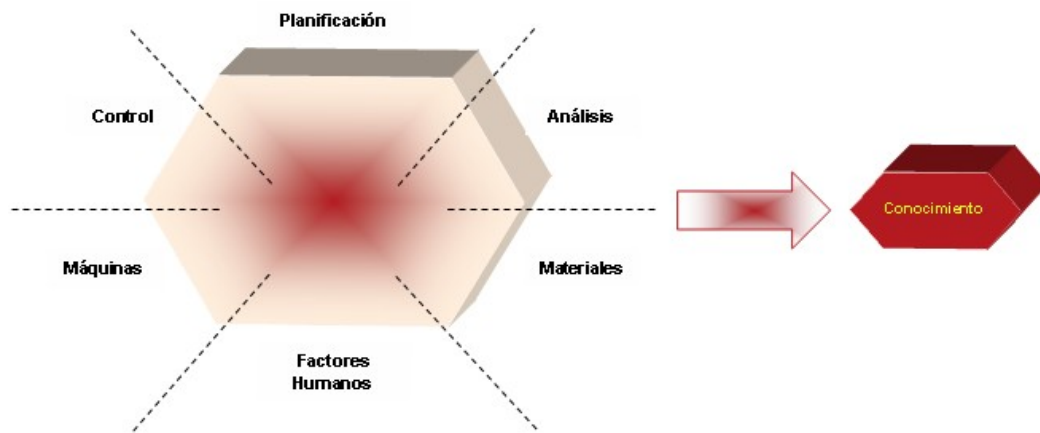


Figura 3. Posición central de la síntesis de sistemas. Fuente: Sucre-01

Por su carácter sinérgico y dinámico, cada proceso contiene las tres actividades de dicho proceso y las tres Variables del proceso de producción que se reflejan en las figuras 2 y 3 respectivamente.

Según Sucre [SUCRE-01], al aplicar CPM con SSM se integran las actividades de producción – planificación, análisis y control – con las variables de producción – factores humanos, materiales y máquinas – en

un modelo holístico y se podría gerenciar mejor los sistemas administrativos involucrados en dichos procesos. Probablemente también se podrá identificar patrones de uso y detectar conocimiento que faciliten, aun más, la administración de los sistemas de producción, este modelo facilitará su identificación y especificación; como se representa en la figura 4.



*Figura 4. Integración de las Actividades con las Variables de Producción.
Fuente: Sucre-01*

2.2.3. Meta-Modelo de los procesos de producción SAPP. [SUCRE-01]

A continuación se describe los distintos elementos que estructuran el meta-modelo de procesos SAPP, que se ilustra en la Figura N° 5. Es de hacer notar que cada uno de los componentes del meta-modelo son meta-clases o meta-flujos.

Eventos: Los eventos disparan varios objetos, datos, notificaciones u otras actividades/acciones a tiempo que inician un proceso. Los eventos pueden ser de transformación como una orden de compra o simples actividades como un Catálogo.

Información: La información se usa para completar las actividades. La información y sus recursos no se consumen en el proceso, es usada como parte de la transformación que se hace en el proceso. La información puede venir de fuentes internas como otras aplicaciones, clases o de fuentes externas como los clientes y puede ser el producto para otros procesos.

Provee información: Es un flujo de datos u objetos vinculados con el proceso.

Recursos: Un recurso es una entrada para un proceso, con una información, típicamente consumida durante el proceso.

Provee recursos: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Salida: Un proceso produce una o más salidas. La salida puede ser un objeto físico como un reporte, una transformación o un producto terminado. La salida de un proceso puede ser la entrada para otro proceso.

Genera resultado: Es un vínculo de salida que indica que el proceso produce varios objetos.

Meta-Modelo de procesos SAPP: El Meta-Modelo de procesos representa el conjunto de procesos y actividades para producir una salida específica y particular. Los procesos especifican las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Clientes: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con los clientes. Clientes especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Información de mercado: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Ventas: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con las ventas. Ventas especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Pronóstico de Ventas: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Finanzas: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con las finanzas. Finanzas especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Productos Terminados: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Ingeniería: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con la ingeniería. Ingeniería especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Dibujos, Normas: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Planificación y Control de Calidad: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con la planificación y

control de calidad. Planificación y Control de Calidad especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Programa de Materiales: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Control Inventario: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con el control de inventario. Control de Inventario especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Proporcionar Materiales: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Adquisiciones: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con las adquisiciones. Adquisiciones especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Entrega de Materiales: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Fabricación: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con la fabricación. Fabricación especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Presupuesto de Producción: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Control de Calidad: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con el control de calidad. Control de

Calidad especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Inspección Productos: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

Distribución: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con la distribución. Distribución especifica las actividades y eventos que hay que realizar, definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

Entrega Productos: Es un vínculo de entrada que indica objetos o recursos consumidos en el proceso.

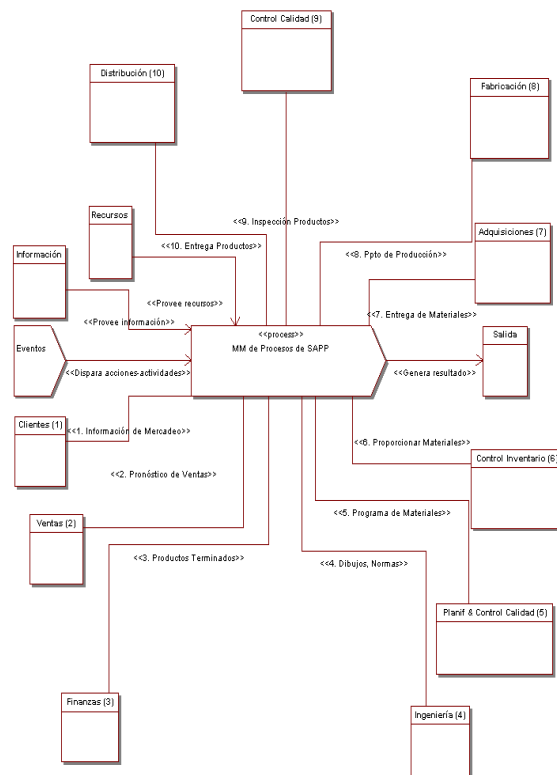


Figura 5. Meta Modelo de los Procesos de Producción SAPP. Fuente: Sucre-01

2.2.4. Gestión, Control y Aseguramiento de la Calidad sobre los Sistemas de Producción

La calidad posee muchas definiciones, de las cuales se puede tomar la siguiente: “la Calidad es la totalidad de funciones y características de un producto que determina su capacidad para satisfacer las necesidades de sus usuarios” [Martínez, 2003]. La calidad se trabaja, inicialmente en una organización, como una herramienta estratégica mediante la gestión de la calidad. [Martínez, 2003].

La gestión de la calidad tiene como visión, promover y utilizar la calidad como fuente de ventajas competitivas, haciendo énfasis en el mercado y los clientes, abarcando todos los componentes de la organización. El método principal de la gestión de la calidad es el plan estratégico de la calidad [Martínez, 2003].

Existen dos tipos de ventajas competitivas: las de costos y las de valor.

- La de costos: es la posibilidad de ofrecer al cliente un costo de un producto o servicio menor a la de la competencia.
- Las de valor: atributos adicionales al costo, que permiten sostener precios superiores a los de la competencia, tales como: diseño, sabor, confiabilidad y calidad” [Villalba, 2000].

La importancia de la calidad se puede ver también en los nuevos modelos de competencia que tienen como objetivos principales:

- “El uso eficiente de los recursos que permite competir con base al precio” [Viana y Cervilla, 1998].

- “La calidad del producto o servicio, la capacidad de entrega, el servicio postventa, la capacidad de diversificación de productos, la fortaleza de los canales de distribución, la disponibilidad de financiamiento para los clientes, la fabricación de productos ambientalmente amigables o no contaminantes, como los factores que determinan la capacidad de una empresa para ganar pedidos” [Viana y Cervilla, 1998].

Para lograr estos dos objetivos, se debe trabajar en el mejoramiento continuo de los procesos (cadena de Deming) y en la búsqueda de la calidad de los productos y servicios, “la filosofía de Deming se enfoca en reducir la incertidumbre y la variabilidad en el diseño y proceso de manufactura. Desde el punto de vista de Deming, variabilidad es la principal culpable de la mala calidad” [Evans y Lindsay, 99]. Igualmente la aplicación de métodos de control y aseguramiento de la calidad determinan una mayor productividad, Deming declaraba que “a mayor calidad lleva a mas productividad, lo que a su vez conduce a un poder competitivo a largo plazo” [Evans y Lindsay, 99].

El Control de Calidad es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con el optimo monitoreo de la calidad de los procesos y los productos y que especifica este conjunto definiendo las entradas, las salidas y la estructura de las acciones.

En el punto anterior se destaca capacidades competitivas que permiten que “la calidad sea una condición necesaria para competir, que se puede materializa gracias al dominio tecnológico y a los conocimientos o “Know

how”, acerca del sistema producto-proceso, es decir, a la capacidad tecnológica de las empresas” [Viana y Cervilla, 1998].

En cuanto a la estrategia tecnológica y su relación con la Calidad, es importante que toda empresa cuente con una estrategia orientada a incorporar tecnología como una herramienta para el mejoramiento de su desempeño económico, donde el esfuerzo está en áreas como la implantación de sistemas de mejoramiento continuo, el desarrollo de sistemas de información gerencial, los mercados atendidos, el rango de productos de la empresa, etc. La implantación de programas de mejoramiento continuo la hay en una mayor proporción de PYMEs que de grandes empresas que están enfocadas en el desarrollo de productos. [Viana y Cervilla, 1998].

Es entonces que igual que cualquier proceso dentro de las empresas, los procesos de producción en serie o industriales, basados en un modelo de producción esquematizado así: materia-prima → productos en proceso → productos terminados, reclaman medios y herramientas de control en cada fase o etapa del proceso productivo para determinar la Calidad del proceso/producto. [SUCRE-01]

También se destaca que en los procesos productivos, en las etapas de análisis y síntesis, como se menciono anteriormente, se practica el concepto de mejora continua, como una aplicación más del aseguramiento de la calidad. [SUCRE-01]

2.3.CONCEPTOS GENERALES TEORICOS SOBRE LA CALIDAD

Para entender la ubicación de los procesos a estudiar en el tema de la Calidad es importante mostrar de forma estructurada y resumida algunos conceptos teóricos sobre la administración y el control de la Calidad. Esta estructura, de cómo se relaciona los conceptos de la Calidad más importantes que se trabajarán, se muestran en la figura 6.

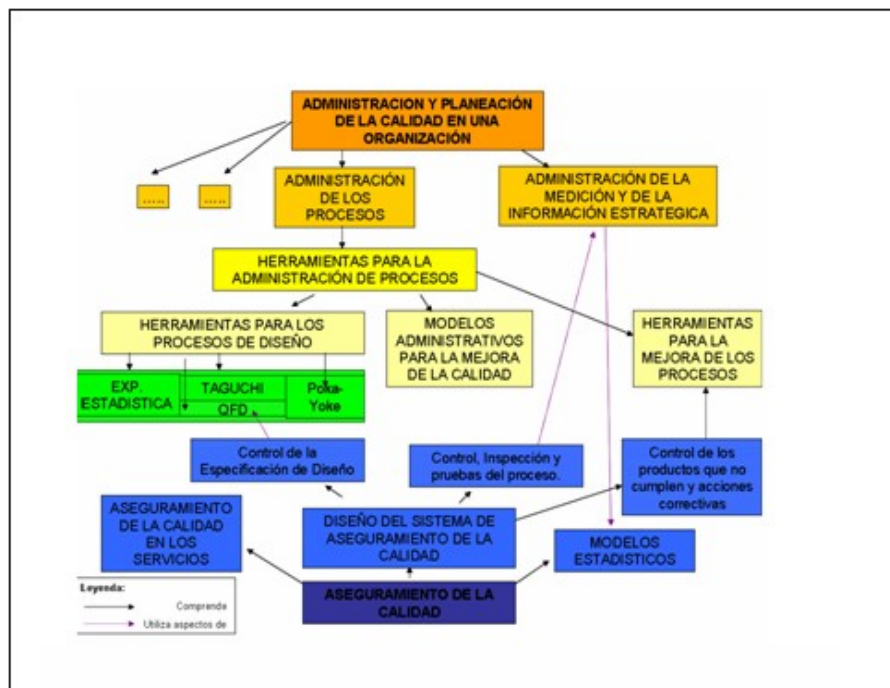


Figura 6. Estructura que relaciona los conceptos de calidad a trabajar. Fuente: Elaboración propia basado en los conceptos de [Evans y Lindsay, 99].

2.3.1. Administración y planeación de la calidad de una organización

Esta conformada por la administración de los procesos, la administración de los recursos humanos y la administración de la medición y de la

información estratégica, y donde cada una de estas gestiones están en acorde a la planificación estratégica de una organización. [Evans y Lindsay, 99].

2.3.2. Administración de la calidad de los procesos [Evans y Lindsay, 99]

Comprende el diseño, el control y la mejora de los procesos, los cuales estos deben ser medibles y repetibles en el tiempo y cíclicos en su ejecución.

Los procesos que abarca son importantes para el negocio:

- Procesos de diseño de los productos.
- Procesos de producción, entrega y apoyo.
- Procesos de proveeduría y asociación.

2.3.2.1. Procesos de diseño de los productos [Evans y Lindsay, 99]

La complejidad de los productos actuales hace que el diseño sea una actividad difícil. Sin embargo los diseños mejorados no solo reducen los costos, sino que mejoran la calidad.

La mayoría de las compañías tienen algún tipo de proceso estructurado para el desarrollo de los productos y de los servicios.

El proceso característico de desarrollo de productos y servicios, esta constituido por seis fases:

- Generación de ideas: Las ideas respecto a productos nuevos o rediseñados deben incorporar las necesidades y expectativas del cliente. Sin embargo, las verdaderas innovaciones a menudo trasciende los deseos expresos de los clientes, simplemente debido a que éstos quizás no sepan lo que les agrada hasta que lo quieren.
- Desarrollo preliminar del concepto: En esta fase se estudia nuevas ideas en función de su factibilidad con respecto al cumplimiento de las necesidades del cliente y el costo bajo a un alto nivel de claridad. Una herramienta para ayudar en este y los pasos subsiguientes es **el despliegue de la función de calidad QFD**.
- Desarrollo del producto/proceso: Después de superado la etapa conceptual, se empieza el proceso real de diseño, mediante la determinación de las especificaciones de ingeniería para todas las materias primas, componentes y piezas. En esta fase por lo general se incluye la construcción y las pruebas del prototipo. De aquí surge la fase de diseño y construcción de procesos de producción.
- Producción a plena escala: Si no aparece problemas serios, la empresa libera el producto a los equipos de manufactura o de entrega de servicios.
- Introducción en el mercado: El producto se distribuye en los clientes.
- Evaluación en el mercado: Deming y Juran propugnaban por un proceso continuo de desarrollo de productos, que se apoye en la evaluación del mercado y en la retroalimentación del cliente para iniciar mejoras continuas.

En resumen, en la administración y planeación de la calidad dentro de una organización, se maneja la administración de los procesos que a su vez utiliza herramientas para administrar cada uno de ellos. Igualmente dentro del diseño de sistemas para el aseguramiento de la calidad, los mecanismos de control utilizan esas mismas herramientas. En el caso del QFD es una herramienta de planificación que es utilizada tanto en los procesos de diseño de los productos, como en la especificación del control de la calidad del diseño.

2.4.DESPLIEGUE DE LA FUNCION DE LA CALIDAD QFD

Esta técnica pretende trasladar o transformar los deseos del cliente en especificaciones técnicas correctas, que ayuden a proceder al diseño de un producto que satisfaga las necesidades del cliente. Le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes, encontrar respuestas innovativas a esas necesidades, y mejorar procesos hasta una efectividad máxima. QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso que le permiten a una organización sobrepasar las expectativas del cliente.

El concepto de QFD fue introducido en Japón por Yoji Akao en 1966, siendo aplicado por primera vez en Mitsubishi Heavy Industries Ltd en 1972. “Su primera aplicación en empresas occidentales no se produce hasta mediados de los ochenta, siendo Rank Xerox y Ford en 1986 las primeras empresas occidentales en aplicar dicha técnica a su proceso de desarrollo de nuevos productos (Zairi y Youssef, 1995)” [http1].

Shigeru Mizuno define el despliegue de funciones de calidad (Quality Function Deployment) como el despliegue, paso a paso, con el mayor

detalle, de las funciones u operaciones que conforman sistemáticamente la calidad, con procedimientos objetivos, más que subjetivos. En definitiva, se trata de convertir las demandas de los consumidores en características concretas de calidad, para proceder a desarrollar una calidad de diseño mediante el despliegue sistemático de relaciones entre demandas y características, comenzando por la calidad de cada componente funcional y extendiendo el despliegue a cada parte y proceso. [http1]

Se tiene otros conceptos de QFD, obtenidos en la Asociación Latinoamericana de QFD [Tamayo y Gonzalez, 2000]. Estos son los siguientes:

- Mikel Sorli y Javier Ruiz, en el primer capítulo de su libro “QFD Una Herramienta de Futuro”, concluyen que el QFD proporciona un camino sistemático para que la voz del cliente fluya a través del proceso de desarrollo del producto, estableciendo un nexo de unión entre los diferentes requisitos técnicos enfocándolos hacia las necesidades de los clientes.
- John Terninko, en su libro “Step by Step QFD: Customer-Driven Product Design”, menciona que el QFD es un sistema de calidad moderno enfocado a incrementar la participación en el mercado a través de satisfacer al cliente. Este sistema estratégicamente selecciona y hace visibles los requerimientos que son importantes para desempeñarse mejor que la competencia.
- Glenn Mazur, en su extraordinario manual de curso “Comprehensive Quality Function Deployment Overview” del 2000, explica que el QFD es un sistema de calidad que se focaliza en brindar valor a través de buscar

necesidades del cliente tanto explícitas como implícitas, traducir estas necesidades en acciones o diseños y desplegar esto a través de la organización.

- Marvin E. Gonzalez, en su libro “QFD La Función Despliegue de la Calidad; una guía práctica para escuchar la voz del cliente”, el Dr. González define el QFD como una metodología que traduce la Voz del Cliente en parámetros de diseño para que estos puedan desplegarse, de forma horizontal, dentro de los departamentos de planeación, ingeniería, manufactura, ensamble y servicio. Asimismo, el Dr. González señala que el QFD es un “instrumento efectivo que permite identificar y optimizar aquellos requisitos que conflictúan el

diseño de un producto o servicio.

- El Dr. Georg Herzwurm, cuya línea de investigación ha sido hacia la aplicación del QFD para el desarrollo de paquetes computacionales, señala en uno de sus últimos artículos publicados que el QFD es un método desarrollado en Japón que provee una forma de comunicación entre clientes y desarrolladores que es sistemática, pero más informal y completa que solamente las especificaciones de requerimientos. Eso permite focalizarse más en reconocer y satisfacer las necesidades de los clientes.

- El Dr. Robert A. Hunt, quien ha investigado la aplicación de QFD en la planeación estratégica de las organizaciones, señala que el poder de las técnicas de QFD está en que el QFD ayuda a identificar qué es importante, al proveer un sistema lógico para reemplazar la toma de decisiones basada en emociones.

- Francisco Tamayo y Veronica Gonzalez Bosch, en su definición de QFD para la Asociación Latinoamericana de QFD, definieron el QFD como un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

QFD permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor.

QFD (Quality Function Deployment) significa Despliegue de la Función de Calidad. Esto es, transmitir a través de los procesos organizacionales los atributos de calidad que el cliente demanda, para que cada proceso pueda contribuir al aseguramiento de estas características. A través del QFD, todo el personal de una organización puede entender lo que es realmente importante para los clientes y trabajar para cumplirlo.

El despliegue de la función de calidad que se utilizará en este trabajo será "un "sistema" para concebir, planificar, configurar y desarrollar un producto, servicio o sistema a partir de determinadas exigencias o expectativas del cliente en referencia a ciertos niveles de calidad de dicho producto, servicio o sistema, y en el que participan todos los miembros implicados en dicho desarrollo y que trabajan en la organización que produce o distribuye tal objeto, con los propósitos de: desplegar el diseño del servicio o producto sobre la base de las necesidades y requerimientos de los clientes y

desplegar la función de calidad en todas las actividades y funciones de la organización utilizando un conjunto de matrices interrelacionadas para registrar la secuencia del desarrollo y determinar los impactos que producen los atributos técnicos, los atributos del proceso y los atributos de la organización en la satisfacción del cliente ” [http 14].

2.4.1. Estructura de QFD [Goetsch Davis, 2002]

La analogía más usada para explicar como está estructurado el QFD es una casa, denominado gráfico de calidad o “casa” de calidad y se convierte en la principal herramienta para conseguir los objetivos del QFD. La figura 7 muestra como se reúne una matriz QFD básica.

La casa esta compuesta por 6 componentes, y según el proceso QFD, que se mostrará posteriormente, existen 6 casa de la calidad. Los dos primeros de estos componentes tomará un significado particular en cada una de las casas.

Componente 1: La pared de la casa en el costado izquierdo, son aquellos ítems básicos de la casa de la calidad y de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 2 y a los cuales se aplica una matriz de planeación mediante el componente 5.

Componente 2: Este es el techo interior de la casa. Dependiendo de la matriz QFD que se esté desarrollando, son aquellos ítems de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 1, de las cuales

se obtienen las relaciones de prioridad, y a los cuales se les aplica el componente 3, obteniendo relaciones de prioridad entre esos mismos ítems. También se le aplica el componente 6 donde se aplica una evaluación con la competencia, y donde se definen los objetivos y su despliegue.

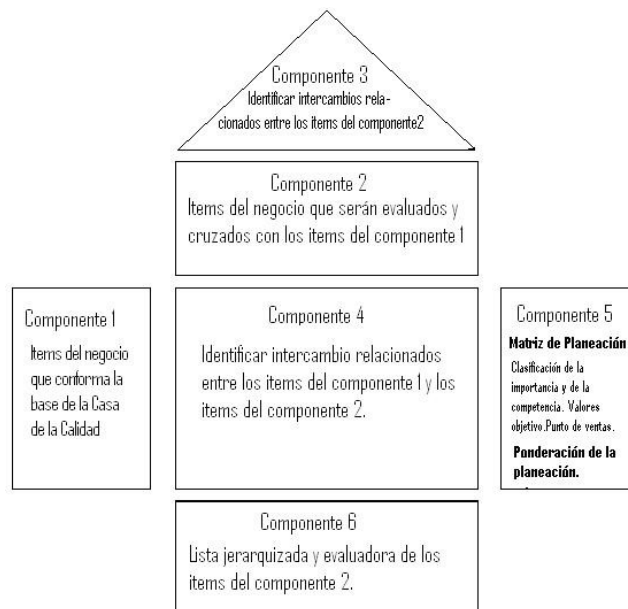


Figura 7. Estructura de la casa de la calidad QFD. Fuente: Goetsch Davis, 2002.

Componente 3: El techo exterior de la casa, es donde se identifican y cuantifican las relaciones de intercambio (*trade-offs*) entre los ítems del componente 2. Su significado es igual para todas las casas de la calidad.

Diversos símbolos identifican los tipos de relación: ● indica una relación

muy fuerte o poderosa, $\bigcirc$ denota una relación fuerte y $\triangle$ una relación débil.

Componente 4: El centro de la casa donde se estructura las relaciones de prioridad entre los ítems del componente 1 y 2. Cada elemento de la matriz de relaciones indica qué porcentaje (si lo hubiera) de ítem del componente 2 afecta cada uno de los ítems del componente 1. La idea es especificar las relaciones que tienen mayor influencia, dejando libre la mayor parte de la matriz (60-70%). Igual que el componente 3, existen diversos símbolos que identifican los tipos de relación: $\bullet$ indica una relación muy fuerte o poderosa, $\bigcirc$ denota una relación fuerte y $\triangle$ una relación débil.

Componente 5: La pared derecha de la casa, es la matriz de planeación. Este es el componente más ampliamente asociado con QFD. La matriz de planeación es el componente que se usa para traducir los ítems del componente 1 en planes para satisfacer o sobrepasar esos requerimientos.

Componente 6: El fondo o base de la casa, es donde se jerarquizan los ítems del componente 2 que son críticos. Donde se pregunta cuál ítem del componente 2 es más importante en términos de satisfacer o sobrepasar los ítems del componente 1? Lo es el siguiente?, y así sucesivamente? Cada ítem del componente 2 recibe una puntuación que representa su nivel de dificultad o que tan difícil es lograrlo.

2.4.2. El proceso QFD

Se debe comprender que para alcanzar el éxito mediante el despliegue de la función de calidad es importante que las necesidades o la voz del cliente, fluya por toda la organización para lo cual se deben desarrollar seis casas de la calidad, permitiendo de esta forma unir las necesidades del cliente con los requerimientos específicos del plan de control de calidad del producto [Evans y Lindsay, 99]. Cada casa de la calidad se traduce en seis matrices, donde cada matriz desarrollada como parte del proceso QFD debe estructurarse conforme a la casa que se ilustra en la figura 7. Habrá seis de tales matrices en un ciclo completo del proceso QFD. La figura 8 muestra el flujo y el enfoque de un ciclo completo del proceso QFD. El propósito de cada matriz se explica en los siguientes apartados [Goetsch y Davis, 2002]:

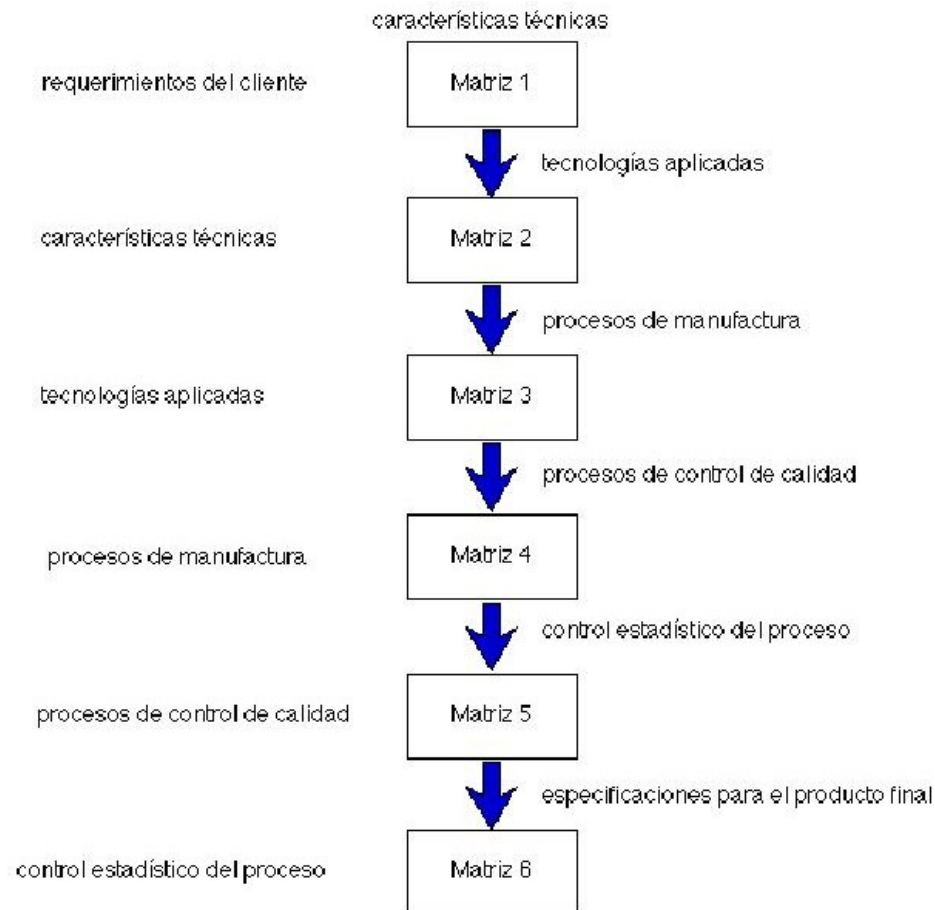


Figura 8. El proceso QFD: Un ciclo completo. Fuente: Goetsch Davis, 2002.

La matriz 1 se usa para comparar los requerimientos del cliente (componente 1) con las características técnicas del producto (componente 2). Todas las otras matrices se originan de esta primera matriz. Esta matriz produce la información necesaria para contestar las siguientes preguntas: (1) ¿Qué quiere el cliente? (2) ¿Cuáles son los requisitos técnicos relacionados con las características que quiere el cliente? [Goetsch y

Davis, 2002]. También llamada matriz de Planificación del Producto, [Evans y Lindsay, 99].

Los resultados que típicamente fluyen del desarrollo de la primera matriz incluyen un resumen de las necesidades/requerimientos del cliente y un documento conceptual que describe qué características tendrá que tener el producto para satisfacer las expectativas del cliente [Goetsch y Davis, 2002].

La matriz 2 se usa para comparar las características técnicas en la matriz 1 (componente1) con los requerimientos detallados de subsistemas, componentes y sus tecnologías aplicadas asociadas, denominados características de los componentes (componente 2) [Evans y Lindsay, 99]. Esta matriz produce la información necesaria para contestar las siguientes preguntas: (1) Qué tecnologías son necesarias para satisfacer o sobrepasar los requisitos del cliente? y (2) Cuáles son las relaciones de intercambio (tradeoffs) que tienen que ver con los requerimientos técnicos? [Goetsch y Davis, 2002]. También llamada matriz de Diseño del producto, ver Figura 8.2 [Evans y Lindsay, 99].

En este punto, se toman decisiones relativas a la factibilidad técnica y se hacen intercambios entre lo que será necesario para satisfacer los requerimientos del cliente y las capacidades existentes actualmente [Goetsch y Davis, 2002].

La matriz 3 se usa para comparar las tecnologías aplicadas de la matriz 2 (componente1) con sus procesos de manufactura asociados (componente

2). La matriz ayuda a identificar variables críticas en los procesos de manufactura. [Goetsch y Davis, 2002]. También llamada matriz de Planificación del Proceso, ver Figura 9 [Evans y Lindsay, 99].

La matriz 4 se usa para comparar los procesos de manufactura de la matriz 3 (componente1) con sus procesos de control de calidad asociados (componente 2). Esta matriz produce la información necesaria para optimizar procesos. A través de la experimentación, se determina la confiabilidad y repetibilidad de los procesos. [Goetsch y Davis, 2002] Se efectúa una transición entre la planeación y la ejecución. También llamada matriz de Planificación del control del proceso, ver Figura 8.2 [Evans y Lindsay, 99].

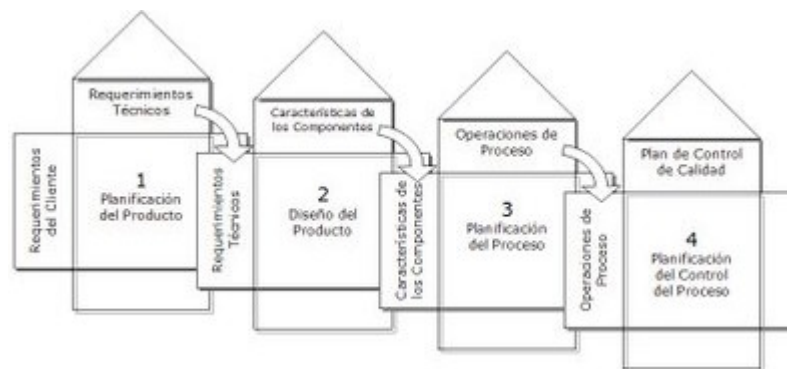


Figura 9. Secuencialidad de las primeras cuatro casas de la calidad (matrices uno, dos, tres y cuatro) según el proceso QFD. Fuente: adaptado de Evans, Lindsay, 2000 y Barba 2000

La matriz 5 se usa para comparar los procesos de control de calidad (componente1) con sus procesos de control estadístico del proceso

(componente 2). Esta matriz ayuda a garantizar que se están usando los parámetros y Variables del proceso adecuados. [Goetsch y Davis, 2002]

La matriz 6 se usa para comparar los parámetros del control estadístico del proceso (componente1) con las especificaciones que se han desarrollado para el producto terminado (componente 2). En este punto, se hacen ajustes para garantizar que el producto producido es el producto que quiere el cliente.

El proceso QFD garantiza que todos los recursos se usen óptimamente de forma tal que maximicen las posibilidades de la organización para satisfacer o exceder los requerimientos del cliente. [Goetsch y Davis, 2002]

La secuencialidad de este proceso convierte a la calidad de la información recibida de una casa de la calidad previa en un elemento crítico, para la obtención de un despliegue de la función de la calidad apropiado [Patterson, 1999]. Esto es debido a que el componente 2 de la matriz i es el componente 1 base de la matriz $i+1$, donde $i \in \{1...5\}$.

Se debe notar que al pasar desde la segunda a la tercera casa de la calidad (de la matriz 2 a la matriz 3) se incorporan los niveles de ejecución, el número de participantes del proceso aumenta de manera explosiva, debido a la complejidad que esto implica; comúnmente en fuera del Japón se desarrollan aplicaciones de despliegue de la función de calidad de una y dos casas, por tanto existe un Potencial desperdiciado por no incorporar el conocimiento de una parte importante de la organización [Evans & Lindsay, 2000].

2.4.3. Beneficios del QFD [Goetsch y Davis, 2002]

QFD trae un número de beneficios a las organizaciones que intentan incrementar su competitividad mejorando continuamente calidad y productividad, ver figura 10. El proceso tiene los beneficios de ser orientado al cliente, eficiente en tiempo, orientado al trabajo en equipo y orientado hacia la documentación. Estos beneficios se explican en los siguientes párrafos.

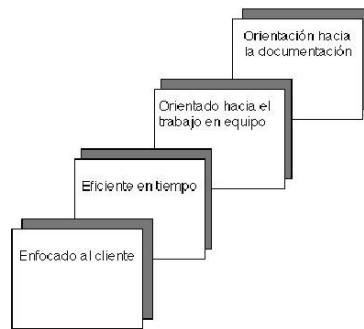


Figura 10. Beneficios del QFD. Fuente: Goetsch Davis, 2002.

- Orientado al cliente. Una organización con calidad-total es una organización que está orientada al cliente. QFD requiere la recolección del input y retroalimentación del cliente. Esta información se traduce en un conjunto de requerimientos específicos del cliente. El desempeño de la organización contra los requerimientos, así como la de los competidores se estudia cuidadosamente. Esto le permite a la organización ver como se compara ésta y su competencia al satisfacer las necesidades de los clientes, es decir, es un proceso de planeación dirigido por el cliente.

- Eficiente en tiempo. QFD puede reducir el tiempo de desarrollo porque se centra en requerimientos del cliente específicos y claramente identificados. Debido a esto, no se desperdicia tiempo en desarrollar características que tienen poco o nulo valor para el cliente.
- Orientado al trabajo en equipo. QFD es un enfoque orientado al trabajo en equipo. Todas las decisiones están basadas en el consenso e incluyen discusión a fondo y tormenta de ideas. Puesto que todas las acciones que deben tomarse se identifican como parte del proceso, los individuos ven donde encajan en la escena completa, promoviendo de esta manera el trabajo en equipo.
- Orientado a la documentación. QFD fuerza el aspecto de la documentación. Uno de los productos del proceso QFD es un documento amplio y completo que reúne todos los datos pertinentes acerca de todos los procesos y como éstos resucitan en suma contra los requerimientos del cliente. Este documento cambia constantemente al conocer nueva información y descartar la obsoleta. Tener información actualizada sobre los requerimientos del cliente y sobre los procesos internos es particularmente útil cuando ocurre un trastorno.

2.4.4. HERRAMIENTAS DEL QFD

Las siete herramientas de la administración y la planeación son: los diagramas de afinidad, de interrelaciones, de árbol, matriciales, análisis de datos matriciales, gráficos de programas de decisión de procesos y

diagrama de flechas [Evans y Lindsay, 99]- pueden ser usadas en diversos puntos al desarrollar el proceso QFD. Las más usadas son el diagrama de afinidad, el dígrafo de interrelaciones, el diagrama de árbol y el diagrama de matriz en el QFD [Goetsch y Davis, 2002], figura 11.

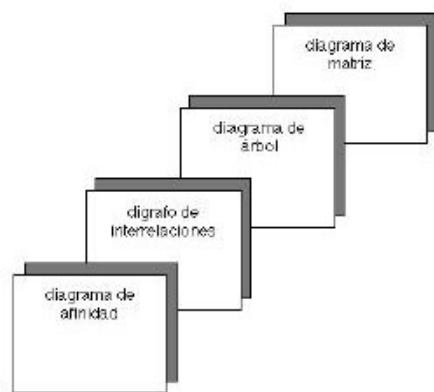


Figura 11. Herramientas básicas del QFD. Fuente: Goetsch Davis, 2002.

2.4.5. IMPLEMENTANDO QFD [Goetsch y Davis, 2002]

QFD debe implantarse en una forma sistemática y ordenada, utilizando los siguientes pasos:

- Formar el equipo del proyecto

La naturaleza del proyecto impondrá la composición del equipo del proyecto. ¿Va el equipo a mejorar un producto existente o a desarrollar uno nuevo? Si se va a mejorar uno ya existente, el equipo debe de consistir de personal de los departamentos de mercadotecnia, ingeniería, calidad y

manufactura. En caso de tratarse del desarrollo de un nuevo producto, deben incorporarse representantes de investigación de mercado y desarrollo.

- Establecer procedimientos de monitoreo

La dirección querrá monitorear el avance del equipo, y así debe ser. Sin embargo, debe evitarse la micro dirección del equipo. El balance adecuado entre ignorar y micro administrar puede lograrse planeando cuidadosamente y estableciendo procedimientos de monitoreo.

- Seleccionar un proyecto

Es buena idea empezar con un proyecto de mejora y no con un proyecto de desarrollo de un nuevo producto. Los proyectos de mejora tienen la ventaja de contar con información existente y cierta experiencia. Un nuevo equipo de QFD involucrado con un nuevo producto puede ser demasiada innovación a la vez. Con un proyecto de mejora, los miembros del equipo que pudieran estar no familiarizados con QFD, están al menos familiarizado con el producto y con la información del cliente acoclada al producto en cuestión. Esta familiaridad impide que se desarrolle una situación en la que los miembros del equipo están tratando de aprender acerca de QFD y de un nuevo producto simultáneamente.

- Conducir una Junta de “despegue”: La reunión de despegue es la primera junta oficial del equipo. En esta reunión se debe lograr: la misión

del equipo del proyecto, los roles de los otros miembros del equipo, y los parámetros logísticos.

- Entrenar al equipo: Antes de iniciar el equipo, es importante entrenar a todos los miembros del equipo en los fundamentos del QFD.
- Desarrollo de las matrices: Una vez que el equipo ha comprendido QFD, y se han aplicado las herramientas del QFD, puede empezar el proceso de desarrollar matrices. Un ciclo completo del proceso incluye el desarrollo de seis matrices (ver figura 8), cada una estructurada conforme a las especificaciones de la figura 7.

Al preparar todas estas matrices, herramientas tales como diagramas de afinidad, diagramas de árbol, dígrafos de interrelaciones y diagramas de matriz se usan siempre que sea necesario.

2.4.6. CONSTRUCCION DE LA CASA DE LA CALIDAD

Debido a la falta de documentación que se tiene hasta el momento, solo se describirá el proceso de construcción de la casa de calidad de la matriz 1. Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las necesidades del cliente (incorporación del componente 1).
- Identificar necesidades técnicas (incorporación del componente 2).

- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación del componente 3).
- Relacionar las necesidades del cliente con los requerimientos técnicos (incorporación del componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación del componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación de parte del componente 6).
- Seleccionar requerimientos técnicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Para visualizar la construcción se tomará la edición de un libro.

Paso 1. Identificar las necesidades del cliente (incorporación del componente 1). Obtener la información por parte del cliente, capturando la esencia de los comentarios del cliente. Los clientes pueden ser los usuarios finales, los proveedores del servicio y todos aquellos que utilicen, vendan o compren el producto. Los requerimientos del cliente se pueden subdividir en primarios, secundarios o terciarios. Estos atributos deseados de los productos se utilizan como insumos para el proceso de despliegue de la calidad. [Evans & Lindsay, 2000].

Un problema previsto en este paso es traducir la "voz" del cliente a términos funcionales. Una posible dificultad: el cliente puede no diferenciar entre auténticas "necesidades funcionales" y "exigencias técnicas"

concretas: P.ej.: el Ejército del Aire pide un avión de entrenamiento con capacidad para ejercicios nocturnos, pero no pide capacidad de entrenamiento en tiro, sino pide que pueda portar concretamente un tipo de misiles aire-aire o aire-tierra. El analista del QFD deberá por tanto interpretar o "deducir" de tales peticiones concretas las "funciones" que desea en el fondo el cliente reformular (en diálogo con el cliente) esas exigencias y elaborar las correspondientes "funciones" - pero estas funciones las reserva a la posterior matriz de funciones. Estas exigencias se han de traducir luego a características o cualidades medibles. Para que tal traducción sea útil, el texto original, por así decirlo, deberá estar estructurado con la mayor claridad: ¿Voz del cliente? sí, pero re-formulada. [HTTP14] Para el ejemplo se puede ver la figura 12.

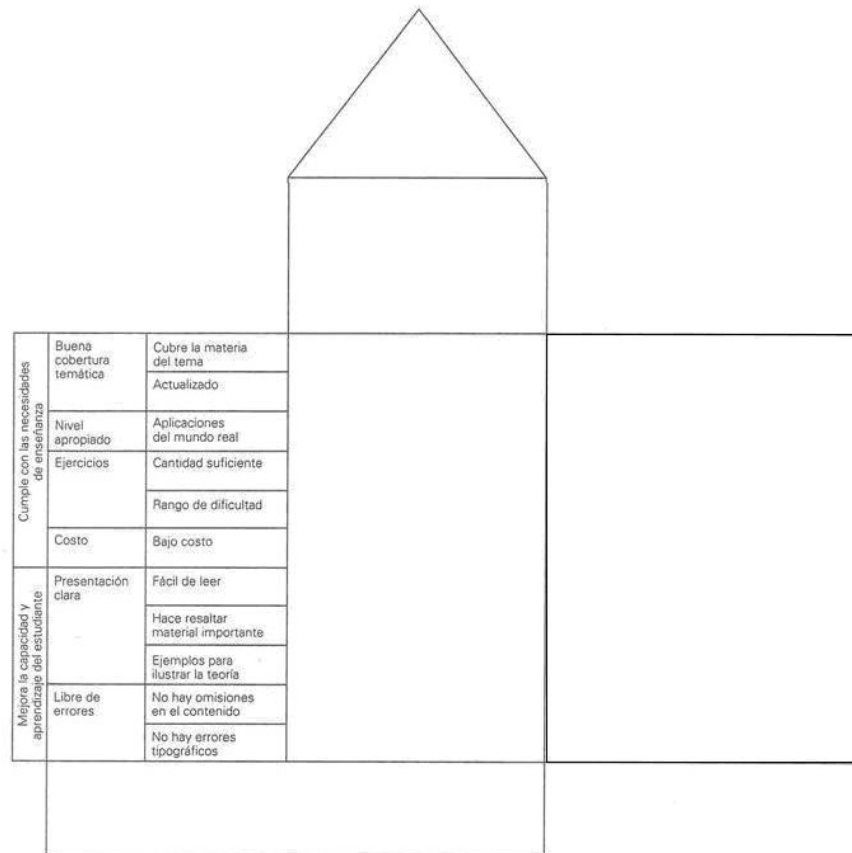


Figura 12. Paso 1: Incorporación componente 1. Fuente: Evans & Lindsay, 2000.

Paso 2. Identificar necesidades técnicas (incorporación del componente 2).

Los requerimientos del producto son las características de diseño que describen las necesidades del cliente, expresadas en el lenguaje del diseñador y del ingeniero. Deben ser medibles, ya que el resultado es controlado y comparado con metas objetivo. Esencialmente, los requerimientos técnicos son los “cómo” mediante los cuales la empresa responderá a los “qué”, es decir, los requerimientos de los clientes. Estos

también incluyen los requerimientos actuales del fabricante y las especificaciones de los proveedores. [Evans & Lindsay, 2000].

Es esencial que estas características sean las realmente relevantes para el usuario, y que se logre "dimensionarlas" (unidades de medida) para poder comparar grados de cumplimiento técnico (estanqueidad, densidad, velocidad de giro etc.) - es decir, deberán formularse en términos operacionales, cuantificables o cualificables según magnitudes y unidades de medida bien definidas. Es pues básico establecer unidades de medida para evaluar grados de cumplimiento por las características o elementos de realización: puede tratarse de tiempos (años, meses, semanas, horas etc.), de pesos (libras, kg. gr. etc.), volúmenes, de magnitudes informáticas (Hz. Mbytes etc.) [HTTP14]

Para el ejemplo se puede ver la figura 13.

Paso 3. Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación del componente 3).

La parte superior o techo de la casa de la calidad muestra las interrelaciones entre cualquier par de requerimientos técnicos. Estas relaciones indican respuestas preguntas del tipo ¿Cómo un cambio en la características del producto afecta otros? Y una evaluación de los intercambios posibles entre una característica y otra. Este proceso matricial

anima a visualizar las características colectivamente y no individualmente. [Evans & Lindsay, 2000].

Es una matriz delta de interacciones entre las características "realizadoras" de los deseos funcionales, donde se anotarán las interferencias positivas o negativas (de sinergia o de conflicto) posiblemente existentes entre dichos realizadores. En ella puede mostrarse como, por ejemplo, la velocidad puede condicionar el sistema de frenos, o la estanqueidad de una puerta la fuerza para cerrarla. Esta matriz triangular (el tejado o desván de la casa) señala precisamente en qué puntos deberán conseguirse compromisos que solucionen posibles conflictos de orden técnico en la realización de las funciones (los llamados "trade-offs"). [HTTP14]. Para el ejemplo se puede ver la figura 13.

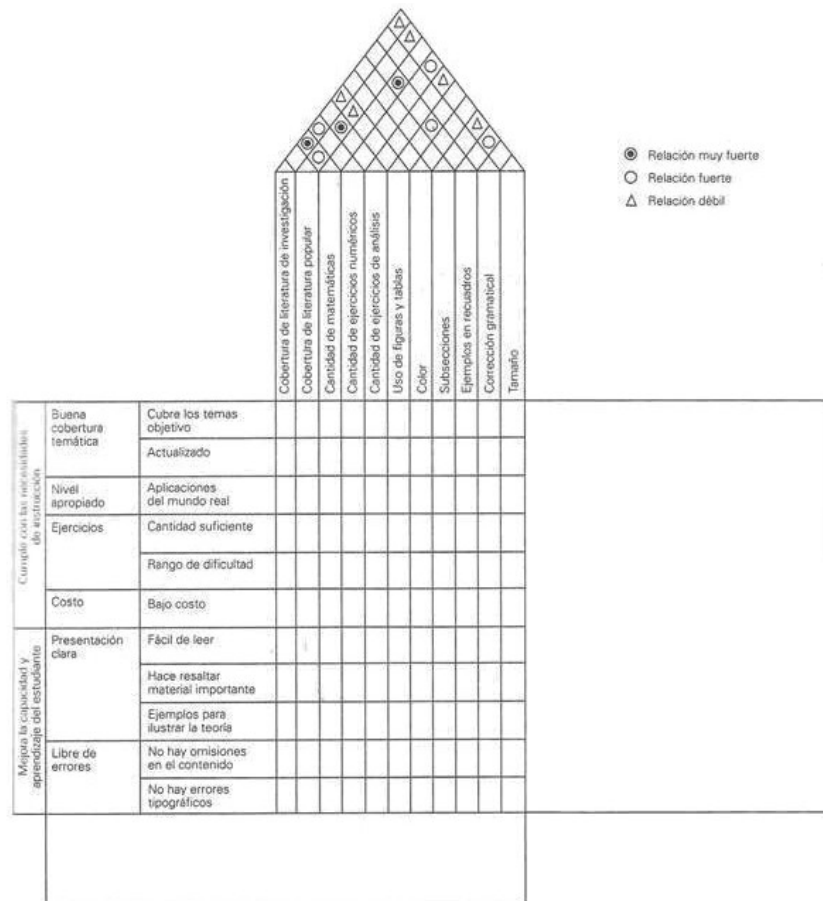


Figura 13. Paso 2 y 3: Incorporación componente 2 y 3. Fuente: Evans & Lindsay, 2000.

Paso 4. Relacionar las necesidades del cliente con los requerimientos técnicos (incorporación componente 4).

Esta relación esta representada por una matriz donde los valores horizontales son los requerimientos del cliente y los verticales las características técnicas del producto. La interrelación entre ellas se identifica con algún grado de interrelación.

El propósito de este componente de la matriz es mostrar si las características técnicas finales encaran adecuadamente con las necesidades del cliente. La carencia de una relación poderosa muestra que la necesidad del cliente no está encarada o el producto final tendrá dificultad en cumplirlas. De igual manera si un requerimiento técnico no aplica, entonces pudiera verse como redundante o los diseñadores pudieran haber omitido alguna necesidad importante del cliente. [Evans & Lindsay, 2000].

Esta parte permite trabajar para cumplir la exigencia central del QFD: traducir desde el lenguaje del cliente ("lenguaje del Marketing", adecuado a la dimensión "subjetiva" de las percepciones del cliente), al lenguaje técnico empleado luego en la gestión de calidad, en la de la innovación, o en el del análisis del valor (utilidad/coste), es decir pasar del lenguaje subjetivo al lenguaje de lo "objetivo". Por ejemplo, la facilidad de sostener una cámara puede traducirse a exigencias sobre peso, tamaño, textura del material que no resbale etc.; la facilidad de uso puede traducirse a exigencias incluso en el tamaño de la letra de las instrucciones, en la elección de términos del lenguaje normal (el cliente no tiene por qué dominar la jerga ingenieril), etc. [HTTP14].

Esta traducción al lenguaje interno técnico se da origen a lo que comúnmente se denomina "características de calidad", o "exigencias del diseño", o "especificaciones" (que deberán agruparse en las llamadas "Tablas de Calidad"). A cada exigencia del cliente debe responder, al menos, una característica concreta técnica. Pero una misma característica

puede relacionarse con una o más exigencias del cliente. En esta matriz central se anotan pues los resultados de las "estimaciones" sobre las relaciones entre deseos del cliente y propiedades técnicas que responden a aquellos. Se pueden indicar interrelaciones positivas fuertes o débiles, y negativas también fuertes o débiles. [HTTP14].

La utilidad de esta matriz central consiste en poder visualizar y comprobar sí las características del diseño del objeto se conforman, y en qué grado, a las exigencias funcionales del usuario. Si faltaran signos de gran intensidad en la relación funciones-características sería señal de no corresponder suficientemente el objeto a las exigencias funcionales iniciales. [HTTP14].

Para el ejemplo se puede ver la figura 14.

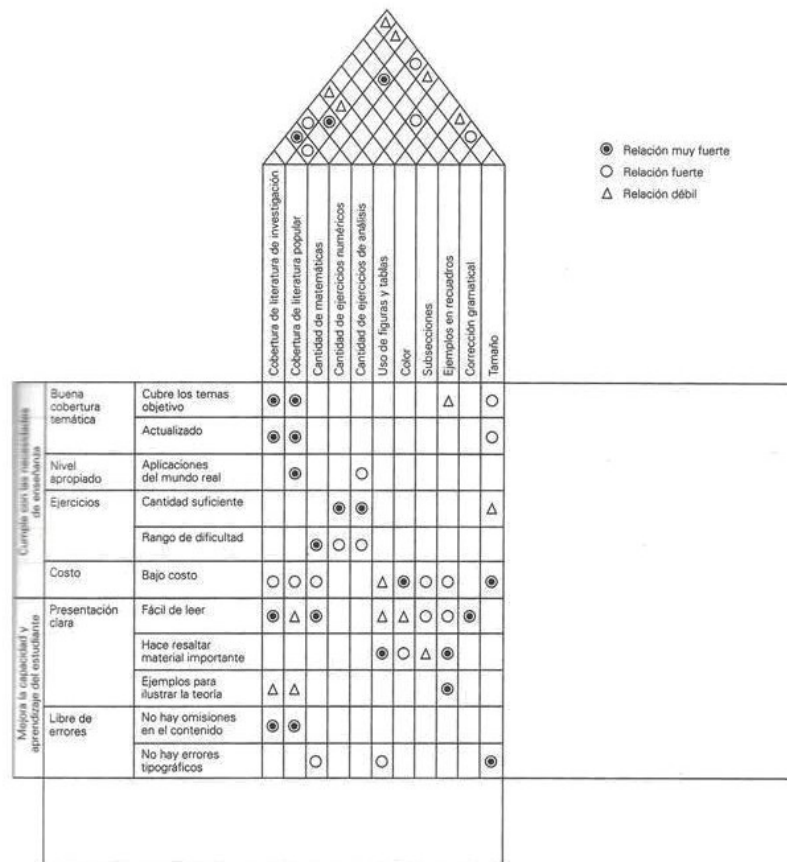


Figura 14. Paso 4: Incorporación componente 4. Fuente: Evans & Lindsay, 2000.

Paso 5. Construcción de la submatriz de planeación (incorporación del componente 5).

Asociar la matriz de planeación con el componente 1 de las “Necesidades del Cliente” para definir la ponderación sobre la planeación, y ayuda a evaluar los productos relacionados con ellas. Esta matriz de planeación esta compuesta por:

- Clasificación de la importancia para el cliente, que representa las áreas de interés más importantes y son las expectativas más elevadas expresadas por el cliente.
- Clasificación de la competencia o evaluación competitiva resalta los puntos fuertes y débiles absolutos de los productos de la competencia. Mediante este paso los diseñadores pueden obtener puntos de mejora. [Evans & Lindsay, 2000]. Realiza una estimación de las disparidades en el grado de respuesta actual al usuario por el producto de la propia empresa y por la competencia en referencia a la dimensión funcional (eje horizontal del "taller"). Este grupo de datos, a la derecha de la matriz central de cruce, contiene pues perfiles comparativos "benchmarking", y puede añadirseles perfiles "meta" (definiendo qué nuevas prestaciones hay que conseguir). Es útil situar en este grupo un vector de datos que informen sobre cifras de reclamaciones o quejas [HTTP14].
- Valores objetivos. Esta permite vincular con la visión estratégica de la empresa e indica cuáles son las prioridades del proceso de diseño. Por ejemplo, si la necesidad de un cliente ha recibido una evaluación baja en todos los productos de los competidores, y es de gran importancia para el cliente entonces enfocándose a esta necesidad una empresa podría obtener una ventaja competitiva [Evans & Lindsay, 2000].
- Punto de ventas: dados los valores objetivos entonces se puede señalar que necesidad de cliente se convierten en puntos clave de venta y

la base de la formulación de estrategias de promoción. [Evans & Lindsay, 2000].

Para el ejemplo se puede ver la figura 15.

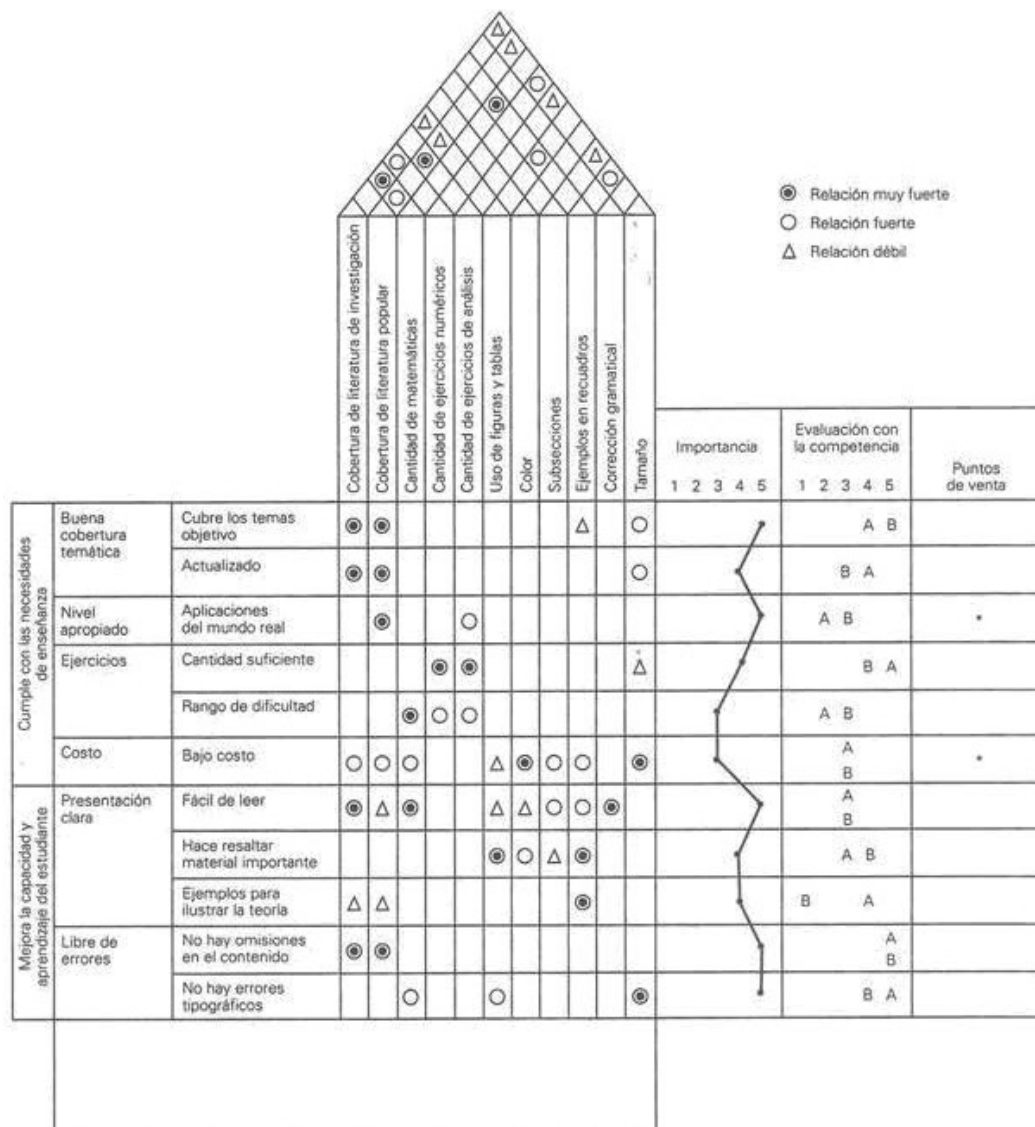


Figura 15. Paso 5: Incorporación componente 5. Evaluación con la competencia y Planeación. Fuente: Evans & Lindsay, 2000.

Paso 6. Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).

- Evaluación de la competencia: Se realizan pruebas internas que a continuación se traducen en términos medibles. Las evaluaciones internas se comparan con la evaluación de la competencia de las necesidades del cliente, para determinar inconsistencias entre necesidades del cliente y necesidades técnicas. Si se determina que algún producto de la competencia satisface mejor las necesidades de un cliente, pero las medidas están equivocadas o el producto tiene una diferencia en imagen (ya sea positiva hacia el competidor o negativa hacia la empresa), lo que afecta la percepción de los clientes. [Evans & Lindsay, 2000]. Esto establece perfiles "técnicos" de competitividad técnica: En la parte inferior de la matriz (como quien dice, sótano de la casa) se sitúan perfiles y grados de competitividad técnica ("technical competitive Benchmarking"), es decir, sobre el propio nivel de respuesta concreta a tales exigencias, valores-objetivo ("target value") a conseguir técnicamente. En este perfil suele emplearse una gradación en cinco niveles (1: bajo grado de superación de problemas técnicos, 3: grado medio, 5: grado superior) con respecto a la consecución de los valores considerados alcanzables ("target" value). El producto propio y los de la competencia deberán situarse en el mismo cuadro. [HTTP14]. Como fuentes de información pueden emplearse pruebas y evaluaciones propias (p.ej. a partir de costes por reparaciones en período de garantía, o de horas de taller). En general deberían establecerse datos medidos, pero también es posible contentarse con evaluaciones. Este perfil deberá compararse con los datos de la

competencia, un perfil no de cumplimiento funcional, sino de niveles de desempeño técnico, que normalmente debe correlacionar con el perfil mostrado a la derecha (comparaciones con los competidores). Normalmente, lo que es considerado como mejor por el usuario debería también correlacionar con lo que es técnicamente superior, pero no siempre es este el caso. En caso de que no exista tal correlación deberán examinarse críticamente ambos perfiles. Tales comparaciones ayudarán a superar inconsistencias posibles entre lo que dice el cliente y lo que muestra una auto-evaluación. Es así posible que un cliente considere que el competidor es mejor, mientras que las pruebas propias muestran lo contrario. Quizá ha fallado el propio proceso de evaluación, o quizá se han elegido falsas características para cumplir el deseo del cliente (también es posible que se haya informado mal al cliente). [HTTP14].

- Definición y desarrollo de objetivos: Con base a las calificaciones de importancia del cliente y los puntos débiles y fuertes existentes del producto, se definen objetivos para cada una de las necesidades técnicas. [Evans & Lindsay, 2000].

Paso 7. Seleccionar requerimientos técnicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Se identifican los requerimientos técnicos que tienen una relación ponderosa con las necesidades del cliente, tienen un desempeño pobre en la competencia, o son puntos fuertes de venta. Estas características tienen la prioridad más elevada y necesitan “difundirse” en el resto del diseño y de

los procesos de producción, para mantener una respuesta a la voz del cliente. Las características no identificadas como vitales no necesitan una atención tan rigurosa [Evans & Lindsay, 2000].

Para los pasos 6 y 7 se tiene el ejemplo que se puede ver la figura 16.

Ponderación de necesidades funcionales. [HTTP14].

Se trata de ver la importancia relativa de las necesidades o exigencias del cliente para establecer "pesos de funciones". Puede realizarse en dependencia de varios factores: libros de reclamaciones, frecuencia de estas, sistema de ponderación "multiatributo", etc. Estos pesos se derivan también de la evaluación de la competencia, pues interesa precisamente llegar a una consideración estratégica con acento en los puntos fuertes. Hay que tener en cuenta que esta "Ponderación" constituye la base para evaluar luego los pesos relativos de las "exigencias técnicas" o de las partes y componentes, o de los procesos de producción etc.

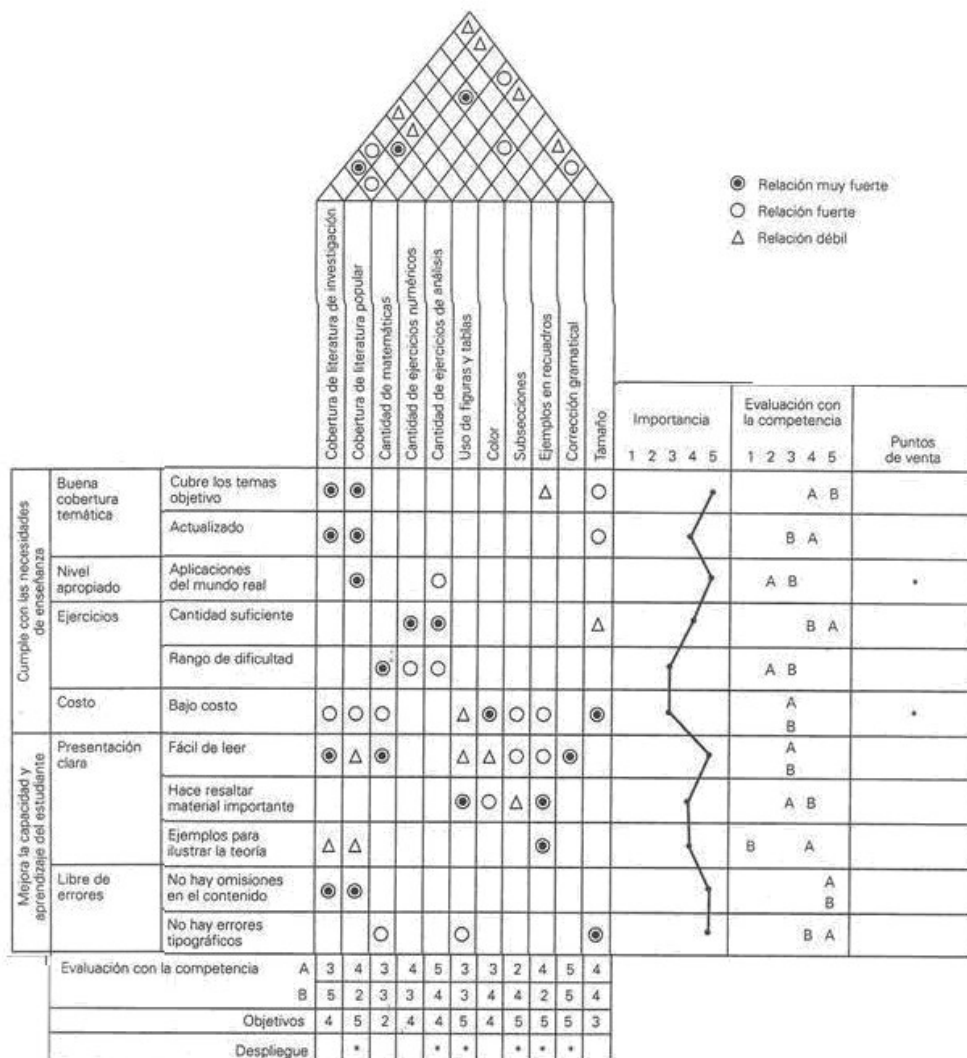


Figura 16. Paso 6 y 7: Incorporación componente 6. Casa de la calidad final.
Fuente: Evans & Lindsay, 2000.

Dado que pueden existir distintos grados de correlación entre ambos conjuntos de Variables (funciones y especificaciones que deberán cumplirse en su realización), deberá cuidarse la formulación de dichas correlaciones, por ejemplo:

- En tres índices de incidencia (con 9, 3 o 1 punto)
- En cifras de reparto de la importancia de las distintas exigencias respecto a las funciones, como podría ser distribuyendo 100 puntos para los puntos de mayor o menor relevancia de una exigencia respecto a distintas funciones.

Se suelen emplear símbolos para identificar la diferente intensidad de dichas relaciones (p.ej.: fuerte: círculo relleno, al que se asignarían 9 ptos, media: círculo vacío, con 3 ptos, baja: triángulo vacío con 1 pto.). La ventaja de emplear estas cifras es poder discriminar mejor entre relaciones importantes y menos relevantes. Además, al efectuar el cálculo de pesos de las características los diferencia de forma más clara.

2.5.CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

Después de la Segunda Guerra Mundial, la enorme producción en masa obligó al surgimiento del control estadístico de la calidad. Esta fase fue una extensión de la inspección, a los inspectores se les proveyó de herramientas estadísticas, tales como muestreo y gráficas de control. La contribución de mayor importancia del control estadístico fue la introducción de la inspección por muestreo, en lugar de la inspección al 100%. [Http-11]. La lentitud del crecimiento del control de calidad tuvo poco que ver con problemas del desarrollo de las ideas técnicas y estadísticas. El crecimiento de conceptos como la gráfica de control y los planes fundamentales de muestreo quedó pronto establecido. Los impedimentos

fueron la voluntad o la habilidad de las organizaciones para tomar las medidas adecuadas referentes a estos temas. [Http-11].

2.5.1. Causas fortuitas y causas atribuibles de la variación de la calidad. [Montgomery,1991]

En cualquier proceso de fabricación, sin importar su buen diseño o mantenimiento cuidadoso, siempre existirá cierto grado de variabilidad inherente o natural. Esta variabilidad natural o “ruido de fondo” es el efecto acumulativo de muchas pequeñas causas, esencialmente incontrolables. Cuando el ruido de fondo de un proceso es relativamente pequeño, suele considerarse un nivel aceptable del funcionamiento del proceso en el marco de control estadístico de calidad, esta variabilidad natural se llama a menudo “sistema estable de causas fortuitas”. Un proceso que funciona con solo causas fortuitas de variabilidad se considera bajo control estadístico.

Otros tipos de variabilidad pueden estar presentes ocasionalmente en el resultado de un proceso. Esta variabilidad en características claves de calidad surge por lo común de tres fuentes: ajuste incorrecto de máquinas, errores de operario o defectos en las materias primas (o alguna combinación de estos factores). Esta variabilidad es en general mayor que el ruido de fondo, y normalmente representan un nivel inaceptable del funcionamiento del proceso. Estas fuentes de variabilidad que no forman parte del esquema de las causas fortuitas se denominan “causas atribuibles”. Un proceso que funciona en presencia de causas atribuibles se considera fuera de control.

Es muy común que los procesos de fabricación funcionen en un estado bajo control, generando productos aceptables durante periodos relativamente largos. En ocasiones, sin embargo, se presentan causas atribuibles, aparentemente al azar, de provocarse un “cambio” hacia un estado fuera de control, en el que una mayor proporción de la salida del proceso no cumple los requisitos. Uno de los objetivos más importantes del control estadístico de procesos es detectar rápidamente la ocurrencia de causas atribuibles o cambios en el proceso, a fin de que se pueda investigar y tomar acciones correctivas antes de la producción de muchas piezas no conformes.

El diagrama de control es una técnica de control de procesos en línea, que se utiliza ampliamente con este propósito. Se pueden usar también tales diagramas con el fin de evaluar los parámetros de un proceso de producción, y a partir de esta información, determinar la capacidad del proceso. Finalmente, recuérdese que la meta final del control estadístico de procesos es la eliminación de la variabilidad de los procesos. Puede que sea imposible eliminarla completamente, pero el diagrama de control es una herramienta efectiva para reducirla al mínimo posible.

2.5.2. Conceptos estadísticos básicos para los diagramas de control

La estadística busca entre otras cosas, describir las características típicas de conjuntos de datos y, como hay varias formas de hacerlo, existen y se utilizan varios tipos de promedios. Se les llama medidas de tendencia

central porque generalmente la acumulación más alta de datos se encuentra en los valores intermedios.

2.5.2.1. Medidas de Tendencia Central [Http-13]

Media Aritmética [Berenson y Levine, 2006]

La Media Aritmética es el promedio más comúnmente usado, este puede ser simple o ponderado.

La Media Aritmética simple esta dada por la formula SX/n y que significa: la suma de todos los valores dividida por el número de datos.

Mediana [Berenson y Levine, 2006]

La mediana toma en cuenta la posición de los datos y se define como el valor central de una serie de datos o, más específicamente, como un valor tal que no más de la mitad de las observaciones son menores que el y no más de la mitad mayores.

El primer paso es ordenar los datos de acuerdo a su magnitud, luego se determina el valor central de la serie y esa es la mediana. Si el número de datos es par, existirán dos valores centrales y entonces la mediana se obtiene sacando el promedio de ellos.

Por ejemplo:

7, 8, 8, 10, 12, 19, 23 MED = 10

3, 4, 4, 5, 16, 19, 25, 30 MED = $(5+16)/2 = 10.5$

Dispersión y error. Desviación estándar [Berenson y Levine, 2006]

Evidentemente, el error de la medida debe estar relacionado con la dispersión de los valores, es decir, si todos los valores obtenidos en la medición son muy parecidos, es lógico pensar que el error es pequeño, mientras que si son muy diferentes, el error debe ser mayor. La formula para la desviación estándar es la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde σ es la desviación estándar, n el número de valores obtenidos de la medición, x_i corresponde a cada valor obtenido de la medición, $\bar{x}$ la media de esos valores, $\sum$ como la sumatoria de cada uno del diferencia l de error e $i \in \{1, \dots, n\}$.

La función de densidad de la distribución normal tiene el aspecto reflejado en la campana de Gauss; recibe también el nombre de campana de Gauss debido a su forma, ver figura 17. Está caracterizada por dos parámetros: Media $\bar{x}$ y desviación estándar σ . La Media es el valor que con mayor probabilidad aparecerá en una medida. La desviación estándar refleja lo abierta o cerrada que es la campana de Gauss correspondiente. Una distribución muy cerrada se corresponde con una serie de medidas muy poco dispersas, y por tanto con poco error. Por el contrario si la distribución es abierta, la desviación estándar es grande.

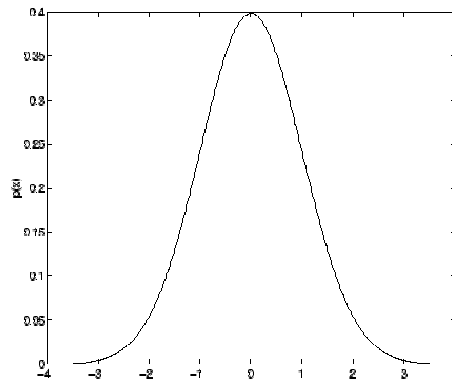


Figura 17. Grafico que muestra una campana de Gauss. Fuente: Berenson y Levine, 2006.

Una de las propiedades de la distribución normal es que la probabilidad que encierra en el intervalo $(\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma)$ es del 68.3 % aproximadamente. Es decir, es de esperar que el 68.3 % de las medidas de una magnitud estén comprendidas en ese intervalo. Dicho de otra forma, si medimos una magnitud un número grande de veces, el 68.3 % de los valores obtenidos estarán comprendidos en el entorno de una desviación estándar en torno a la media. La probabilidad se amplía al 95.4 % y al 99.7 % si consideramos los intervalos $(\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + \sigma)$ y $(\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + \sigma)$ respectivamente.

El error expresado por la desviación estándar tiene por tanto un significado probabilística: hay una probabilidad del 68% de que una medida esté en el entorno de una desviación estándar alrededor de la media.

2.5.2.2. Funciones de Distribución de Probabilidades [http 12]

Hemos visto como se construye un gráfico de frecuencias con datos extraídos de una población. A medida que aumentamos la cantidad de observaciones que tomamos de la población, podemos construir nuestro gráfico con un número mayor de intervalos, aunque de menor amplitud (el rango total cubierto por la población es el mismo).

Si continuamos este proceso, con intervalos cada vez más estrechos y numerosos, los altibajos en el gráfico de la distribución de frecuencias tienden a desaparecer.

En el límite, el ancho del intervalo tiende a cero y la población puede representarse por una distribución de probabilidad continua. Cuando, para representar esta distribución de probabilidad continua se utiliza una función matemática, esta se denomina Función de Densidad de Probabilidad.

La forma de la curva en el gráfico de la función de distribución es característica de la población de observaciones asociada con la misma, y depende de variables internas del proceso que generó los datos de la población.

Existen distintas funciones de distribución teóricas, cada una de las cuales está basada en un modelo de comportamiento del proceso que generó el universo de observaciones. La aplicación de una de estas distribuciones teóricas a una población particular está justificada si las hipótesis

(suposiciones) del modelo de comportamiento del proceso que generó la población se cumplen.

Dicho de otro modo, si conocemos el proceso, es decir, el conjunto de fenómenos que dieron lugar a nuestra población de mediciones u observaciones, y además estamos seguros de que el mismo se ajusta a un modelo de comportamiento determinado, entonces podemos decir que la distribución de probabilidades de nuestra población es la que corresponde al modelo.

En la práctica, se sabe que ciertos procesos y fenómenos generan resultados numéricos cuya distribución de probabilidades se puede ajustar a determinados modelos teóricos. Por ejemplo, el número de partículas alfa emitidas por un material radiactivo sigue una distribución de Poisson.

Existen muchas otras distribuciones teóricas, como la Binomial, la Exponencial, la de Weibull, etc. Cada una de ellas tiene su propio campo de aplicación, que se sostiene en un determinado comportamiento de los fenómenos, y al aplicarla se está haciendo en forma implícita la suposición de que se cumplen las suposiciones del modelo subyacente.

2.5.2.2.1. La Distribución Normal. [http 12]

Una importante distribución teórica es la Distribución Normal o de Gauss. La ecuación matemática de la función de Gauss es siguiente:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(\bar{x} - x)^2}{2\sigma^2}}$$

- La distribución normal es una curva con forma de campana, con eje de simetría en el punto correspondiente al promedio del universo $\bar{x}$.
- La distancia entre el eje de simetría de la campana y el punto de inflexión de la curva es igual a σ , la desviación estándar de la población.
- El área total debajo de la curva es igual a 1. El área debajo de la curva comprendida entre $\bar{x} - \sigma$ y $\bar{x} + \sigma$, es aproximadamente igual a 0,68 del área total; entre $\bar{x} - 2\sigma$ y $\bar{x} + 2\sigma$ es aproximadamente igual a 0,95 del área total.

Es importante ver que los únicos parámetros necesarios para dibujar el gráfico de la distribución normal son $\bar{x}$ y σ (Media y desviación estándar de la población). Con estos dos parámetros sabemos donde situar la campana de Gauss (En el punto correspondiente a la media) y cual es su ancho (Determinado por la desviación estándar).

Cuando nos encontramos con una población de observaciones, podemos afirmar que si la distribución correspondiente es normal, sólo hace falta estimar la Media y la desviación estándar para tener toda la información necesaria acerca de dicha población.

2.5.2.2.2. La Distribución Normal Estándar [http 12]

Podemos escribir la fórmula de la distribución normal de la siguiente Manera:

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{\frac{-(\bar{x}-x)^2}{2\sigma^2}}$$

Si llamamos **Z** a la cantidad

$$\frac{\bar{x}-x}{\sigma}$$

La función queda así:

$$P(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}z^2}$$

Esta es la fórmula de la Distribución Normal Estándar o Tipificada. Como podemos observar, en ella hay un sólo parámetro **Z**, que incluye al promedio y la desviación estándar de la población. Esta incluye al promedio y la desviación estándar de la población. Esta función está tabulada, y para ingresar en la tabla es necesario función está tabulada, y para ingresar en la tabla es necesario calcular **Z**, para lo cual necesitamos la Media y la desviación estándar de la población.

Al calcular **Z**, lo que estamos haciendo, en realidad, es un cambio de variable por el cual movemos la campana de Gauss centrándola en el 0

del eje X, y se modifica el ancho para que la desviación estándar sea 1, ver figura 18:

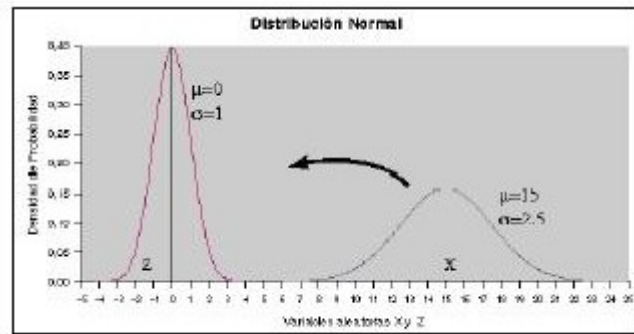


Figura 18. Distribución Normal. Fuente Http12.

De esta manera se tiene tabulada una función de Gauss que depende de cual sea el promedio y la desviación estándar de nuestra población real. El cambio de variable hace que se conserve la forma de la función y que sirva para cualquier población, siempre y esa población tenga una distribución normal.

Cuando queremos calcular las probabilidades para una población real, calculamos Z y entramos en la tabla de la función normal Standard, ver figura 19:



Figura 19. Función Normal Estándar. Fuente Http12.

2.5.2.2.3. La Distribución t de Student. [Http 12]

En la generalidad de los casos, no se dispone de la desviación estándar de la población, sino de una estimación calculada a partir de una muestra extraída de la misma y por lo tanto no podemos calcular Z . En estos casos calculamos el estadístico T :

$$T = \frac{\bar{X} - \mu}{s}$$

Donde s es la desviación Estándar muestral, calculada con $n-1$ grados de libertad:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Notar que utilizamos s como la Desviación Estándar de una Muestra, en lugar de σ , la Desviación Estándar de la Población:

$$T = \frac{\bar{x} - x}{s}$$



El estadístico T tiene una distribución que se denomina distribución de Student, que está tabulada para 1, 2, 3,.. etc. grados de libertad de la muestra con la cual se calculó la Desviación Estándar. La distribución T tiene en cuenta la incertidumbre en la estimación de la Desviación Estándar de la población, porque en realidad la tabla que contiene las distribuciones de probabilidades para distintos grados de libertad:

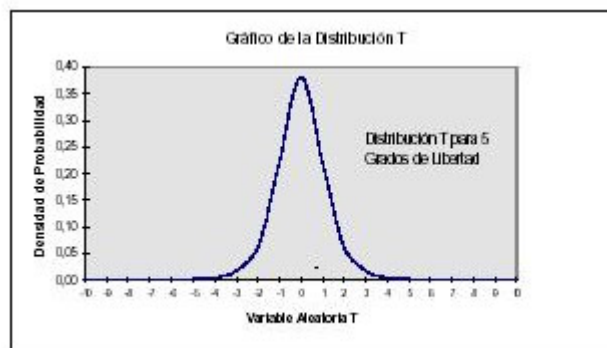


Figura 20. Distribución TStudent. Fuente Http12.

Para un número de grados de libertad pequeño, es mas ancha que la distribución normal tipificada. Cuando los grados de libertad tienden a infinito, la distribución T tiende a coincidir con la distribución normal

estándar. Es decir, en la medida que aumentemos el número de observaciones de la muestra, la desviación estándar calculada estará mas próxima a la desviación estándar de la población y entonces la distribución T correspondiente se acerca a la distribución normal estándar. El uso de la distribución T presupone que la población con que estamos trabajando tiene una distribución normal, ver figura 20.

2.5.3. Gráficas de Control. [Http-11]

Es probable que la actividad más reconocida en general del control de calidad sea el control de la materia prima, de los lotes de producción y de las piezas y ensambles durante el proceso de su manufactura. La principal ayuda estadística para estos trabajos, es la gráfica de control y sus modificaciones particulares. Su iniciador fue el Dr., Walter A. Shewhart.

Existen diversas preferencias para el establecimiento de tolerancias del proyecto y límites de especificaciones. En algunas ocasiones, estos límites se determinan cuidadosamente por medio de pruebas; otras veces se han fijado arbitrariamente. La mayoría de las veces, se basan en experiencias anteriores con los materiales y con los procesos de manufactura. Existen dos tipos de Variables:

- *Variables casuales o accidentales.* Que son las que no se pueden controlar ni eliminar, son debidas al proceso mismo.
- *Variables asignables o atribuibles.* Que son las que si se pueden controlar y eliminar, se deben al factor humano, a la temperatura, la materia prima, maquinarla, etc.

2.5.3.1. Definición de las gráficas de control

Se puede definir a la gráfica de control como un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un “estado de control estadístico” [Http-11].

Esta representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de una muestra está en función del número de la muestra o el tiempo. [Montgomery, 1991]

La gráfica tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de calidad, correspondiente al estado bajo control (es decir, solamente hay causas fortuitas). En la gráfica se muestran también otras dos líneas horizontales, llamadas límite superior de control (LSC) y límite inferior de control (LIC). Se escogen estos límites de manera que si el proceso está bajo control, casi la totalidad de los puntos muestrales se halle entre ellos. Mientras los puntos se encuentran entre los límites, se considera que el proceso está bajo control y no es necesario tomar ninguna acción. Se acostumbra unir los puntos muestrales en el diagrama de control mediante segmentos rectilíneos, con objeto de visualizar mejor la evolución de la secuencia de los puntos en el tiempo, ver figura 21. [Montgomery, 1991]

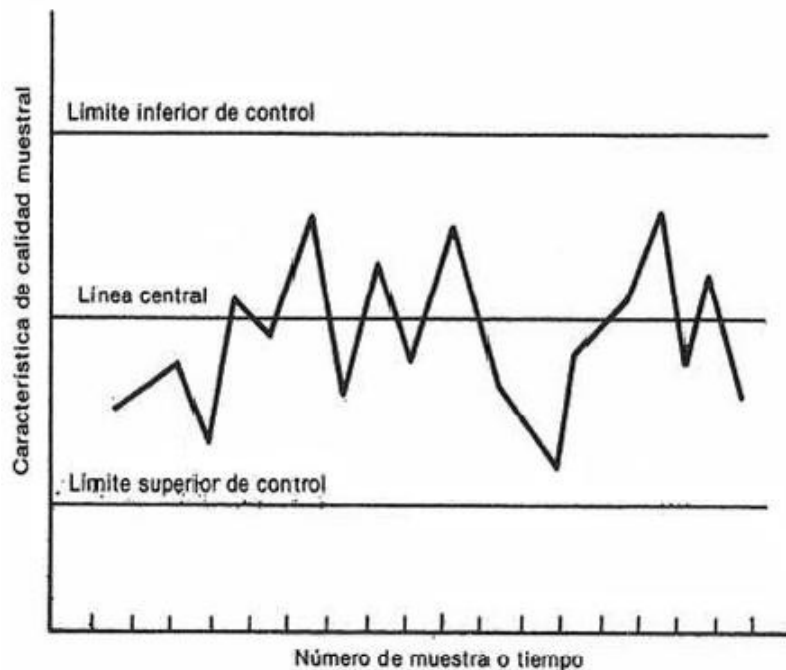


Figura 21. Grafica de Control Típica. Fuente Montgomery, 1991.

Con objeto de ilustrar las ideas anteriores, veamos un ejemplo de diagrama de control: En la fabricación de anillos para pistón destinados a motores de automóvil, una característica de calidad crítica es el diámetro exterior del anillo. Se puede controlar el proceso para un diámetro exterior promedio de 74 mm, y se sabe que la desviación estándar del diámetro de los anillos es de 0.01 mm. En la Figura 22 se presenta un diagrama de control para el diámetro promedio. Se toma una muestra de cinco anillos cada media hora, se calcula el diámetro promedio de la muestra (digamos $\bar{x}$) y se representa en la gráfica. Debido a que en este diagrama de control se usa la media muestral $n = 5$ para vigilar la media del proceso, se denomina diagrama de control de $\bar{x}$. Obsérvese que todos los puntos se hallan

entre los límites y, por lo tanto, la gráfica indica que el proceso está bajo control estadístico.

Para entender mejor la base estadística de este diagrama considérese la determinación de los límites de control. La media del proceso es 74mm, y su desviación estándar es $\sigma = 0.01$ mm. Tomando muestras de tamaño $n = 5$, La desviación estándar de la media muestral $\bar{x}$ es:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0.01}{\sqrt{5}} = 0.0045$$

Por lo tanto, si el proceso está bajo control con un diámetro medio de 74 Mm., es de esperar (usando el teorema central de limite para suponer que $\bar{x}$ es aproximadamente normal) que $100(1 - \alpha) \%$ de los diámetros medios de las muestras estén entre $74 + Z_{\alpha/2} (0,0045)$ y $74 - Z_{\alpha/2} (0,0045)$.

Escogeremos en forma arbitraria la constante $Z_{\alpha/2}$ igual a 3 y, por tanto, los límites superior e inferior de control que serán:

$$LSC = 74 + 3(0.0045) = 74.0125$$

$$LIC = 74 - 3(0.0045) = 73.9865$$

Ver figura 22. Estos límites se llaman generalmente límites de control de ‘tres sigmas’. La amplitud entre los limites de control es inversamente

proporcional al tamaño muestral n para un múltiplo dado de sigma, [Montgomery, 1991].

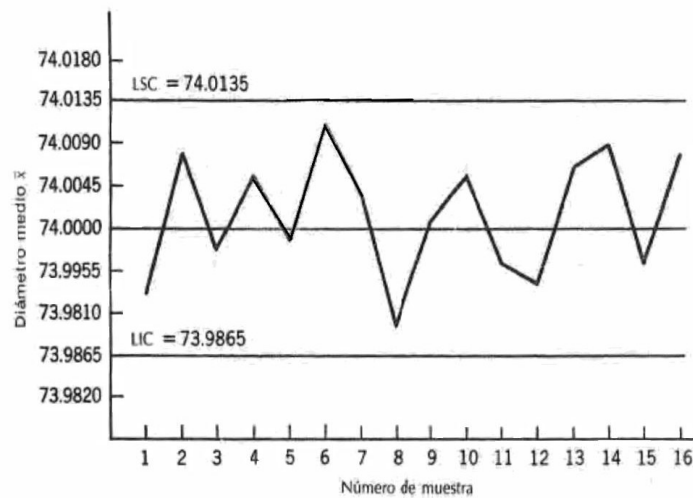


Figura 22. Base estadística de la Gráfica de Control. Fuente Montgomery, 1991.

2.5.3.2. Capacidad del Proceso

La capacidad de un proceso es el rango de variación que, en condiciones normales, un proceso tiene debido a las variables accidentales.

Los pasos para determinar la capacidad de un proceso son:

1. Determinar la característica de calidad.
2. Controlar el proceso. Eliminar todas las variables asignables o atribuibles del proceso.

3. Tomar muestras del proceso. Las muestras no deben ser menores de 50 y con un mínimo de 250 elementos por cada una de ellas.
4. Calcular la Media y de la desviación estándar muestral del proceso. Esto es debido a que la amplitud entre los límites de control es inversamente proporcional al tamaño muestral n para un múltiplo dado de sigma.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

5. Calcular los límites del proceso. Calcular la distribución normal y la capacidad del proceso de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$LSE = \bar{x} + 3 \sigma$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LLE = \bar{x} - 3 \sigma$$

$$LSE = \bar{x} + 3 s$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LLE = \bar{x} - 3 s$$

Se comparan los datos obtenidos del proceso con las especificaciones dadas:

- Límite Superior de Especificaciones (LSE)

- Límite Central (LC)
- Límite Inferior de Especificaciones (LIE)

Si los límites superior e inferior del proceso (q y k) se encuentran dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones, significa que el proceso analizado satisface completamente al cliente, ver figura 23.

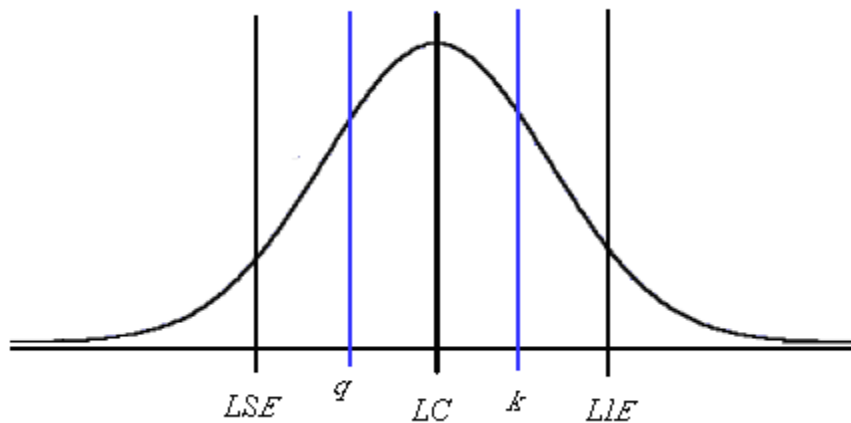


Figura 23. Gráfico que muestra rango establecido por los límites de las especificaciones. Fuente: <http11>

Si uno o ambos límites del proceso (q y k) se encuentran fuera del rango establecido por las especificaciones, límite superior e inferior, significa que la diferencia entre los límites inferiores y/o superiores (del proceso y las especificaciones) representan los productos defectuosos, ver figura 24. [Http-11].

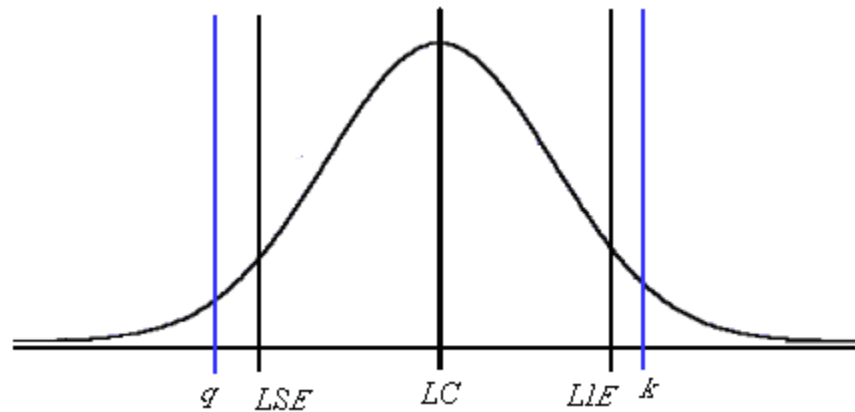


Figura 24. Gráfico que muestra diferencia entre los límites dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones. Fuente: <http11>.

Sin embargo un punto que se encuentra fuera de los límites de control, se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control, y son necesarias acciones de investigación y corrección, a fin de encontrar y eliminar la o las causas atribuibles este comportamiento. Incluso si todos los puntos se hallan entre los límites de control, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, esto indica que el proceso está fuera de control. Por ejemplo, si 18 de los últimos 20 puntos se encuentran por arriba de la línea central pero por abajo del límite superior de control, y solamente dos de estos puntos están por debajo de la línea central, aunque por encima del límite inferior de control, se conjetura que algo anda mal. Si el proceso está bajo control, todos los puntos deben tener un esquema esencialmente aleatorio. Se pueden aplicar métodos para encontrar secuencias o patrones no aleatorios en los diagramas de control a fin de ayudar a detectar condiciones fuera de control. Por lo regular hay una causa por la que aparece cierto patrón no aleatorio en un diagrama de

control, y si se puede encontrarla y eliminarla, es posible mejorar el funcionamiento del proceso. [Montgomery,1991]

Cuando se presenta este caso se pueden tomar diferentes medidas, como pueden ser:

1. Cambiar el proceso por uno que sea capaz de satisfacer completamente las especificaciones.
2. Buscar mercados alternos en los que se puedan vender los productos defectuosos a menor precio.
3. Reprocesar los productos defectuosos.

Con la información obtenida en los pasos anteriores se puede calcular la 'Capacidad o Habilidad Potencial del Proceso' (HP) que nos permitirá saber si el proceso que aplicamos es capaz de satisfacer o no las especificaciones.

La forma de calcular la Capacidad Potencial es la siguiente:

$$CP = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \geq 1.0$$

Si la Capacidad Potencial obtenida es mayor a 1, $CP > 1$, significa que el proceso sí es capaz de satisfacer al cliente.

Otra forma de analizar nuestro proceso es comparando la Capacidad del Proceso (CP) con la Capacidad Potencial (HP) de la siguiente manera.

Si:

$CP > HP$ El proceso es capaz de satisfacer más y/o mejor al cliente y deben, por lo tanto acoplarse las medias del proceso y de especificaciones para lograrlo.

$CP = HP$ El proceso satisface adecuadamente las especificaciones del cliente.

$CP < HP$ El proceso no es capaz de satisfacer las especificaciones del cliente. [Htp-11].

2.5.3.3. Anomalías en las gráficas de control. [Htp-11]

Se considera que existen anomalías en las gráficas de control cuando:

1. Existen puntos fuera de los límites de control.
2. Existen 7 puntos consecutivos a un mismo lado de la línea central.
3. Existen 7 puntos consecutivos ascendiendo o descendiendo.
4. Existen 7 puntos consecutivos alternando ascensos y descensos
5. Existen 2 de 3 puntos consecutivos demasiados cerca de uno de los límites de control (inferior o superior).
6. Cuando el 75% de los datos se encuentra alrededor del límite central de control.
7. Cuando uno de los puntos se encuentra extremadamente cerca de los límites de control (casi tocándolo).

2.5.3.4. Ventajas del control de la calidad con gráficas de control **[Montgomery,1991]**

Los diagramas de control han tenido un largo historial de uso en las industrias de Estados Unidos, así como en muchas industrias de otros países. Hay por lo menos cinco razones para ello:

- **Los diagramas de control son una técnica probada para mejorar la productividad.** Un exitoso programa de diagramas de control reducirá el rechazo y la reelaboración, que son los principales “asesinos” de la productividad en cualquier operación. Reduciendo el rechazo y la reelaboración, la productividad aumenta, los costos disminuyen y la capacidad de la producción (medida por el número de artículos buenos por hora) aumenta.
- **Los diagramas de control son eficaces para evitar defectos.** El diagrama de control ayuda a mantener el proceso bajo control, lo que es congruente con la filosofía de “hacerlo bien desde el principio”. Siempre es más costoso separar los artículos “buenos” de los “malos” después de su fabricación, que hacerlos correctamente desde el principio. Si no hay un control de proceso eficiente, Se paga a la gente por fabricar con defectos.
- **Los diagramas de control evitan ajustes innecesarios al proceso.** Un diagrama puede distinguir entre el ruido de fondo y una variación anormal, ningún otro dispositivo, ni siquiera un operario humano, es tan eficiente. Si los operarios del proceso hacen sus ajustes con base en

pruebas no relacionadas con un programa de diagrama de control, tomarán demasiado en cuenta el ruido de fondo y harán ajustes innecesarios. Esos últimos pueden provocar realmente un deterioro del funcionamiento del proceso. En otras palabras, el diagrama de control se apega a la filosofía de ‘si no está roto, no lo repares’.

- **Los diagramas de control proporcionan información para el análisis.** A menudo, el patrón de los puntos en el diagrama de control contiene información diagnóstica para un operario o ingeniero con experiencia. Esta información permite implementar un cambio en el proceso que mejore su rendimiento.

- **Los diagramas de control proporcionan información acerca de la capacidad del proceso.** a grafica de control ofrece información sobre el valor de parámetros importantes del proceso y de su estabilidad en el tiempo. Esto permite estimar la capacidad del proceso. Dicha información es de gran utilidad para los diseñadores de productos y procesos.

Los diagramas de control se encuentran entre los medios de control administrativo mas importantes; tienen tanta importancia como los controles de costos y de materiales. La tecnología moderna de las computadoras ha facilitado la implementación de graficas de control para cualquier tipo de procesos, ya que es posible obtener y analizar los datos en tiempo real y en línea en su centro de trabajo.

2.5.3.5. Tipos de gráficas de control: por Variables y por atributos
[Montgomery,1991]

Existen dos tipos de gráficas de control: por variables o por atributos, que serán descritas posteriormente. Además de las anteriores cartas de control, existe gran variedad que en general pretenden mejorar el desempeño de alguna de las cartas tradicionales. Mejorar su desempeño en el sentido de detectar más rápido un cambio en el proceso, reducir la frecuencia de falsas alarmas (cuando hay una señal de fuera de control, pero el proceso está en control) y modelar mejor el comportamiento de los datos. Entre las cartas adicionales más conocidas se encuentran la EWMA y Cusum.

Diagramas de control por variables.

Cuando es posible medir las características de la calidad y expresarla como un número, entonces se le llama variable. En estos casos, conviene describir la característica de la calidad mediante una medida de tendencia central y una medida de variabilidad. Los diagramas de control para la tendencia central y la variabilidad se llaman **Diagramas de control por variables**. El diagrama de $\bar{x}$ es el que más se usa para controlar la tendencia central, mientras que las graficas basadas en la amplitud muestral o en la desviación estándar muestral sirven para controlar la variabilidad del proceso.

Diagramas de control por atributos

Muchas características de control no se miden en una escala cuantitativa. En estos casos se puede clasificarse cada unidad del producto como conforme o disconforme, según posea o no ciertos atributos, o se puede contar el número de disconformidades (defectos) que aparecen en una unidad del producto. Los diagramas de control para estas características de calidad se llaman **diagramas de control por atributos**.

2.5.3.5.1. Diagramas de control por variables [Montgomery, 1991]

Las cartas de control o diagramas de control por variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etcétera). Suelen permitir el uso procedimientos de control más eficientes, y proporcionan más información respecto al rendimiento del proceso que los diagramas de control de atributos.

Cuando se trata con una característica de calidad que es una variable, es una práctica estándar controlar el valor medio de la característica de calidad y su variabilidad.

Estas formas distintas de llamarle a una carta de control se debe al tipo de estadístico que se grafica en la carta: un promedio, un rango, etcétera; por medio de la cual se tratará de analizar una característica importante de un

producto o un proceso. Estas cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- X (de promedios): El control de la media del proceso, o del nivel de calidad promedio, suele ejercerse con el diagrama de control de medias o diagramas de X.
- R (de rangos): Un diagrama de control de la amplitud, llamado diagrama de R. (este ultimo es el más usado).
- S (de desviaciones estándar): Es posible controlar la variabilidad o dispersión del proceso mediante un diagrama de control de la desviación estándar.

Por lo general se utilizan diagramas de X y de R por separado para cada característica de calidad que interese (sin embargo, si dichas características están estrechamente relacionadas, esto puede llevar a veces a resultados erróneos. Los diagramas de X y de R se hallan entre las más importantes y útiles teóricas de control estadístico de procesos en línea.

2.5.3.5.1.1. Límites en las gráficas de control por Variables [Http-11]

El proceso para el cálculo de los límites de control, en las gráficas por Variables, es similar al aplicado para los límites de proceso en las distribuciones de frecuencias, o sea los límites de 3- sigma. Se han elegido los límites de 3-sigma, porque la experiencia ha demostrado que es el más

útil y económico para la aplicación de los límites de control, puesto que la mayor parte de los valores se encuentran dentro de ese rango (99.73 %).

El cálculo de las mediciones de tendencia central y dispersión para las diferentes gráficas de control están auxiliadas por el uso de constantes que se han desarrollado para estos cálculos. Estos factores se encuentran reflejados en unas tablas en las que se dan constantes para calcular los límites de control y estas constantes depende del tamaño de las muestras.

2.5.3.5.2. Diagramas de control por atributos [Montgomery, 1991]

Existen muchas características de calidad que no son medidas con instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, si producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podría contar el número de defectos o no conformidades que tiene. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto son analizadas a través de las cartas de control por atributos. Los tipos de diagrama por atributos son los siguientes:

P: se refiere a la proporción o fracción de artículos defectuosos fabricados por un proceso de manufactura o el número no conforme.

NP: es como uno p pero utilizando el número de unidades defectuosas o el número de disconforme.

C: en este se utiliza el número de defectos.

U: número de defectos por unidad, que es útil en casos en los que el número de disconformidades(o defectos) por unidad constituyen una base mas conveniente para el control del proceso.

Para el proyecto se estudiará mas a fondo el grafico P y el NP para obtener el que se aplicará en el diseño del sistema.

2.5.3.5.2.1. GRÁFICO P [Http-11]

El gráfico P sirve para detectar artículos defectuosos cuando se están analizando Variables por atributos, nos proporcionará la fracción o porcentaje de artículos defectuosos en la población que se encuentra bajo estudio. Los pasos para obtener el gráfico P son:

1. Definir la característica de calidad (atributo) que se desea analizar. Olor, sabor, medida específica, etc. Lo tiene o no lo tiene.
2. Controlar las condiciones del proceso. Eliminar las Variables asignables o atribuibles del proceso.
3. Tomar un número K de muestras. El tamaño de la muestra debe ser variable, es decir las muestras no son del mismo tamaño. El número de muestras no debe ser menor a 20, y cada muestra debe tener por lo menos 50 elementos.
4. Tabular resultados de acuerdo a la siguiente tabla 2:

Número de muestra	Tamaño de muestra (n)	Número de productos defectuosos (np)	Fracción de defectuosos (p)
1	n1	np1	p1
2	n2	np2	p2
....			
k	nk	npk	pk

Tabla 2. Forma de Tabulación. Fuente: <http11>

5. Cálculo de $\bar{n}$. A continuación se calcula la Media (promedio) del tamaño de las k muestras.

$$\bar{n} = \frac{\sum n}{k}$$

6. Se genera un rango alrededor de la Media de +20%.

- a) Si todas las muestras se encuentran dentro de este rango, continuamos con el paso 7
- b) Si solamente una de las muestras no se encuentra dentro de este rango, dicha muestra se elimina y se vuelve al paso número 5
- c) Si más de una muestra se encuentra fuera del rango establecido, entonces a partir del paso. 7 todo se hará de manera independiente para cada muestra.

7. Cálculo de los valores promedio. Posteriormente se calcula la Media (promedio) de la fracción de defectuosos (p).

$$\bar{p} = \frac{\sum np_i}{n_i}$$

8. Cálculo de los límites de control del proceso. El siguiente paso es el cálculo de los límites de control de nuestro proceso.

Dado que se está realizando el análisis de los atributos (se tiene o no se tiene) se utiliza una distribución binomial para calcular los límites de control. Los cuales están dados por:

Límite superior de Control (LSC), Límite Central de Control (LCC) y límite Inferior de Control (LIC)

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LC = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

9. Graficar. A continuación se realiza la gráfica, en la cual se marcan los límites de control y en relación a ellos se grafica el número de defectuosos de cada una de las muestras.

10. Comparar el proceso con los límites de especificaciones. Observar el comportamiento del proceso de acuerdo con la gráfica y sacar conclusiones.

2.5.3.5.2.2. GRÁFICO NP [Montgomery, 1991]

También es posible basar un diagrama de control en el número disconforme, en vez de en la fracción no conforme. Esto se llama, a menudo, diagrama de NP. Los parámetros de tal diagrama son;

$$\text{LSC} = np + 3\sqrt{np(1-p)}$$

$$\text{Línea central} = np$$

$$\text{LIC} = np - 3\sqrt{np(1-p)}$$

Si no se dispone de un valor estándar para p , entonces se usará $\bar{p}$ para estimar p . Mucho personal sin formación en Estadística encuentra el diagrama **np** más fácil de interpretar que el de control de la fracción disconforme como **p**.

Para este tipo de diagrama se tiene también una tipología:

- Por Tamaño muestral Variable.
- Por Tamaño muestral promedio N no estandarizado.
- Por Tamaño muestral promedio N estandarizado.

2.5.3.5.2.2.1. Tamaño Muestral Variable.

En algunas aplicaciones del diagrama de control de la fracción disconforme, la muestra es una inspección de 100% del rendimiento del

proceso durante algún periodo. Como se podrían producir diferentes cantidades de artículos en cada periodo, el diagrama de control tendría entonces un tamaño muestral variable. Existen varios métodos para construir y utilizar un diagrama de control con un tamaño muestral variable.

El primer método, probablemente el más sencillo, es determinar para cada muestra individual límites de control basados en su tamaño muestral específico. Es decir, si a i-ésima muestra es de tamaño n_i , entonces los límites superior e inferior de control son: $\bar{p} \pm 3 \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n_i}$. Obsérvese que la amplitud de los límites es inversamente proporcional al tamaño muestral. Para ilustrar este método, considérense los datos de la siguiente tabla 3:

Número de muestra i	Tamaño muestral, n_i	Número de disconformidades, D_i	Fracción muestral disconforme, $\hat{p}_i = D_i/n_i$	Desviación estándar $\hat{\sigma}_p = \sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{n_i}}$	Límites de control	
					LSC	LIC
1	100	12	0.120	0.029	0.009	0.183
2	80	8	0.100	0.033	0	0.195
3	80	6	0.075	0.033	0	0.195
4	100	9	0.090	0.029	0.009	0.183
5	110	10	0.091	0.028	0.012	0.180
6	110	12	0.109	0.028	0.012	0.180
7	100	11	0.110	0.029	0.009	0.183
8	100	16	0.160	0.029	0.009	0.183
9	90	10	0.110	0.031	0.003	0.189
10	90	6	0.067	0.031	0.003	0.189
11	110	20	0.182	0.028	0.012	0.180
12	120	15	0.125	0.027	0.015	0.177
13	120	9	0.075	0.027	0.015	0.177
14	120	8	0.067	0.027	0.015	0.177
15	110	6	0.055	0.028	0.012	0.180
16	80	8	0.100	0.033	0	0.195
17	80	10	0.125	0.033	0	0.195
18	80	7	0.088	0.033	0	0.195
19	90	5	0.056	0.031	0.003	0.189
20	100	8	0.080	0.029	0.009	0.183
21	100	5	0.050	0.029	0.009	0.183
22	100	8	0.080	0.029	0.009	0.183
23	100	10	0.100	0.029	0.009	0.183
24	90	6	0.067	0.031	0.003	0.189
25	90	9	0.100	0.031	0.003	0.189
	2450	234	0.096			

Tabla 3. Datos para un diagrama de control de la fracción disconforme con tamaño muestral variable Fuente: Montgomery, 1991.

Para las 25 muestras se calcula

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} D_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{234}{2450} = 0.096$$

Por consiguiente, la línea central se encuentra en 0.096 y los límites de control son

$$ISC = \bar{p} + 3\hat{\sigma}_{\hat{p}} = 0.096 + 3\sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{n_i}}$$

Y

$$LIC = \bar{p} - 3\hat{\sigma}_{\hat{p}} = 0.096 - 3\sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{n_i}}$$

donde $\hat{\sigma}_{\hat{p}}$ es el estimador de la desviación estándar de la fracción muestral disconforme p. En las últimas tres columnas de la Tabla se presentan los cálculos para determinar los límites de control. Ver diagrama de control que aparece en la Fig. 25.

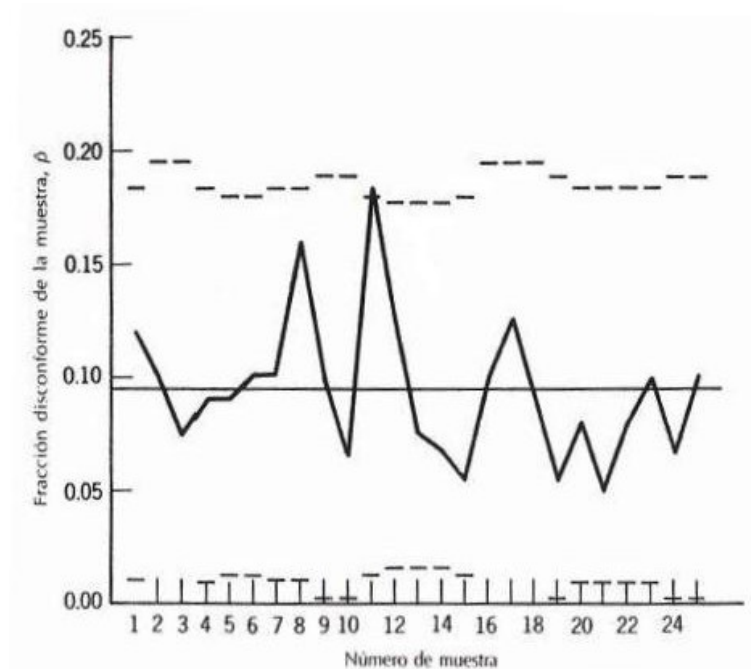


Figura 25. Diagrama de Control de la fracción disconforme con tamaño muestral variable. Fuente: Montgomery, 1991

2.5.3.5.2.2.2. Tamaño muestral promedio no estandarizado.

El segundo método es basar el diagrama de control en un tamaño muestral promedio, lo que da como resultado un conjunto aproximado de límites de control. Para esto se supone que los futuros tamaños muestrales no serán muy diferentes de los observados antes. Si se utiliza este planteamiento, los límites de control serán constantes, y el diagrama de control resultante no tendrá un aspecto tan formidable para el personal operativo como el diagrama con límites variables. Sin embargo, si hay una variación extraordinariamente grande en el tamaño de una muestra en particular, o un punto cae cerca de los límites de control aproximados, entonces se

tendrán que determinar los límites de control exactos para este punto y examinarlo respecto a su valor, Para los datos de la tabla 2, encontramos que el tamaño muestral promedio es:

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^{25} n_i}{25} = \frac{2450}{25} = 98$$

Por lo tanto, los límites de control aproximados son:

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} = 0.096 + 3\sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{98}} = 0.185$$

Y

$$LSC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}} = 0.096 - 3\sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{98}} = 0.007$$

El diagrama de control resultante se presenta en la Fig. 26.

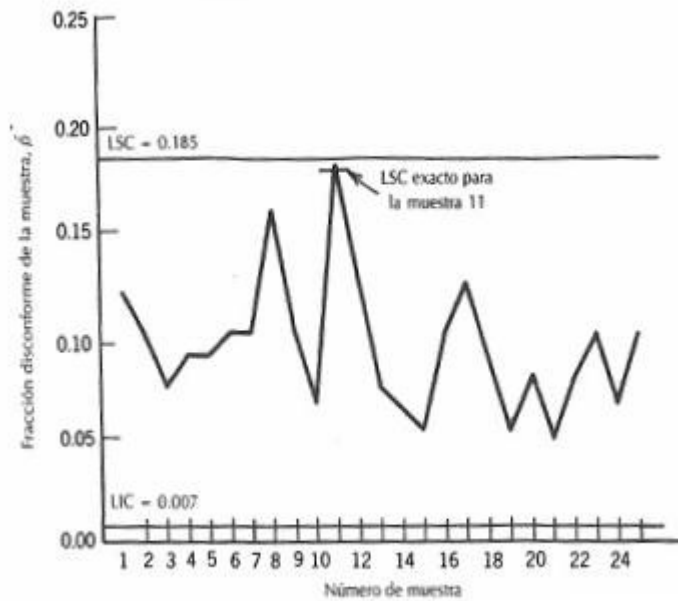


Figura 26. Diagrama de control de la fracción disconforme, basado en un tamaño de muestra promedio. Fuente: Montgomery, 1991.

Obsérvese que p para la muestra 11 se halla cerca del límite superior de control aproximado, pero parece estar bajo control. Sin embargo, al compararlo con su límite superior de control exacto (0.180, de la Tabla 2), el punto indica una condición fuera de control. De modo similar, puntos que se encuentran fuera de los límites de control aproximados pueden estar entre sus límites de control exactos.

2.5.3.5.2.2.3. Tamaño muestral promedio estandarizado

En un diagrama de control “estandarizado”, los puntos se representan mediante desviaciones estándares. Tal diagrama de control tiene su línea central en cero, y límite superior e inferior de control de + 3 y —3, respectivamente. La variable que se grafica en el diagrama es

$$Z_i = \frac{\hat{p}_i - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}}$$

donde p (ó $\hat{p}$, si no se da un valor estándar) es la fracción no conforme del proceso en un estado de control. El diagrama de control estandarizado para los datos de la Tabla 3 se muestra en la Fig. 27. Los cálculos asociados a esta gráfica se presentan en la Tabla 4. Se podría aplicar con toda seguridad los métodos para la detección de corridas y patrones, porque los cambios relativos de un punto a otro se expresan en términos de las mismas unidades de medida.

Número de muestra i	Tamaño muestral, n_i	Número de disconformidades, D_i	Fracción muestral disconforme, $\hat{p}_i = D_i/n_i$	Desviación estándar $\hat{\sigma}_{\hat{p}} = \sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{n_i}}$	$Z_i = \frac{\hat{p}_i - \bar{p}}{\sqrt{\frac{(0.096)(0.904)}{n_i}}}$
1	100	12	0.120	0.029	0.83
2	80	8	0.100	0.033	0.12
3	80	6	0.075	0.033	-0.64
4	100	9	0.090	0.029	-0.21
5	110	10	0.091	0.028	-0.18
6	110	12	0.109	0.028	0.46
7	100	11	0.110	0.029	0.48
8	100	16	0.160	0.029	2.21
9	90	10	0.110	0.031	0.45
10	90	6	0.067	0.031	-0.94
11	110	20	0.182	0.028	3.07
12	120	15	0.125	0.027	1.07
13	120	9	0.075	0.027	-0.78
14	120	8	0.067	0.027	-1.07
15	110	6	0.055	0.028	-1.46
16	80	8	0.100	0.033	0.12
17	80	10	0.125	0.033	0.88
18	80	7	0.088	0.033	-0.24
19	90	5	0.056	0.031	-1.29
20	100	8	0.080	0.029	-0.55
21	100	5	0.050	0.029	-1.59
22	100	8	0.080	0.029	-0.55
23	100	10	0.100	0.029	0.14
24	90	6	0.067	0.031	-0.94
25	90	9	0.100	0.031	0.13

Tabla 4. Cálculos para el diagrama de control estandarizado de la figura 27, con $\bar{p} = 0,096$. Fuente: Montgomery, 1991

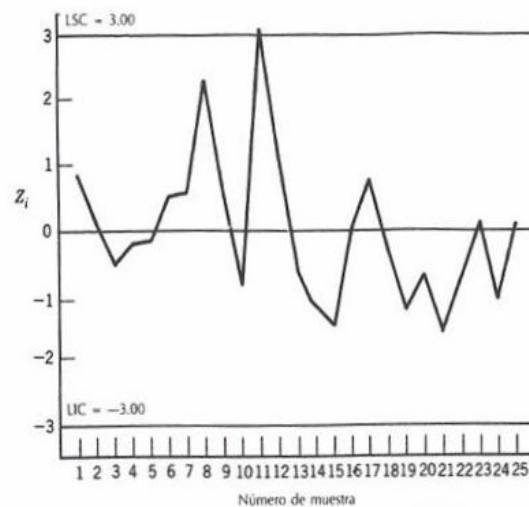


Figura 27. Diagrama de control estandarizado de la fracción disconforme. Fuente: Montgomery, 1991

No es más difícil construir o mantener el diagrama de control estandarizado que cualquiera de los otros dos anteriores procedimientos. Sin embargo, conceptualmente la interpretación y la comprensión por el personal operativo puede ser mas difícil, ya que se “perdió” la referencia hacia a fracción no conforme real del proceso. Sin embargo, si existe una variación grande en el tamaño muestral, los métodos para identificar corridas y patrones solo pueden usarse sin problemas en el diagrama de control estandarizado. En tal caso, podría ser aconsejable utilizar un diagrama de control con limites de control individuales (como en la fig. 25) para el personal operativo, junto con un diagrama de control estandarizado para el ingeniero de calidad. [Htp11].

En forma procedimental se puede describir el gráfico np sirve para detectar la fracción de artículos defectuosos cuando se están analizando Variables por atributos, nos proporcionará la fracción o porcentaje de artículos defectuosos en la población que se encuentra bajo estudio.

Los pasos para obtener el gráfico np son:

1. Definir la característica de calidad (atributo) que se desea analizar.
2. Controlar las condiciones del proceso. Eliminar todas las Variables asignables o atribuibles del proceso.
3. Tomar un número K de muestras. Las muestras deben ser de tamaño constante, es decir todas las muestras son del mismo tamaño. El número de muestras no debe ser menor a 20, y cada muestra debe tener por lo menos 50 elementos.
4. Tabular resultados de acuerdo a la siguiente tabla 5

Número de muestra	Tamaño de muestra (n)	Número de productos defectuosos (np)	Fracción de defectuosos (p)
1	n	np1	p1
2	n	np2	p2
....			

Tabla 5. Forma de Tabulación. Fuente: <http11>

5. Cálculo de $\bar{np}$

Posteriormente se calcula la Media (promedio) del número de artículos defectuosos de todas las muestras.

$$\bar{np} = \frac{\sum np}{k_n}$$

6. Cálculo de los Límites de Control del Proceso.

Dado que se está realizando el análisis de los atributos (se tiene o no se tiene) se utiliza una distribución binomial para calcular los límites de control. Los cuales están dados por:

Límite superior de Control (LSC), Límite Central de Control (LCC) y límite Inferior de Control (LIC)

$$LSC = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

$$LC = \bar{np}$$

$$LIC = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

9. Graficar. A continuación se realiza la gráfica, en la cual se marcan los límites de control y en relación a ellos se grafica el número de defectuosos de cada una de las muestras.

10. Comparar el proceso con los límites de especificaciones. Observar el comportamiento del proceso de acuerdo con la gráfica y sacar conclusiones.

2.6.Parametrización de un sistema de evaluación de la calidad de un sistema de producción

Adicional a la tendencia de Calidad sobre las empresas, también existe otra tendencia muy importante sobre las organizaciones, tal como es “La Adaptabilidad a los Cambios”. Ésta se refiere a la capacidad de las organizaciones a reestructurarse tanto en procesos, comportamientos y estructura organizativa a cambios demandados por su entorno [Gibson&Ivancevich& Donnelly ,2001], que le permite sobrevivir y permanecer en el mercado de ese entorno. A esta capacidad hay que agregarle un factor muy decisivo para que su objetivo de supervivencia sea logrado, y es el factor tiempo del cambio o con qué rapidez la organización pueda responder a la demanda de esos cambios.

Si las organizaciones recurren a esta capacidad, donde uno de los puntos, donde se aplica el cambio son los procesos de la empresa, entonces es determinable que en los procesos de producción también es aplicable y por lo tanto se podría asegurar que:

Debido a los requerimientos externos e internos que constantemente provienen de los clientes o los generados en base a los resultados de la mejora continua de los procesos en la empresa, estos últimos y

especialmente los procesos de producción permanecen en constante cambio. [DAVENPORT, 1996]

Como se ha mencionado anteriormente los procesos de control y evaluación de la calidad se desarrollan y operan sobre los procesos de producción. Estos procesos de calidad se desarrollan bajo métodos no automatizados o automatizados, que comúnmente están contruidos bajo especificaciones propias de cada proceso y producto para una determinada empresa. Ahora, si los procesos de producción permanecen en constante cambio es lógico que los procesos de control y evaluación de la calidad que existen sobre ellos requieran también cambiar, para seguir cumpliendo su función sobre esos procesos.

Dependiendo de la complejidad del cambio y de que tan flexible puede ser el proceso para permitir cambios sobre el mismo, pudieran ser rápidas y económicas o lentas, duras y costosas,

Como el factor tiempo de cambio se convierte en la ventaja competitiva de la empresa sobre sus rivales en un mismo entorno, entonces que los cambios sobre los procesos sean lentos o rápidos se convierte en determinante. Para ello es necesario contar con herramientas, metodologías y modelos que permitan que los procesos puedan se cambiados de forma segura y rápida.

Construir herramientas y modelos flexibles que permitan la rapidez de los cambios, dependen de la orientación del diseño y las tecnologías que

puedan ser aplicadas. Si estas herramientas o modelos se transforman en sistemas de información, entonces el diseño de sistemas de información basados en parametrización y generalización, con tecnologías orientada a objetos, pueden permitir que la flexibilidad al cambio sea un requerimiento más en la construcción del sistema de información.

2.7. Metodologías orientadas a objetos para el desarrollo de software.[SUCRE-01]

Los sistemas y soluciones de software se construyen a partir del uso de una o más metodologías. Dentro del proceso de solución de un problema, el conocimiento con respecto a éste y la solución, es capturado, organizado alrededor de decisiones y puede ser descrito usando el lenguaje UML para poder ser comunicado y disgregado en niveles. Los métodos deberían considerarse como sugerencias y recomendaciones que organizan y facilitan el proceso de solución de un problema, más que ser considerados como reglas rígidas e inflexibles al arte de resolver problemas [MEYER-99].

Al hacer uso de las metodologías para construir los sistemas – que son un conjunto de elementos relacionados entre sí y armónicamente conjugados [FERRATER-93] – hay que entender las facilidades que la metodología brinda para lograr la mayor eficiencia del sistema que se esta produciendo

2.7.1. **Elementos de Desarrollo de Software. [SUCRE-01]**

Las organizaciones producen y entregan productos y servicios que satisfacen los requerimientos y las necesidades del cliente. Los requerimientos pueden caracterizarse como los problemas. Los productos y servicios que satisfacen los requerimientos se caracterizan como las soluciones. Para poder entregar soluciones valoradas, las organizaciones deben aplicar el conocimiento en sus esfuerzos para resolver el problema; por lo tanto, el conocimiento y la capacidad para aplicarlo son los factores determinantes del éxito.

- Los proyectos son los esfuerzos de resolver el problema que involucra documentos que marcan el avance y otros que también son sujetos de repartirse entre los miembros del equipo, o productos de trabajo a fin de formalizar el enfoque de “trabajo duro y esperar lo mejor” para la solución del problema.
- Los programas son las colecciones de los esfuerzos para resolver el problema.
- Los métodos especifican cómo conducir los esfuerzos para resolver el problema.
- Los procesos son las realizaciones de métodos.
- Las metodologías son taxonomías, o colecciones bien organizadas de métodos relacionados.

2.7.2. **Paradigma Orientado a Objetos (OO)**

A finales de la década de los años 1980, cuando se experimenta un salto en los métodos, técnicas y herramientas para modelar sistemas de información, comienza a hablarse de Orientación a Objetos [SUCRE-01].

El “Orientado a Objetos” es un paradigma cuya concepción al modelar sistemas de información se centra en objetos, que comprende a los pilares (principios fundamentales) de abstracción, encapsulación, herencia y polimorfismo.

El paradigma OO, se enfoca en las características estructurales y de comportamiento de las entidades como unidades complejas. Es centrado a conceptos – holístico – en que se enfoca en todos los tipos de características que constituyen un concepto dado. El paradigma abarca y soporta los siguientes principios fundamentales:

- Abstracción: Involucra la formulación de representaciones enfocándose en similitudes y diferencias de entre un conjunto de entidades para extraer características esenciales intrínsecas – particularidades comunes relevantes – y evitar características incidentales extrínsecas – particularidades distinguibles irrelevantes – para definir una única representación que tenga estas características que son relevantes en la definición de cada elemento del conjunto. [http-1] [http-2] [http-3] [http 4] [http-7]
- Encapsulación: Involucra el empaquetamiento de las representaciones enfocándose en el ocultamiento de detalles para facilitar la abstracción, donde las especificaciones son usadas para describir qué una entidad es y hace, y las implementaciones son usadas para describir cómo una entidad es realizada.

- Herencia: Involucra el relacionar y reutilizar las representaciones existentes para definir nuevas representaciones. [http-1] [http-2] [http-3] [http 4] [http-7]

- Polimorfismo: Involucra la habilidad de nuevas representaciones para ser definidas como variantes de las ya existentes, donde las nuevas implementaciones son introducidas pero las especificaciones prevalecen de manera que una especificación tiene varias implementaciones. [http-1] [http-2] [http-3] [http 4] [http-7]

2.7.2.1. Modelos y Procesos Recomendados (RPM) [Larman, 1998]

La metodología **RPM** (*Recommended Process and Models*), enfatiza el análisis y diseño orientado a objetos conducentes a una implementación en un lenguaje de programación orientado a objetos. Esta metodología fue concebida para el desarrollo de diseños de sistemas de información con arquitectura de tres capas. **RPM** establece varias fases en el ciclo de desarrollo del sistema, las cuales se describen a continuación:

- Fase de Planificación

Captura los requerimientos del sistema. Los productos que se obtienen de esta fase son los siguientes:

- Planteamiento del Problema

Describe el problema que da origen al desarrollo del sistema.

- Panorama General

Describe en términos generales las características de una solución al problema planteado.

- Clientes

Describe qué personas o entes son las interesadas en que el sistema se desarrolle para dar una solución al problema.

- Metas

Describe lo que se quiere lograr con la solución propuesta desde el punto de vista del negocio.

- Funciones

Describen lo que debe hacer el sistema.

- Atributos del Sistema

Describen las propiedades que caracterizan al sistema. Entre los atributos más comunes de un sistema están: el tiempo de respuesta, la metáfora de la interfaz, la tolerancia a fallas, flexibilidad y la plataforma.

- Grupos Afectados

Identifica quienes se verán afectados por el sistema.

- Suposiciones

Describe todo aquello que se supone se va a mantener durante el ciclo de desarrollo.

- Riesgos

Describen aquellos sucesos adversos a los cuales está expuesto tanto el desarrollo del proyecto como el producto final, así como las posibles acciones a tomar para mitigar esos riesgos.

- Dependencias

Describe los elementos a los cuales puede estar sujeto el sistema para su completación.

- Glosario

Son las definiciones de los conceptos más relevantes de sistema.

- Fase de Análisis

En esta fase se estudian, analizan, revisan y evalúan los requerimientos capturados en la fase anterior. Los artefactos a producir son los siguientes:

- Casos de Uso: Son artefactos que describen “cómo” el sistema va a ser utilizado.
- Diagramas de Casos de Uso: Diagrama que tiene la forma de un grafo y resume esquemáticamente la interacción entre los actores y los casos de uso.
- Diagrama Conceptual de clases: Artefacto que explicita las relaciones entre los conceptos del dominio del problema
- Diagramas de Secuencia: Diagrama en el cual se especifican cómo los actores interactúan con el sistema; muestran cómo el actor inicia, mediante un evento denominado “Evento del Sistema”, una interacción con el sistema. Se construyen a partir de un camino particular de un caso de uso.

- Fase de Diseño

En esta fase se propone una solución al problema.

- Diagrama de Clases: Diagrama que presenta las clases, atributos y asociaciones entre clases que se implementarán en el sistema.
- Diagramas de Colaboración: Diagrama que muestra cómo las clases interactúan entre sí para responder a eventos del sistema. Cuando existen muchas clases interactuando entre sí, los Diagramas de Colaboración son recomendables dado que su formato permite observar y entender claramente las interacciones.

- Fase de Implementación

Fase de codificación y prueba para implementar las clases.

2.7.2.2. Técnica de Modelamiento de Objetos - OMT. [[http 9](#)]. [[http 10](#)]

La metodología propuesta por Blaha y Premerlani [Blaha&Premerlani, 1998] adapta la metodología **OMT** (*Object Modeling Technique*) propuesta por [Rumbaugh, 91], para construir aplicaciones con un alto componente de bases de datos. A continuación se describen las etapas de la metodología:

Etapas de Conceptualización

En esta etapa se definen el contexto del problema y los posibles requerimientos. Los puntos que deben explicitarse son:

- Cliente

Persona solicitante del sistema de información, la cual definirá las especificaciones del mismo.

- Problemas que debe solucionar el sistema

Normalmente se traducen en requerimientos de sistema.

- Para cuándo se necesita el sistema según el cliente

Tiempos de entrega, que solicita el usuario del sistema.

- Por qué se necesita

Describe las razones por las cuales el cliente requiere el desarrollo del sistema. Se debe señalar cuáles son los costos de desarrollo, los beneficios tangibles, los riesgos y las alternativas de solución.

- Cómo funcionará

Describe la factibilidad de la solución del problema. Para sistemas grandes, se deben considerar las ventajas y desventajas que proporcionan las diferentes arquitecturas de software.

Etapas de Análisis En esta etapa deben especificarse los siguientes puntos:

- Planteamiento del Problema

Descripción de la causa por el cual se va a desarrollar el sistema y la funcionalidad mínima que éste debería tener. [http 8]. [http 9]

- Alcance del problema.
- Requerimientos.
- Contexto de la aplicación.
- Suposiciones.
- Requerimientos de desempeño.

- Diagrama Clases

Modelo conceptual de los objetos que representan los elementos que interactúan en el sistema.

- Modelo Dinámico [opcional]

Modelo que representa las interacciones temporales entre las clases y las respuestas ante los eventos. Para construir el Modelo Dinámico, primero se parte de un Diagrama de estados para cada clase con un comportamiento temporal importante, esto es, una clase con múltiples estados o múltiples respuestas ante un mismo estímulo. Generalmente en las aplicaciones con

un alto componente de Bases de datos, a los que están dirigidos **OMT 98**, tienen un Modelo Dinámico tan sencillo que se omite por innecesario.

- Modelo Funcional

Modelo que describe las operaciones que debe realizar el sistema.

Etapas de Diseño General Las actividades incluyen:

- Proponer una Arquitectura de Software.
- Escoger un paradigma para el Manejador de Bases de Datos.
- Detectar oportunidades de reuso.

Etapas de Diseño Detallado Los artefactos de esta etapa son los siguientes:

- Modelo de Clases, obtenido a partir de transformaciones formales del Diagrama Conceptual.
- Modelo Funcional refinado.
- Evaluación de la calidad del Diseño Detallado.

2.7.2.3. Lenguaje de Modelamiento Unificado - UML

UML es un lenguaje para modelamiento de propósito general evolutivo, ampliamente aplicable, soportado por herramientas e industrial mente estandarizado. Se aplica a una multitud de diferentes tipos de sistemas, dominios y métodos o procesos [UML-95] [UML-97].

- Como lenguaje de propósito general, se enfoca en el corazón de un conjunto de conceptos para la adquisición, compartición y utilización de conocimientos emparejados con mecanismos de extensión.

- Como lenguaje de modelamiento ampliamente aplicable, puede ser aplicado a diferentes tipos de sistemas – software y no-software -, dominios – negocios vs. software – y métodos o procesos.
- Como un lenguaje para modelamiento soportado por herramientas, las herramientas ya están disponibles para soportar la aplicación del lenguaje para especificar, visualizar y documentar sistemas.
- Como un lenguaje para modelamiento industrial mente estandarizado, no es un lenguaje cerrado, propiedad de alguien, sino más bien, un lenguaje abierto, y totalmente extensible, reconocido por la industria.

UML posibilita la captura, comunicación y nivelación de conocimiento estratégico, táctico y operacional para facilitar el incremento de valor, aumento de la calidad, reduciendo costos y reduciendo el tiempo de presentación al mercado; manejando riesgos y siendo proactivo para el posible aumento de complejidad o cambio.

El desarrollo de UML – Unified Modeling Language – comenzó en octubre de 1994 cuando Grady Booch y Jim Rumbaugh de la empresa de software “Rational” comenzaron su trabajo sobre cómo unificar la metodología “BOOCH” y la metodología OMT – Object Model Techniques. El motivo que los induce a la unificación es que tanto la metodología Booch como la metodología OMT estaban creciendo independientemente y eran reconocidas por la comunidad científica como metodologías orientadas a objeto en el ámbito Mundial. Un giro del Método Unificado UML ver. 0.8 – como se le denominó para entonces – es publicado en octubre de 1995.

También Ivar Jacobson, combinando la metodología OOSE –Object Oriented Software Design– se une en este esfuerzo de unificación.

UML – es un lenguaje para la especificación, visualización, construcción y documentación de los artefactos o componentes de un proceso de sistema intensivo [MEYER-99]. El lenguaje ha ganado un significativo soporte de la industria de varias organizaciones vía el consorcio de socios de UML y ha sido presentado al Object Management Group – OMG - y aprobado por éste como un estándar el 17 de noviembre de 1997.

Es muy concebible que un idioma común, tal como UML, que congrega muchas relaciones y encarnaciones de la Revolución del Conocimiento, sea el medio más viable para que las organizaciones se den cuenta mejor de la ventaja competitiva de capturar, comunicar, y disgregar en niveles el conocimiento.

El papel de UML es permitir y facilitar:

- Especificar, visualizar, comprender y documentar los problemas.
- Capturar, comunicar y disgregar en niveles – nivelar – el conocimiento en la solución del problema.
- Especificar, visualizar, construir y documentar soluciones.

Si embargo, UML no prescribe ningún enfoque en particular para resolver un problema, sino que es muy flexible, y personalizable, para adaptarse a cualquier enfoque. Permite y promociona – pero no requiere ni ordena – un proceso conducido por casos de uso, centrado en la arquitectura,

reiterativo e incremental que sea orientado al objeto y basado en componentes.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Tipo de investigación.

El trabajo se inscribe en el tipo de proyecto Factible, definido por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2006 como:

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problema, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo de una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”.

Ya que la investigación propone un modelo computacional sobre la operación de la evaluación de calidad de procesos generadores de productos, de manera sistemática, genérica, parametrizable y que pueda ser utilizado con cualquier proceso de producción y producto específico. Esto implicaría una investigación de tipo documental y un diseño que la abarca.

Metodología:

La metodología se presenta en tres fases:

a) La fase diagnóstica, apoyada en una investigación documental sobre la existencia de mecanismos y herramientas sobre sistemas de evaluación de calidad que permitan ser modelados de forma flexible y parametrizable y cuyos pasos en la metodología consiste en:

- Realizar la investigación documental y bibliográfica para estructurar el marco teórico referencial que permita validar la consistencia para desarrollar el modelo propuesto.
- Analizar las definiciones teóricas del Proceso QFD, de las gráficas de control y de la solución de unificación que serán modelados.

b) La fase de elaboración de la investigación, se refiere a la formulación de un modelo computacional bajo la metodología OO, y cuyos pasos consisten en:

- Identificar la estructura sobre un QFD, un proceso QFD y las gráficas de control.
- Ejecución del modelo computacional conceptual de las anteriores estructuras mencionadas, en un único modelo computacional, tal que permita la funcionalidad de conformidad de un producto, definido por un QFD.

c) La fase de evaluación de la factibilidad, que se centrará en la prueba del modelo conceptual mediante un caso de estudio, sobre algún producto en particular y cuyos pasos en la metodología consiste en:

- Analizar los resultados obtenidos y observados para validar la consistencia y viabilidad del Modelo Conceptual Orientado a Objetos SPECOO.
- Estructurar las conclusiones y recomendaciones derivadas y obtenidas del estudio de SPECOO.

Los datos de prueba se basan en un caso de prueba específico y como técnica de análisis de datos en desarrollo de software, se toma en cuenta las características de completitud y correctitud de los resultados de la prueba, [Gonzales, J. 2002] y [Pressman, R. 2002]. Se partió del Modelo de Calidad Sistémica del producto [Ortega, Perez, Rojas.2003] que permite identificar las Características de Calidad que deben ser evaluadas en un software y que son: Fiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad. Estas características tienen a su vez subcaracterísticas asociadas. Se utiliza parte de esta propuesta solo tomado en cuenta la fiabilidad como característica y la correctitud como subcaracterísticas, ya que es la que se aplica en la etapa de diseño. Esa parte a aplicar tiene como objetivos: Evaluar la capacidad de cómputo, comprobar la completitud de las formas estructurales y del software como un todo y evaluar la consistencia. La técnica que aplica es **La Prueba Estructural** que consiste en verificar que las formas estructurales de las clases sean completas. El instrumento de medición para darle resultados cuantitativos a la técnica de análisis, es la lista de chequeos [http 19].

Por lo tanto esta investigación abarca los enfoques que describen la mejora como finalidad, centradas en experimentos cualitativos (el conocimiento del fenómeno en estudio), para así comprobar su factibilidad y aporte real.

Metodología y herramientas de modelamiento y desarrollo de Software.

En el modelamiento conceptual de un sistema parametrizable de evaluación de calidad orientado a objetos SPECOO, se utilizarón fundamentos de las fases de desarrollo de software iterativo e incremental, utilizando elementos de la metodología Orientada a objetos OMT y RPM propuesta por Craig Larman, usando el lenguaje UML y la herramienta case de desarrollo Rational Rose (Booch – OMT).

Para la etapa de análisis, se tomarón la extracción de requerimientos propuesta por OMT y para la fase de diseño conceptual se realizará todos los elementos contemplados por RPM, modelo de clases, UsesCases y si se requiere los diagramas de colaboración. No se utilizará diagramas de secuencia. Todos estos elemento serán descritos con lenguaje UML y utilizando Racional-Rose

CAPITULO IV

ANALISIS, DISEÑO Y PRUEBAS DEL MODELO CONCEPTUAL SPECCO

4.1 ANALISIS DE LAS ESPECIFICACIONES

Para OMT durante la fase de análisis en el planteamiento del problema, uno de los puntos a determinar son los requerimientos, que orientado al esquema de diseño que propone, se pueden determinar en requerimiento de datos, funcionales y dinámicos. [http 8]. [http 9]

REQUERIMIENTOS DE DATOS

- Para la definición de los criterios de un producto se utilizó la herramienta del **QFD**, como la herramienta que describe los requerimientos del producto definidos por el cliente.
- Siguiendo el proceso QFD se definirán las seis casas de la calidad como seis matrices.
- La primera matriz compara los requerimientos del cliente con las características técnicas del producto.
- la segunda matriz compara las características técnicas del producto con las características funcionales.

- La tercera matriz compara las características funcionales con las operaciones de la organización.
- La cuarta matriz que compara los procesos de manufactura y los procesos de control de calidad.
- La quinta matriz compara procesos de control de calidad y control estadístico del proceso.
- La Sexta matriz que compara el control estadístico del proceso y las especificaciones para el producto terminado.

Cada casa de la calidad está compuesta por seis componentes.

- Componente 1: La pared de la casa en el costado izquierdo, son aquellos ítems básicos de la casa de la calidad y de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 2 y a los cuales se aplica una matriz de planeación mediante el componente 5.
- Componente 2: Este es el techo interior de la casa. Dependiendo de la matriz QFD que se esté desarrollando, son aquellos ítems de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 1, de las cuales se obtienen las relaciones de prioridad, y a los cuales se les aplica el componente 3, obteniendo relaciones de prioridad entre esos mismos ítems. También se le aplica el componente 6 donde se aplica una evaluación con la competencia, y donde se definen los objetivos y su despliegue.

- Componente 3: El techo exterior de la casa, es donde se identifican y cuantifican las relaciones de intercambio (*trade-offs*) entre los ítems del componente 2. Su significado es igual para todas las casas de la calidad.
- Los símbolos que identifican los tipos de relación para el componente 3 son: ● indica una relación muy fuerte o poderosa, ○ denota una relación fuerte y △ una relación débil.
- Componente 4: El centro de la casa donde se estructura las relaciones de prioridad entre los ítems del componente 1 y 2.
- Existen símbolos que identifican los tipos de relación para el componente 4: ● indica una relación muy fuerte o poderosa, ○ denota una relación fuerte y △ una relación débil.
- Componente 5: La pared derecha de la casa, es la matriz de planeación.
- Componente 6: El fondo o base de la casa, es donde se jerarquizan los ítems del componente 2 que son críticos.

Para el control estadístico se utilizará como método estadístico la gráfica de control del tipo gráfico np.

- El tipo de grafico np que se mostrará en principio son los basados en tamaño muestrales promedios estandarizados, sin embargo, se

generalizará de tal manera que los otros tipos de gráficos np (tamaño variable y no estandarizados) sean factibles desarrollar.

- Las Variables por atributos, trabajado en estos gráficos np, serán comparados con las características técnicas (los criterios definidos en el diseño del producto y registrado en las matrices QFD) y así darle la unión a estos dos conceptos sobre un mismo modelo computacional.

- Para los diagramas de control de variables, cuando es posible medir las características de la calidad y expresarla como un número, entonces se le llama variable.

- Para los diagramas de control por atributos existen muchas características de calidad que no son medidas con instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica.

- El tipo de diagrama por atributos NP: es como uno p pero utilizando el número de unidades defectuosas o el número de disconformes.

- Los parámetros de tal diagrama son

$$\text{LSC} = M(np) + 3\sqrt{M(np)(1-p)}$$

$$\text{Línea central} = M(np)$$

$$\text{LIC} = M(np) - 3\sqrt{M(np)(1-p)}$$

Donde $M(np)$ es la media del número de defectuosos.

- Si no se dispone de un valor estándar para p , entonces se usará $\bar{p}$ para estimar p .

- Para este tipo de diagrama np se tiene también una tipología:

- a. Por Tamaño muestral Variable.
- b. Por Tamaño muestral promedio N no estandarizado.

c. Por Tamaño muestral promedio N estandarizado.

- Tamaño muestral promedio estandarizado: En un diagrama de control “estandarizado”, los puntos se representan mediante desviaciones estándares.
- Tal diagrama de control tiene su línea central en cero, y límite superior e inferior de control de + 3 y —3, respectivamente. La variable que se grafica en el diagrama es

$$Z_i = \frac{\hat{p}_i - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}}}$$

donde p (ó $\hat{p}$, si no se da un valor estándar) es la fracción no conforme del proceso en un estado de control.

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

- Para enlazar los procesos de producción con los procesos de control de la calidad y el control estadístico del proceso, se deben diseñar las seis casas de la calidad con su correspondiente secuencialidad.
- La secuencialidad de este proceso convierte a la calidad de la información recibida de una casa de la calidad previa, en un elemento crítico, para la obtención de un despliegue de la función de la calidad apropiado. Esto es debido a que el componente 2 de la matriz i es el componente 1 base de la matriz i+1, donde $i \in \{1...5\}$.

- La grafica de control se utilizará para obtener el rango de variación según los limites de especificaciones y los que conforman el rango de conformidad

- El tipo gráfico np, sirve para detectar la fracción de artículos defectuosos cuando se están analizando Variables por atributos. El análisis de las Variables por atributos, trabajado en estos gráficos np, serán comparados con las características técnicas (los criterios definidos en el diseño del producto y registrado en las matrices QFD) y así darle la unión a estos dos conceptos sobre un mismo modelo computacional.

- Para los diagramas de control de variables conviene describir la característica de la calidad mediante una medida de tendencia central y una medida de variabilidad.

- Para los diagramas de control por atributos el producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podría contar el número de defectos o no conformidades que tiene. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto son analizadas a través de las cartas de control por atributos.

- En forma procedimental se puede describir el gráfico np sirve para detectar la fracción de artículos defectuosos cuando se están analizando Variables por atributos, nos proporcionará la fracción o porcentaje de artículos defectuosos en la población que se encuentra bajo estudio.

- Los pasos para obtener el gráfico np son:
- ✓ Definir la característica de calidad (atributo) que se desea analizar.
- ✓ Controlar las condiciones del proceso. Eliminar todas las Variables asignables o atribuibles del proceso.
- ✓ Tomar un número K de muestras. Las muestras deben ser de tamaño constante, es decir todas las muestras son del mismo tamaño. El número de muestras no debe ser menor a 20, y cada muestra debe tener por lo menos 50 elementos.
- ✓ Tabular resultados
- ✓ Cálculo de $\bar{np}$
- ✓ Posteriormente se calcula la Media (promedio) del número de artículos defectuosos de todas las muestras.

$$\checkmark \quad \bar{np} = \frac{\sum np}{k_n}$$

- ✓ Para el Cálculo de los Límites de Control del Proceso, Dado que se está realizando el análisis de los atributos (se tiene o no se tiene) se utiliza una distribución binomial para calcular los límites de control. Los cuales están dados por el Límite superior de Control (LSC), Límite Central de Control (LCC) y límite Inferior de Control (LIC).

$$\checkmark \quad \begin{aligned} LSC &= \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1-p)} \\ LC &= \bar{np} \\ LIC &= \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1-p)} \end{aligned}$$

- ✓ Para realizar la gráfica, se marcan los límites de control y en relación a ellos se grafica el número de defectuosos de cada una de las muestras.

4.2 DISEÑO DEL MODELO CONCEPTUAL SPECCO

Para RPM, durante la fase de diseño se utilizan los siguientes elementos: modelo de clases, UsesCases, diagramas UsesCases (como el modelo Funcional del OMT) y si se requiere los diagramas de colaboración.

MODELO FUNCIONAL

El diseño general funcional que se establece en UML se muestra mediante recursos tales como: uses cases, diagramas uses cases diagramas de secuencia y de colaboración. Para que el diseño se pueda presentar en fases que muestren la secuencialidad del proceso y a la vez la segmentación entre los niveles funcionales, se determina las siguientes dos premisas:

- Cada componente funcional llama a otros componentes sean estas pantallas, clase funcionales o tablas de base de datos. Este diseño contiene la interacción entre cada uno de estos elementos en cada una de las capas de la arquitectura y además los niveles contenidos en cada componente funcional.
- Para vincular el diseño funcional con el proceso de la configuración de un QFD se mostrará mediante fases.

Adicionalmente se mencionara dos actores que participa en la mayoría de los UseCases a presentar: el llamado Usuario Configurator, que se encargará de configurar todos los conceptos master y las matrices

necesarias para completar un proceso QFD y el Usuario Analista que se encarga de activar el proceso de evaluación estadística de la calidad. Ver Figura 28.

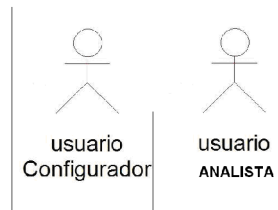


Figura 28. Usuario Configurador del sistema. Fuente: Elaboración propia.

FASE 1: Creación de un Producto.

En principio este debe estar vinculado con las clases de MM procesos de SAPP, en el modulo de fabricación (8) << 8. Ppto. de producción>>. Si embargo conociendo que el sistema SAPP es bastante amplio y complejo, se podría recomendar generar un snapshot o clase copia en el sistema de Evaluación de Calidad de tal manera de independizar un poco este sistema del SAPP pero manteniéndolo integrado. De igual manera de no ser así se propone la Funcionalidad de Generar un producto mediante el UseCase Definición de Producto.

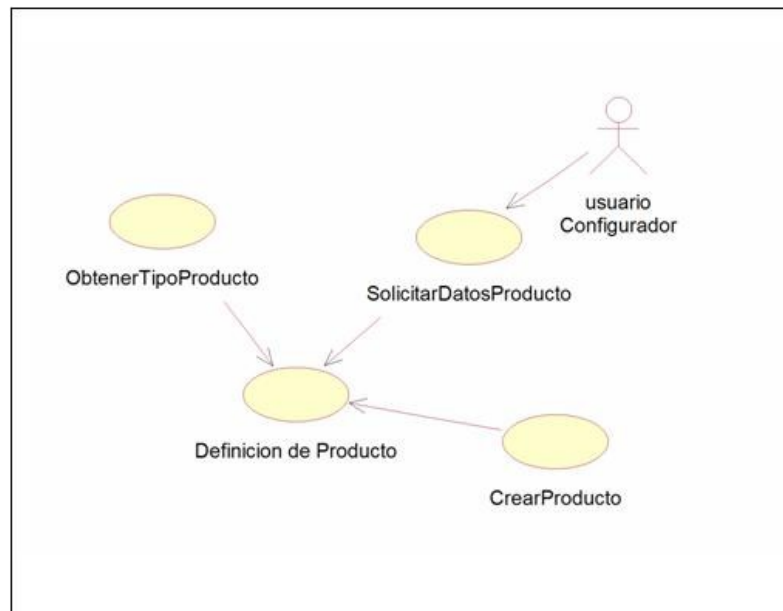


Figura 29. UseCase Definicion de Producto.Fuente: Elaboración propia.

Este diagrama indica como un usuario puede solicitar un tipo de producto definido por SAPP de tal manera que se pueda empezar a definir un producto. Si ya existiera este producto configurado entonces esta funcionalidad no sería necesario.

SolicitarDatosProducto: solicitar datos del producto mediante una interfaz grafica al usuario configurador.

ObtenerTipoProducto: Obtener la lista del tipo de producto desde la bd.

Definicion de Producto: Estructurar al producto configurado por el usuario.

CrearProducto: Registrar en BD el producto.

FASE 1: Definición de Cliente.

De igual manera, el concepto de cliente ya debería estar en el SAPP, sin embargo si se desea manejar este sistema de evaluación SPECOO de forma independiente se tiene también como definir al cliente. Se muestra mediante el UseCase Definicion de Cliente ver Figura 30.

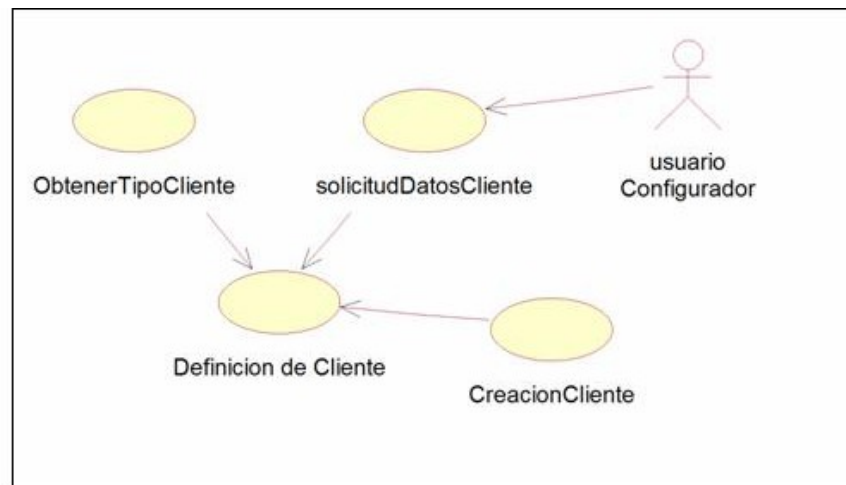


Figura 30. Definicion de Cliente.Fuente: Elaboración propia.

ObtenerTipoCliente: Obtener la lista del tipo de cliente desde la bd.

solicitudDatosCliente: solicitar datos del cliente mediante una interfaz grafica al usuario configurador.

Definicion de Cliente: Estructurar al cliente configurado por el usuario configurador.

CreacionCliente: Registrar en base de datos el cliente.

FASE 1: DefinicionProcesoQFD.

En esta parte se define los datos básicos de un proceso QFD, de tal manera que en su diseño ya esta información esté registrada en base de datos. Para esto se puede ver el diagrama Usecase DefinicionProcesoQFD, figura 31.

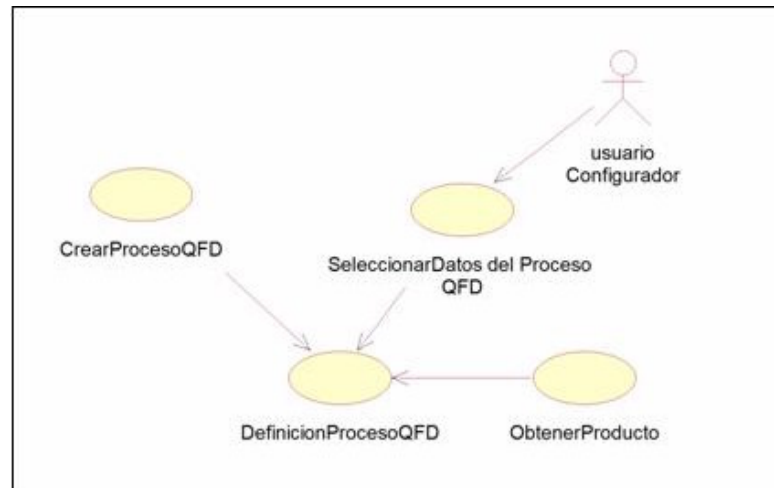


Figura 31. Usecase DefinicionProcesoQFD. .Fuente: Elaboración propia.

CrearProcesoQFD: Registrar en BD el proceso QFD

SeleccionarDatos del Proceso QFD: solicitar datos del proceso QFD mediante una interfaz grafica al usuario configurador.

DefinicionProcesoQFD: Estructurar el proceso QFD configurado por el usuario configurador.

ObtenerProducto: Obtener el producto a asociar el proceso QFD desde la base de datos

Para conocer la secuencia de ejecución de este proceso se observa el siguiente diagrama de colaboración (Figura 32):

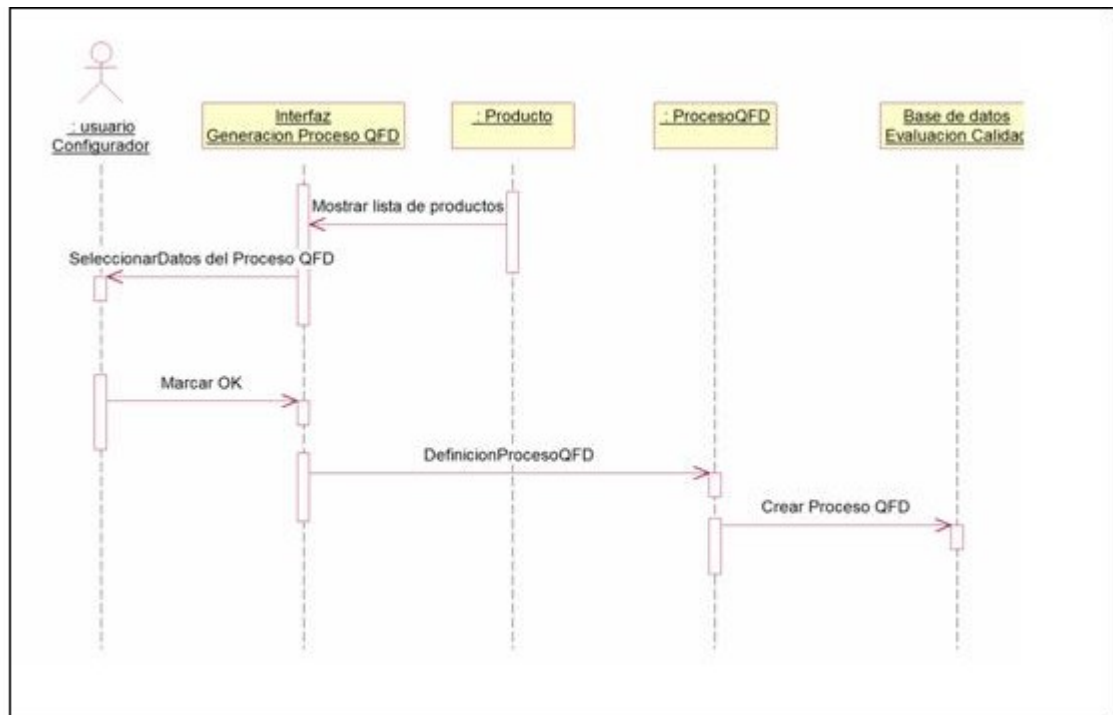


Figura 32. Diagrama de colaboración Definición Proceso QFD. Fuente: Elaboración propia.

FASE 2: Creación de un Proceso QFD.

Para generar un proceso QFD que incluya la creación de sus seis (6) matrices se encontrarán con el siguiente UseCase DisenoProcesoQFD. Ver figura 33.

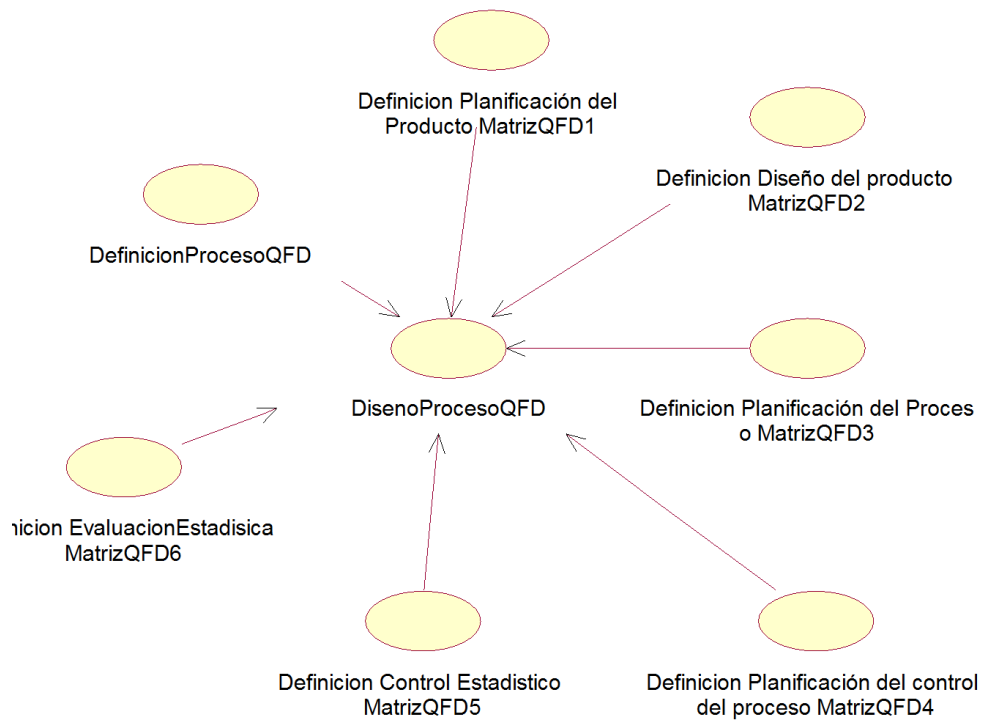


Figura 33. UseCase DisenoProcesoQFD. Fuente: Elaboración propia.

Para un mismo Proceso QFD solo se podrá aplicar una instancia de cada una de estas clases. Se controla mediante un ID único para cada ProcesoQFD registrado en Base de datos.

Para conocer la secuencia de ejecución de este proceso se observa el siguiente diagrama de colaboración, figura 34:

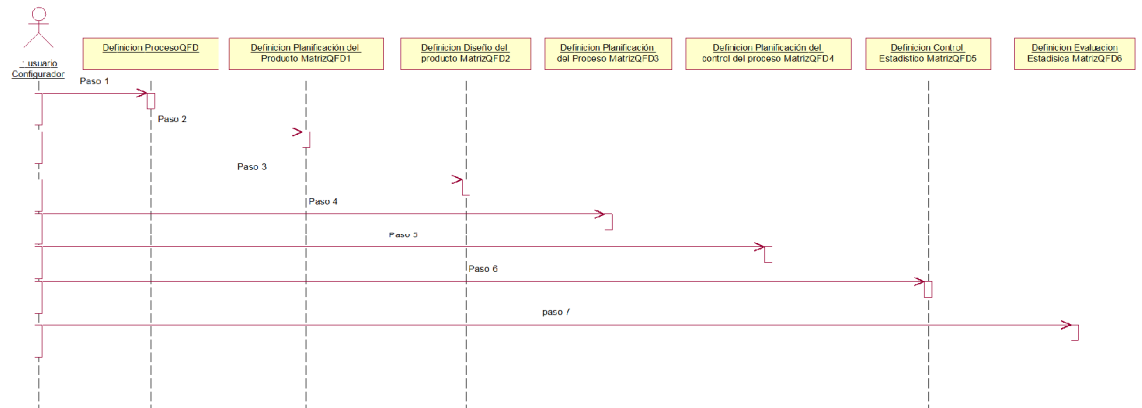


Figura 34. Diagrama de Colaboración DiseñoProcesoQFD. Fuente: Elaboración propia.

Véase que esta secuencialidad garantiza la dependencia que tiene una matriz de otra mediante la previa definición del componente 2 que en la próxima matriz será el componente base 1.

Definición Planificación del Producto MatrizQFD1:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las necesidades del cliente (incorporación componente 1).
- Identificar necesidades técnicas (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).

- Relacionar las necesidades del cliente con los requerimientos técnicos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar requerimientos técnicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Definición Diseño del producto MatrizQFD2:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar necesidades técnicas (incorporación componente 3).
- Identificar las componentes funcionales (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los requerimientos técnicos con los componentes funcionales y tecnológicos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar componentes funcionales y tecnológicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Definicion Planificación del Proceso MatrizQFD3:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las componentes funcionales (incorporación componente 1).
- Identificar las operaciones de los procesos de manufactura (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los componentes funcionales y tecnológicos con las operaciones de los procesos de manufactura (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar las operaciones de los procesos de manufactura a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Definicion Planificación del control del proceso MatrizQFD4:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las operaciones de los procesos de manufactura o de producción (incorporación componente 1).
- Identificar los procesos de control de calidad (incorporación componente 2).

- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar las operaciones de los procesos de manufactura o de producción con los procesos de control de calidad (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar as operaciones de los procesos de control de calidad a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Definicion Control Estadistico MatrizQFD5:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar los procesos de control de calidad (incorporación componente 1).
- Identificar los procesos estadísticos (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los procesos de control de calidad con los procesos estadísticos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).

- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar las operaciones de los procesos estadísticos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Definición Evaluación Estadística Matriz QFD6:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar los procesos estadísticos (incorporación componente 1).
- Obtener las características técnicas del producto (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los procesos estadísticos con las características técnicas del producto (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- El componente 6 no se ejecuta ya que sería la misma de la matriz 1 donde las características técnicas del producto fungieron como componente 2. Esta es una modificación a la teoría ya que según esta no sería las características técnicas del producto sino los requerimientos del cliente, sin embargo para incorporar los métodos estadísticos de control de calidad se debe trabajar resultados del producto vrs. características técnicas que son la base del diseño del producto.

DisenoProcesoQFD: Proceso que registra como final el proceso de diseño QFD y el cual debería marcar una bandera para que el proceso QFD se muestre completo.

FASE 4: Uses cases comunes en la construcción de las seis casas de la calidad.

En la siguiente parte de la fase 4 se describirá seis procesos que describen cada uno a cada una de la seis (6) casas de la calidad que conforman al proceso QFD y que fueron mostradas en el diagrama DisenoProcesoQFD. En cada una de ellas existen procesos comunes que serán descritos a continuación para la simplificación de la lectura.

Obtener Proceso QFD: El cliente selecciona el proceso QFD al cual va a asociar la matriz que esta creando.

ObtenerGradoInterrelacion: Obtener desde la BD el grado de interrelación para cada elemento que conforma al componente 4.

ObtenerGradoInterrelacion Comp: Obtiene desde la BD el grado de interrelación para cada elemento de integración que conforma al componente 3.

ObtenerCaracteristicaTecnica: Obtiene la característica técnica desde la base de datos mediante una interfaz grafica por el usuario configurador para ser utilizada por las funcionalidades que así lo requieran.

Def Componente6_Despliegue: Se refiere al proceso que genera al componente 6 de la casa de la calidad. Es un useCase compuesto de otros useCases. Este punto se verá en una fase 5.

Def Componente5_Planeacion: Se refiere al proceso que genera al componente 5 de la casa de la calidad. Es un useCase compuesto de otros useCases. Este punto se verá en una fase 5.

ObtenerBDcaracteristicaFuncional: Obtiene la característica funcionales desde la base de datos.

ObtenerBDOperacionDeProcesos: Obtiene las operaciones de procesos desde la base de datos.

ObtenerBDPlandeCalidad: Obtiene el plan de calidad desde la base de datos.

ObtenerBDControlEstadisticoProceso: Obtiene el control estadístico de proceso desde la base de datos.

ObtenerTipoEvaluacion: obtener desde base de datos el tipo de evaluación que se utilizara para generar la evaluación sobre cada elemento del componente con respecto a las competencias.

ObtenerCompetencia: Obtener desde base de datos las competencia que debe ser asociado a la evaluación de la competencia para cada elemento del componente.

FASE 4: Planificación del Producto MatrizQFD1.

Se trata de la configuración de la primera matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por los requerimientos de los cliente y el componente 2 por las características técnicas que definen esos requerimientos. El UseCase Planificación del Producto MatrizQFD1 viene de explotar el UseCase Definición Planificación del producto MatrizQFD1, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 35.

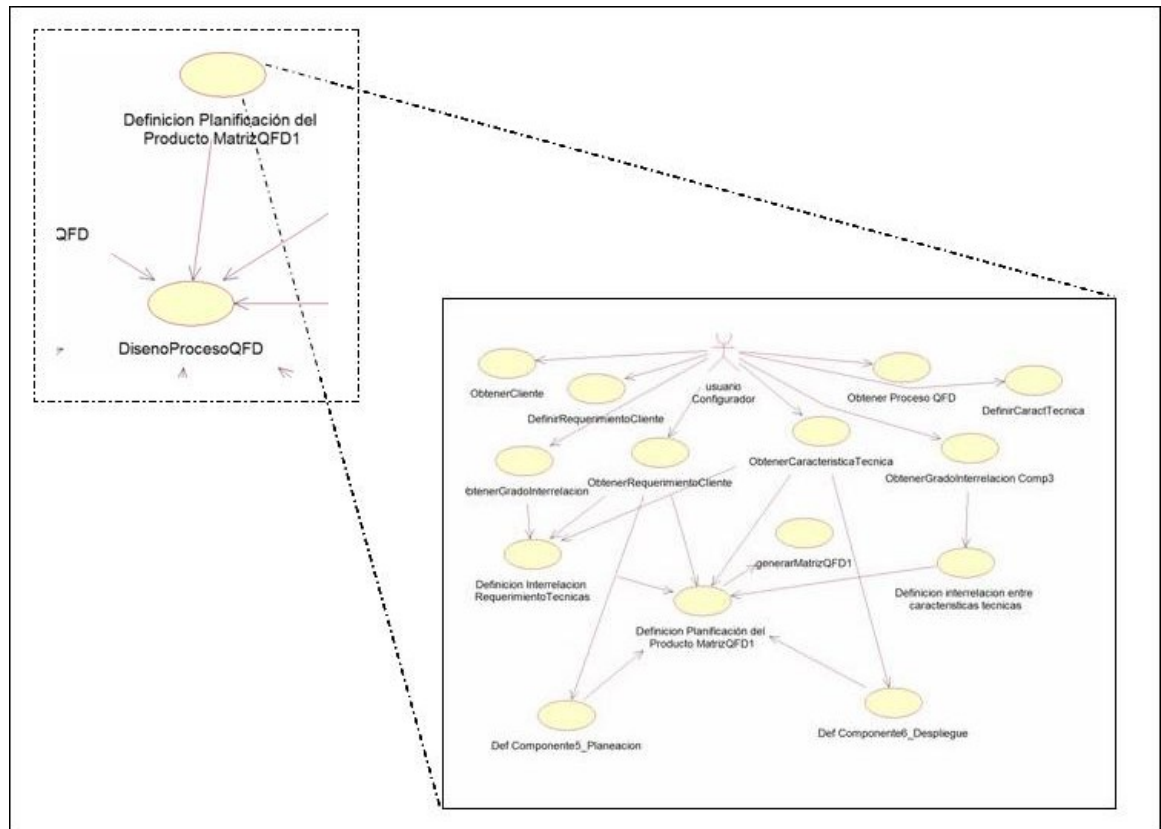


Figura 35. Use Case Planificación del Producto MatrizQFD1.Fuente: Elaboración propia.

ObtenerCliente: Proceso para obtener al cliente, desde la BD, dueño de los requerimientos a escoger.

DefinirRequerimientoCliente: Generación y registro en la base de datos del requerimiento que conformará al componente 1.

DefinirCaractTecnica: Generación y registro en la base de datos de la característica técnica que conformará al componente 2.

generarMatrizQFD1: Toma de la definición de la matriz 1 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 1 se usa para comparar los requerimientos del cliente con las características técnicas del producto.

Definicion interrelacion entre características tecnicas: Define el componente 3

Definicion Interrelacion RequerimientoTecnicas: generación del componente 4

Definicion Planificación del Producto MatrizQFD1:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las necesidades del cliente (incorporación componente 1).
 - Identificar necesidades técnicas (incorporación componente2).
 - Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar las necesidades del cliente con los requerimientos técnicos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar requerimientos técnicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del despliegue del componente 6).

ObtenerRequerimientoCliente: Obtiene el requerimiento del cliente de una interfaz grafica por el usuario configurador para aquellas funcionalidades que requiera escogerlo.

FASE 4: Diseño del producto MatrizQFD2

Se trata de la configuración de la segunda matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por las características técnicas y el componente 2 por las características funcionales que definen características. El UseCase Diseño del producto MatrizQFD2 viene de explotar el UseCase Definicion proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 36.

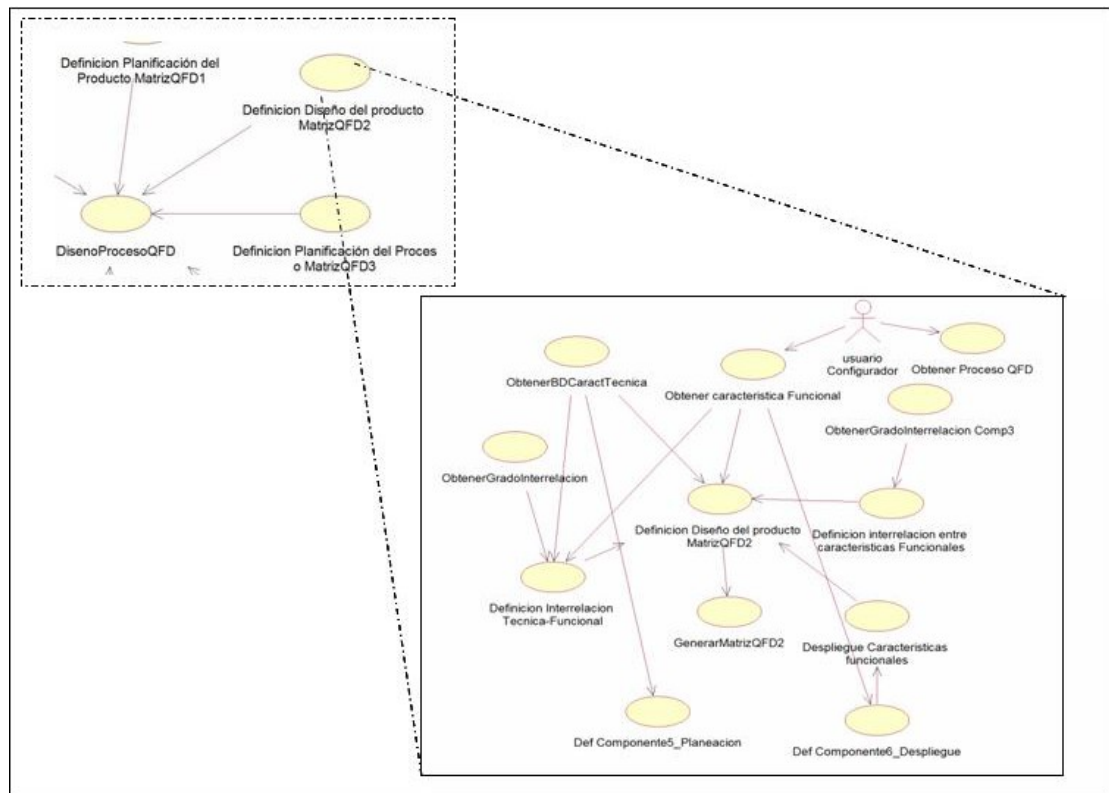


Figura 36. Use Case Diseño del producto MatrizQFD2.Fuente: Elaboración propia.

Obtener característica Funcional: Obtiene y registra en bd la característica funcional de una interfaz grafica por el usuario configurador.

Definicion interrelacion entre características Funcionales : Define el componente 5 para una matriz QFD 2.

GenerarMatrizQFD2: Toma de la definición de la matriz 2 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 2 se usa para comparar las características técnicas en la matriz 1 con los requerimientos detallados de

susbsistemas, componentes y sus tecnologías aplicadas asociadas., denominados características de los componentes.

Definicion Interrelacion Tecnica-Funcional: Define el componente 4 para una matriz qfd2

Definicion Diseño del producto MatrizQFD2:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar necesidades técnicas (incorporación componente 1).
- Identificar las componentes funcionales (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los requerimientos técnicos con los componentes funcionales y tecnológicos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar componentes funcionales y tecnológicos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Despliegue Caracteristicas funcionales: Se refiere a la conformación final del componente 6 en la matriz 2 del QFD.

FASE 4: Planificación del Proceso MatrizQFD3.

Se trata de la configuración de la tercera matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por las características funcionales y el componente 2 por las operaciones de los procesos asociados a cumplir con esas características. El useCase Planificación del Proceso MatrizQFD3 viene de explotar el useCase Definición Proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 37.

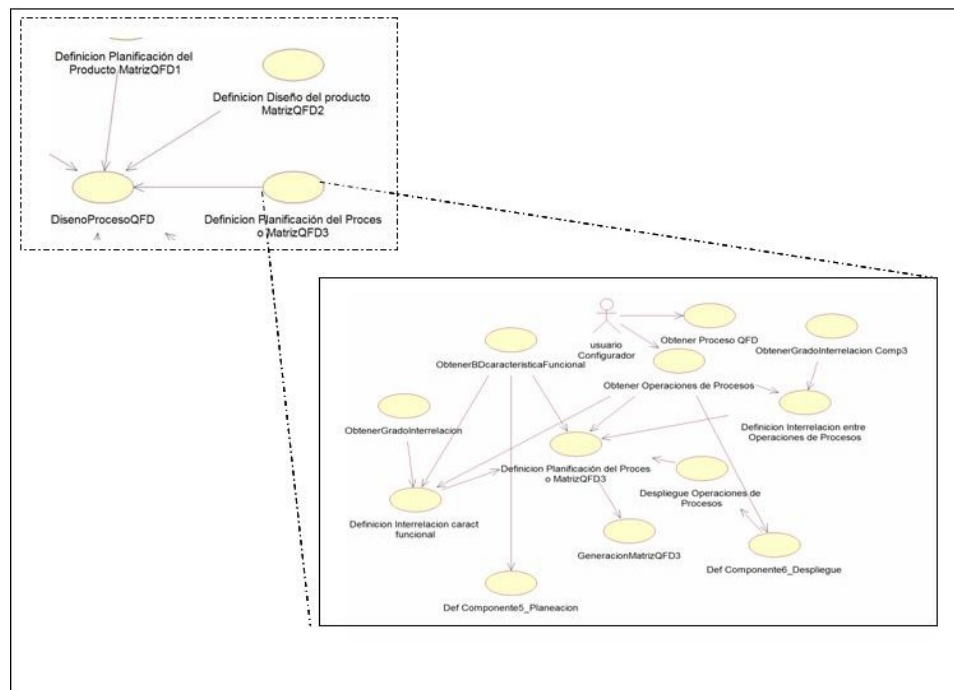


Figura 37. Use Case Planificación del Proceso MatrizQFD3.Fuente: Elaboración propia.

GeneracionMatrizQFD3: Toma de la definición de la matriz 3 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 3 se usa para comparar las

tecnologías aplicadas de la matriz 2 con sus procesos de manufactura o de producción asociados. La matriz ayuda a identificar variables críticas en los procesos de manufactura o de producción.

Definición Interrelacion entre Operaciones de Procesos: Definir el componente 3 de la matriz 3.

Definición Interrelacion caract funcional: Define componente 4 para una matriz qfd3.

Obtener Operaciones de Procesos: Obtiene las operaciones de procesos de manufactura o de producción en una interfaz grafica por el usuario configurador y registrarla en BD. Nótese el concepto de procesos de producción pueden obtenerse del modelo de SAPPOO <<8, Ppto. De Produccion>>, es decir, el módulo de **Fabricación(8)** o se pueden redefinir en un nuevo modelo.

Definición Planificación del Proceso MatrizQFD3:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las componentes funcionales (incorporación componente 1).
- Identificar las operaciones de los procesos de manufactura (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).

- Relacionar los componentes funcionales y tecnológicos con las operaciones de los procesos de manufactura o de producción (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar las operaciones de los procesos de manufactura a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

Despliegue Operaciones de Procesos: Se refiere a la conformación final del componente 6 en la matriz 3 del QFD

FASE 4: Planificación del control del proceso MatrizQFD4.

Se trata de la configuración de la cuarta matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por operaciones de los procesos y el componente 2 por los planes de la calidad que serán asociados a monitorear a esas operaciones. El useCase Planificación del control del proceso MatrizQFD4 viene de explotar el useCase Definición proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 38.

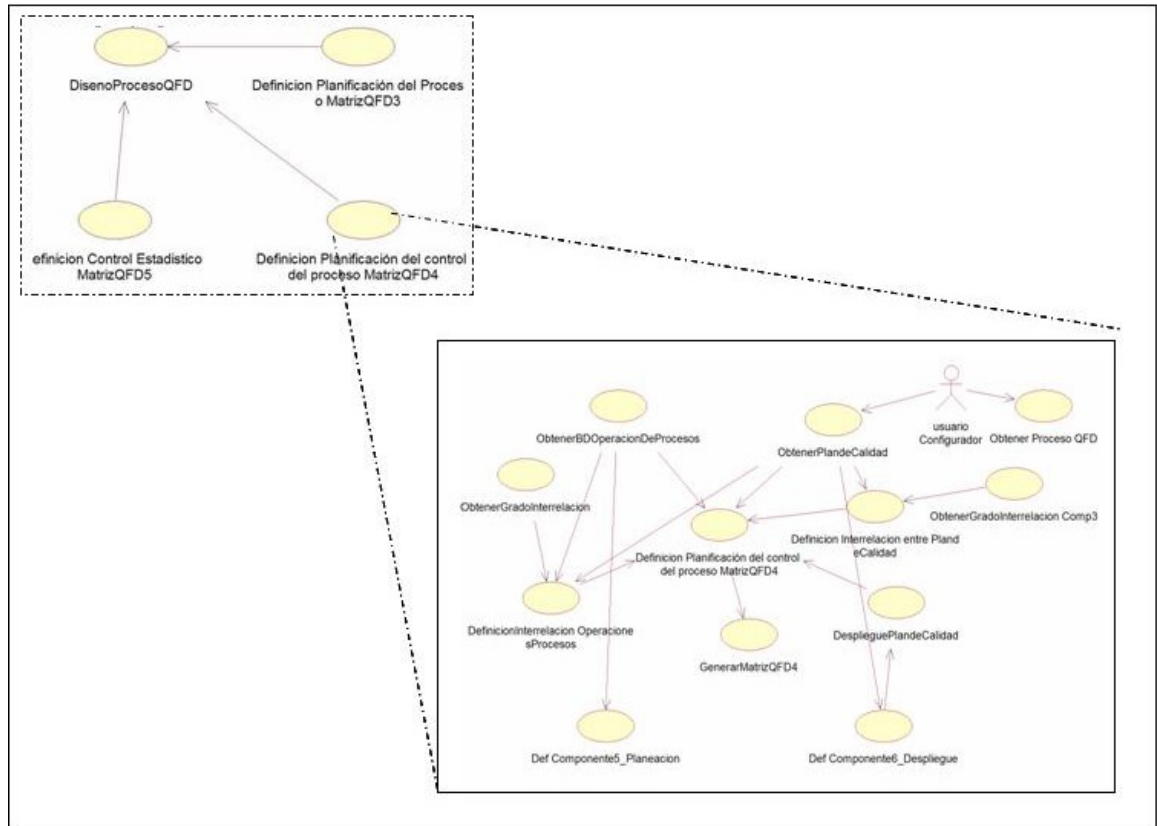


Figura 38. Use Case Planificación del control del proceso MatrizQFD4. Fuente: Elaboración propia.

GenerarMatrizQFD4: Toma de la definición de la matriz 4 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 4 se usa para comparar los procesos de manufactura de la matriz 3 con sus procesos de control de calidad asociados. Esta matriz produce la información necesaria para optimizar procesos. A través de la experimentación, se determina la confiabilidad y repetibilidad de los procesos.

Definicion Interrelacion entre PlandeCalidad: Interrelación definida en el componente 3 para una matriz4.

Definición Interrelación Operaciones Procesos: Define componente 4 para una matriz qfd4.

Obtener Plande Calidad: Obtiene el plan de calidad de una interfaz grafica por el usuario configurador y luego registralo en BD.

Definición Planificación del control del proceso MatrizQFD4:

Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar las operaciones de los procesos de manufactura (incorporación componente 1).
- Identificar los procesos de control de calidad (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar las operaciones de los procesos de manufactura con los procesos de control de calidad (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar as operaciones de los procesos de control de calidad a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6)

DesplieguePlandeCalidad: Se refiere a la conformación final del componente 6 en la matriz 4 del QFD.

FASE 4: Control Estadístico MatrizQFD5.

Se trata de la configuración de la quinta matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por los planes de la calidad y el componente 2 con los controles estadísticos de procesos que serán asociados a los planes de la calidad. El useCase Control Estadístico MatrizQFD5 viene de explotar el useCase Definición Proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 39.

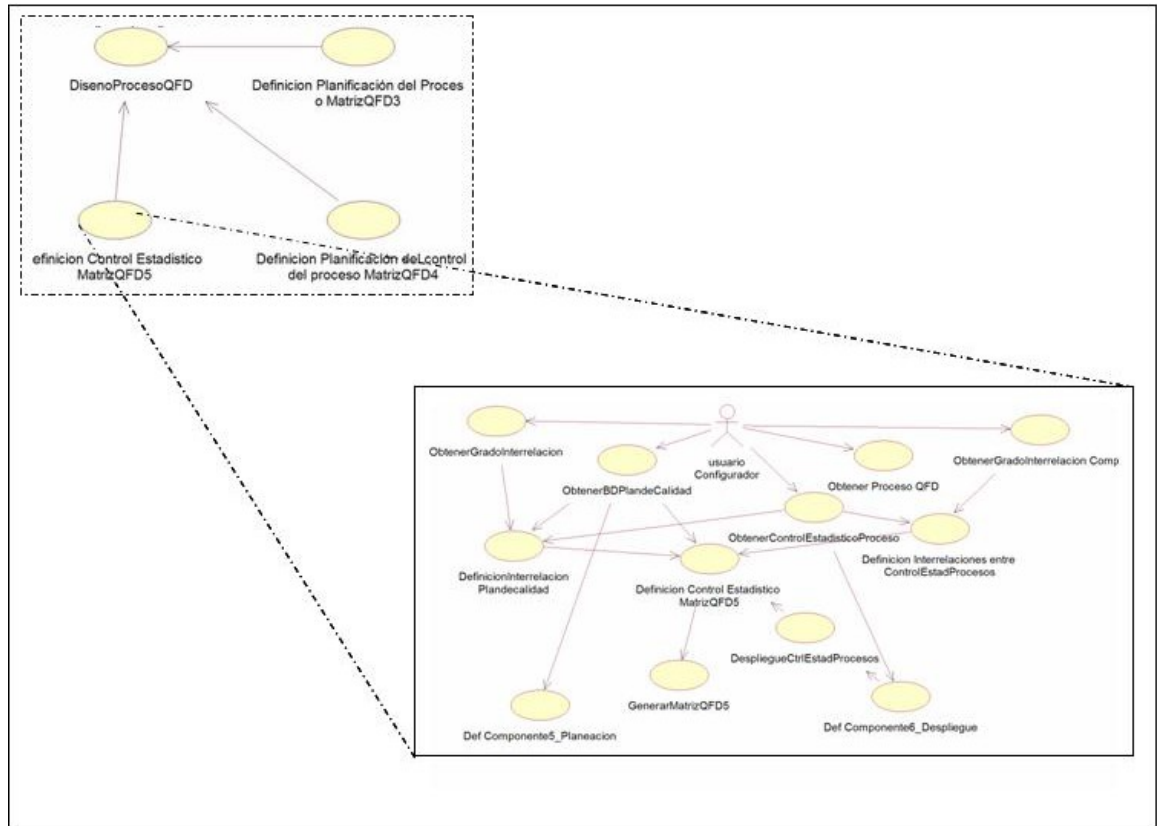


Figura 39. Use Case Control Estadístico MatrizQFD5. Fuente: Elaboración propia.

GenerarMatrizQFD5: Toma de la definición de la matriz 5 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 5 se usa para comparar los procesos de control de calidad con sus procesos de control estadístico del proceso. Esta matriz ayuda a garantizar que se están usando los parámetros y variables del proceso adecuados.

Definicion Interrelaciones entre ControlEstadProcesos: Interrelación que define el componente 3 de la matriz 5 del QFD.

DespliegueCtrlEstadProcesos: Se refiere a la conformación final del componente 6 en la matriz 5 del QFD.

Definicion Control Estadistico MatrizQFD5: Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar los procesos de control de calidad (incorporación componente 1).
- Identificar los procesos estadísticos (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos de realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los procesos de control de calidad con los procesos estadísticos (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- Evaluar las necesidades técnicas y desarrollar objetivos (incorporación componente 6).
- Seleccionar as operaciones de los procesos estadísticos a desplegar en el resto del proceso (incorporación del factor despliegue del componente 6).

DefinicionInterrelacionPlandecalidad: Define componente 4 para una matriz qfd5.

ObtenerControlEstadisticoProces: Obtiene los procesos de control estadístico de una interfaz grafica por el usuario configurador.

FASE 4: EvaluacionEstadistica MatrizQFD6

Se trata de la configuración de la sexta matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por los controles estadísticos de procesos y el componente 2 con las características técnicas directamente, en vez de los requerimientos del cliente. Esta modificación se realiza de tal manera de unir, a nivel de procesos de la industria, los conceptos definidos por el QFD y la aplicación correcta y eficiente de los métodos estadísticos a utilizar. El useCase EvaluacionEstadistica MatrizQFD6 viene de explotar el useCase Definicion Proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la figura 40.

GenerarMatrizQFD6: Toma de la definición de la matriz 6 del QFD y la incorpora en la base de datos. La matriz 6 se usa para comparar los parámetros del control estadístico del proceso con las especificaciones que se han desarrollado para el producto terminado. En este punto, se hacen ajustes para garantizar que el producto producido es el producto que quiere el cliente.

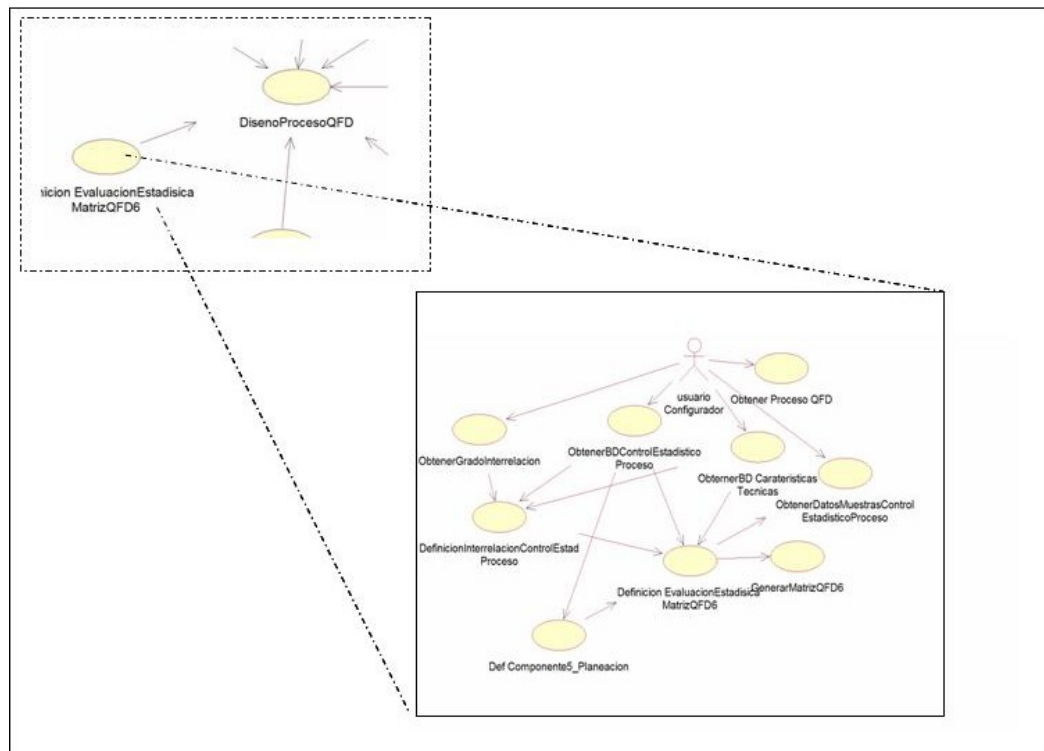


Figura 40. Use Case EvaluacionEstadistica MatrizQFD6.Fuente: Elaboración propia.

DefinicionInterrelacionControlEstadProceso: Define componente 4 para una matriz QFD6.

ObtenerDatosMuestrasControlEstadisticoProceso: obtener las características técnicas de la matriz QFD6 ya registrada desde la matriz1 y 2. Puede ser similar al useCase ObtenerBDCaractTecnica.

Definicion EvaluacionEstadistica MatrizQFD6 : Esta construcción está constituida por seis pasos básicos:

- Identificar los procesos estadísticos (incorporación componente 1).
- Obtener las características técnicas del producto de ese proceso qfd (incorporación componente 2).
- Determinar las interrelaciones relevantes ("tradeoffs") entre las características o elementos realización (incorporación componente 3).
- Relacionar los procesos estadísticos con las características técnicas del producto (incorporación componente 4).
- Construcción de la submatriz de planeación (incorporación componente 5).
- El componente 6 no se ejecuta ya que sería la misma de la matriz 1 donde las características técnicas del producto fungieron como componente 2. Esta es una modificación a la teoría ya que según esta no sería las características técnicas del producto sino los requerimientos del cliente, sin embargo para incorporar los métodos estadísticos de control de calidad se debe trabajar resultados del producto vrs. características técnicas que son la base del diseño del producto.

FASE 5: Def Componente 5

Este usecase describe el proceso para escoger cada elemento del componente 1 de la matriz en cuestión (es utilizado en la construcción de todas las 6 matrices) y asociarle una planificación en cuanto a su importancia para la organización y su evaluación sobre la competencia. Ver figura 41:

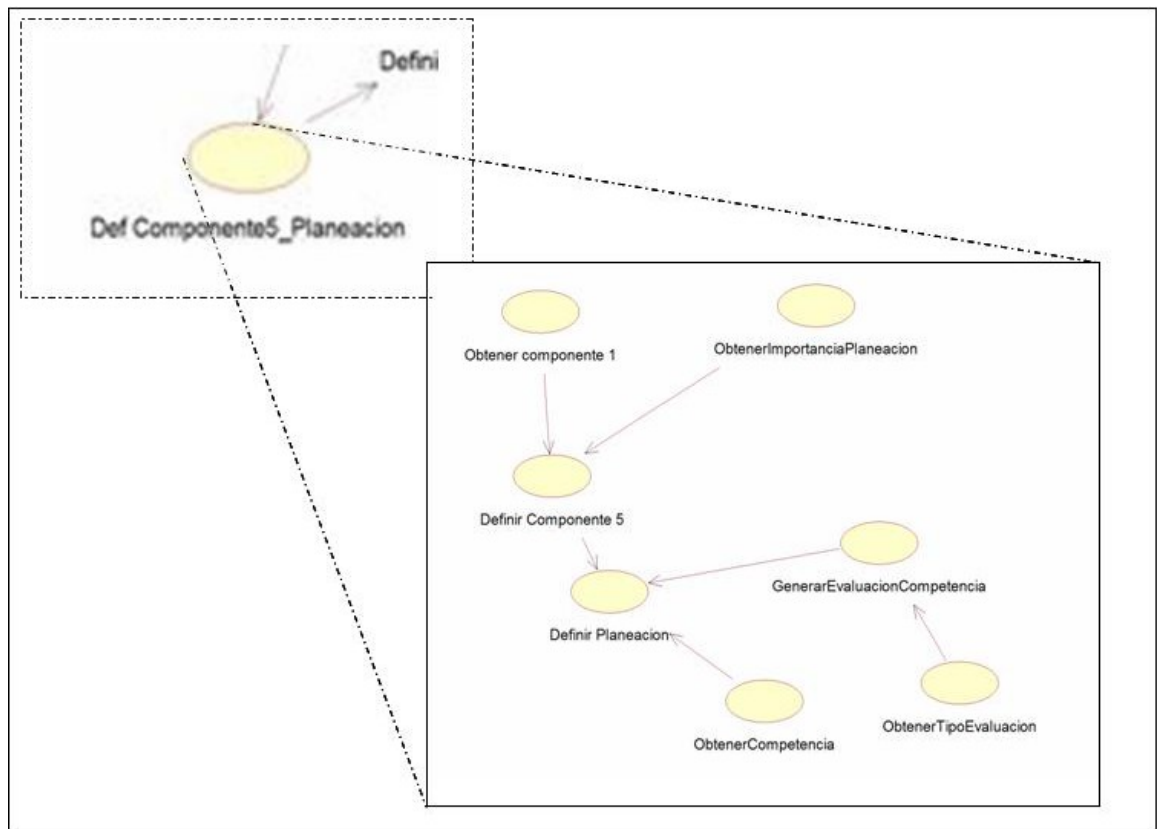


Figura 41. Use Case Def Componente5. Fuente: Elaboración propia.

Obtener componente 1: Obtener el componente 1 de la matriz a estructurar la submatriz de planeación o también llamado componente5.

ObtenerImportanciaPlaneacion: obtener de base de datos la importancia que se tiene para cada elemento del componente 1 en planeación.

Definir Componente 5: Definir la estructura del componente 5 de esa matriz.

Definir Planeacion: Generacion final e inserción en base de datos del componente 5 como la submatriz de planeación.

GenerarEvaluacionCompetencia: Definir evaluación de la competencia del componente5.

FASE 5: Def Componente6 Despliegue

Este usecase describe el proceso para escoger cada elemento del componente 2 de la matriz en cuestión (es utilizado en la construcción de solo las 5 primeras matrices) y asociarle un despliegue en cuanto a sus objetivos, despliegues y su evaluación sobre la competencia. Ver figura 42.

ObtenerComponente2: Obtener el componente 2 de la matriz a estructurar la submatriz componente6.

ObtenerObjetivos: Obtener los objetivos de la organización que el elemento del componente 2 tenga asociado.

ObtenerDespliegue: Obtener el despliegue de la organización que se espera cumpla el elemento del componente 2 que tenga asociado.

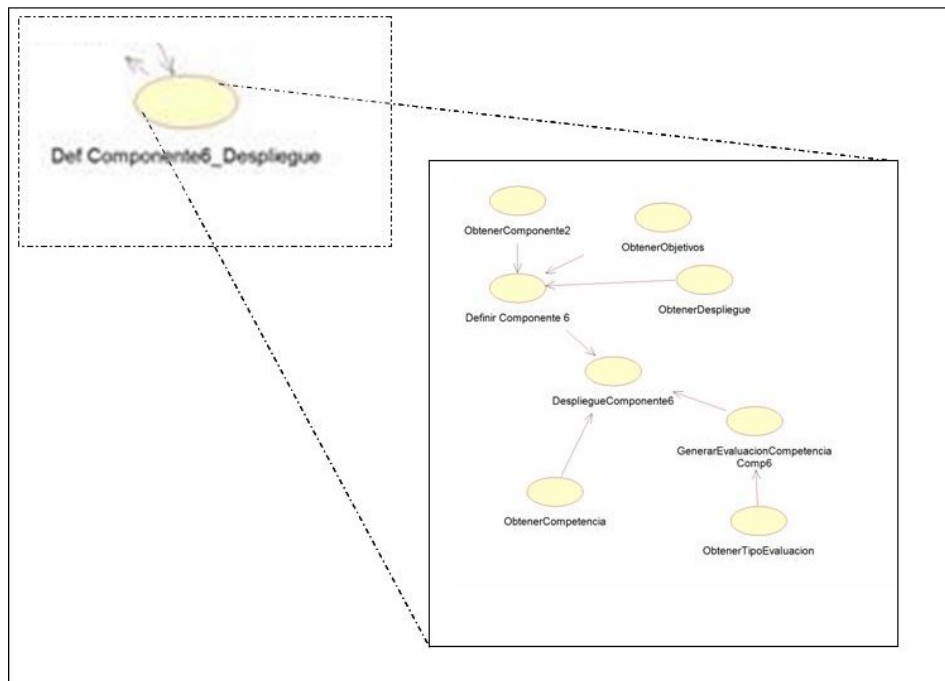


Figura 42. Use Case Def Componente6_Despliegue.Fuente: Elaboración propia.

Definir Componente 6: definir la estructura base del componente 6.

DespliegueComponente6: Generación final e inserción en base de datos del despliegue del componente6.

GenerarEvaluacionCompetenciaComp6: la evaluación de competencia del componente6

FASE 3: Evaluación estadístico de la calidad de un proceso QFD.

En este diagrama de useCase se describe dos grandes procesos unidos, ya que la generación de gráficos de control depende de la previa preparación de la data a trabajar mediante dos importantes procesos: ServicioDatosTransformación y el de GenerarDataProcesoControl. De estos dos procesos, el primero es la clave de cómo fusionar las características técnicas descritas en el QFD y de los datos provistos por los mecanismo de recolección de datos de los procesos de control de la calidad para generar data estandarizada en una base de datos que pueda ser manipulada para cualquier mecanismo estadístico de control de la calidad, en este caso los gráficos de control. Ver figura 43.

MostrarGraficoEvaluacionEstadistica: Mostrar mediante una interfaz grafica los gráficos según una selección de ellos.

GeneracionConformidad: Indicar si se tienen o no conformidad.

GenerarResultadoProcesoEstadistico: Registrar en BD los resultados del proceso estadístico.

EvaluacionEstadistica: Observar el comportamiento del proceso de acuerdo con la gráfica y sacar conclusiones.

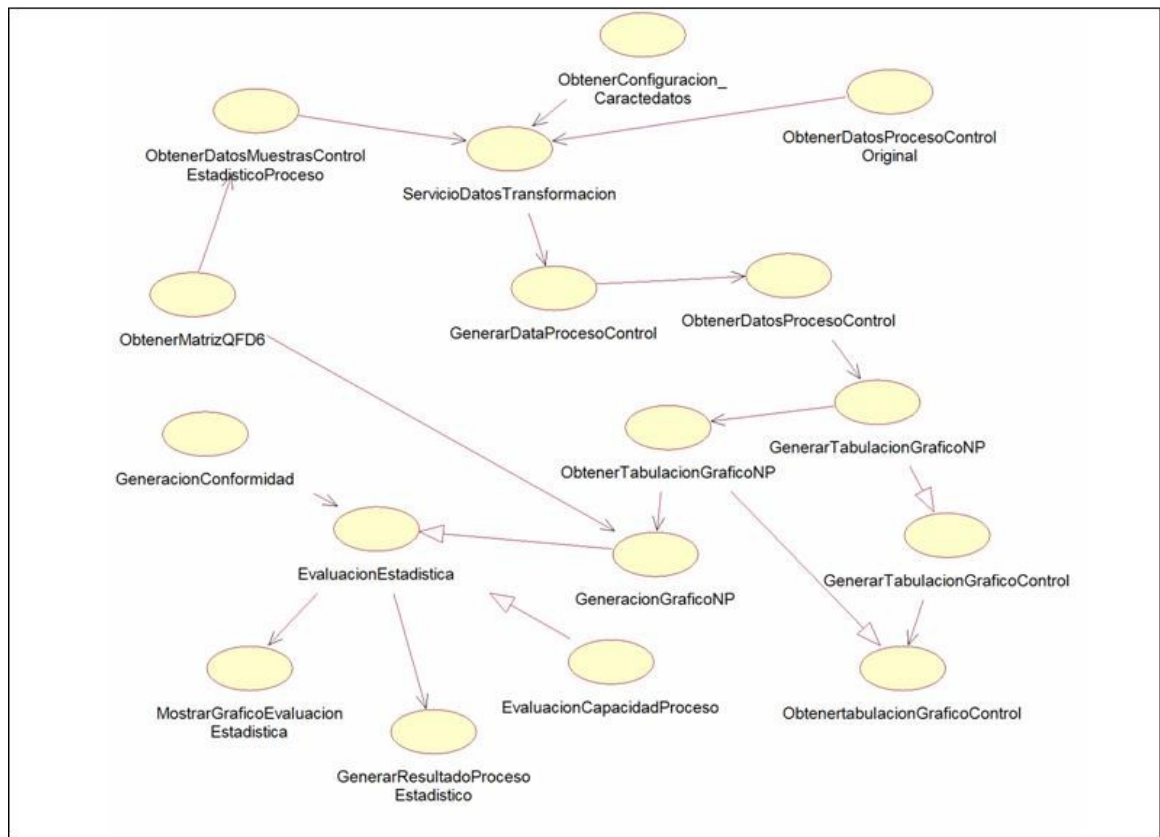


Figura 43. Use case Evaluación estadística de la calidad. Fuente: Elaboración propia.

ObtenerConfiguracion_Caractedatos: Obtener los metadatos que define la características técnicas en un formato de datos crudo que provenga de los procesos de control estadístico.

ObtenerDatosProcesoControlOriginal: datos crudo que provienen de los procesos de control estadístico y donde se tomaran las muestras a evaluar.

Generar Tabulación Gráfico NP: Registrar datos de la muestra para la generación del gráfico NP en base de datos.

1. Definir la característica de calidad (atributo) que se desea analizar.
2. Controlar las condiciones del proceso. Eliminar todas las variables asignables o atribuibles del proceso.
3. Tomar un número K de muestras. Las muestras deben ser de tamaño constante, es decir todas las muestras son del mismo tamaño. El número de muestras no debe ser menor a 20, y cada muestra debe tener por lo menos 50 elementos.

Evaluación Capacidad Proceso: calcular la capacidad de un proceso:

4. Calcular la Media y de la desviación estándar del proceso.
5. Calcular los límites del proceso. Calcular la distribución normal y la capacidad del proceso
6. Se comparan los datos obtenidos del proceso con las especificaciones dadas

Obtener tabulación Gráfico Control: Obtener la tabulación necesaria de los datos de la muestra para la generación del gráfico de control en base de datos.

Generar Tabulación Gráfico Control:

Definir Límite Inferior de Especificaciones (LIE) Límite Superior de Especificaciones (LSE)

1. Determinar la característica de calidad.

2. Controlar el proceso. Eliminar todas las variables asignables o atribuibles del proceso.

3. Tomar muestras del proceso. Las muestras no deben ser menores de 50 y mínimo con 250 elementos por cada una de ellas.

Registrar datos de la muestra para la generación del grafico de control en base de datos.

ServicioDatosTransformacion: Transformación de los datos crudos en datos estandarizados para poder ser llenados en estructura de base de datos.

ObtenerDatosProcesoControl: obtener los datos transformados de las muestras desde la base de datos y que transformarlos en datos manejables para un proceso estadístico.

Este proceso se describe en la operación TransformacionDatosNP de la clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO (clase que se mostrará posteriormente) y es la operación que transforma los datos de un atributo CARACTE_DATOS_X de la clase DATA_PROCESO_CONTROL_CALIDAD y los coloca en el atributo RESULTADOX de la clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO y cuyo algoritmo se describe así:

Como es el caso de un NP de defectuosos o no defectuosos, lo que se indica es que si el valor en CARACTE_DATOS_X cumple lo especificado en su correspondiente característica técnica de producto encontrada

mediante un metadato en la clase CONFIGURACION_CARACTE_DATOS entonces se coloca en RESULTADOX el valor de 1 y sino la cumple entonces el valor es 0, donde X va del 1 al 10 según corresponda.

GenerarDataProcesoControl: Insertar los datos transformados por **ServicioDatosTransformacio** de las muestras en base de datos.

ObtenerDatosMuestrasControlEstadisticoProceso: obtener las características técnicas de la matriz QFD6

ObtenerTabulacionGraficoNP: Obtener la tabulación necesaria de los datos de la muestra para la generación del grafico NP en base de datos.

GeneracionGraficoNP:

1. Obtener datos de tabulación.
2. Cálculo de la Media (promedio) del número de artículos defectuosos de todas las muestras.
3. Cálculo de los Límites de Control del Proceso. Dado que se está realizando el análisis de los atributos (se tiene o no se tiene) se utiliza una distribución binomial para calcular los límites de control. Los cuales están dados por: Límite superior de Control (LSC), Límite Central de Control (LCC) y límite Inferior de Control (LIC).
4. Graficar. A continuación se realiza la gráfica, en la cual se marcan los límites de control y en relación a ellos se grafica el número de defectuosos de cada una de las muestras.

5. Comparar el proceso con los límites de especificaciones.

ObtenerMatrizQFD6 : Obtener de la base de datos la matriz QFD6.

MODELO DE CLASES

El modelo de clases en UML se muestra mediante un diagrama de clases. Este diagrama modela los objetos que conforman e interactúan en el sistema. Para este diseño solo se tomará lo que a objetos de datos se refiera. El diagrama de clases de este sistema es llamado EVALUACIÓN DE LA CALIDAD, y se muestra en su forma más global en la figura 44. Para describir con más exactitud el modelo se presenta mediante submodelos según la agrupación de concepto más idónea.

SubModelos de clases:

A. **Modelo de clientes y requerimiento de clientes:** Incluye la relación con el cliente y los requerimientos que solicita:

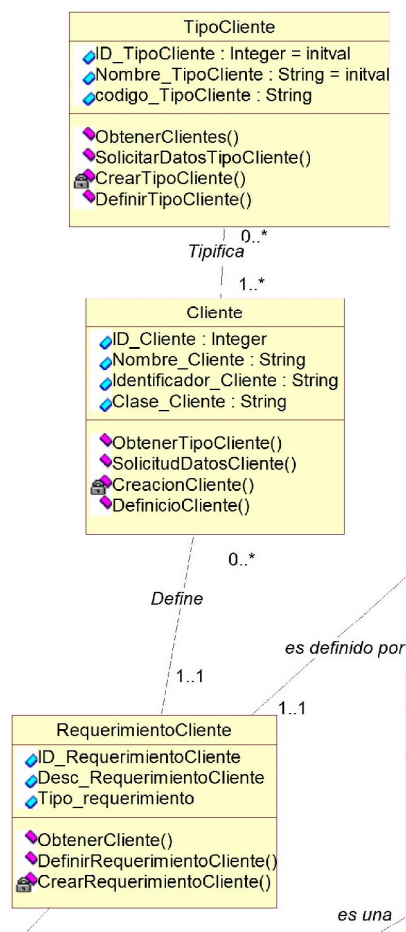


Figura 45. Modelo de clientes y requerimiento de clientes. .Fuente:
Elaboración propia.

TipoCliente:

Tipificación del cliente en usuario final, comprador o vendedor o aquel tipo que defina algún tipo de uso del producto.

Cliente:

Aquella persona que define los requerimientos que desea para la definición y caracterización de un producto.

Tanto la clase TipoCliente y la clase Cliente contiene información que debe venir del modulo Clientes (1) <<1, Información de mercadeo>>, del modelo MM de Procesos de SAPPOO, por medio de una copia o de snapshots. También se puede tomar esta clase como un objeto nuevo e independizarlo de SAPPOO.

RequerimientoCliente:

Requerimientos del cliente definido como la Voz del cliente.

B. ***Modelo de producto y sus características:*** Incluye la relación con el producto, su tipología y los características que lo definen:

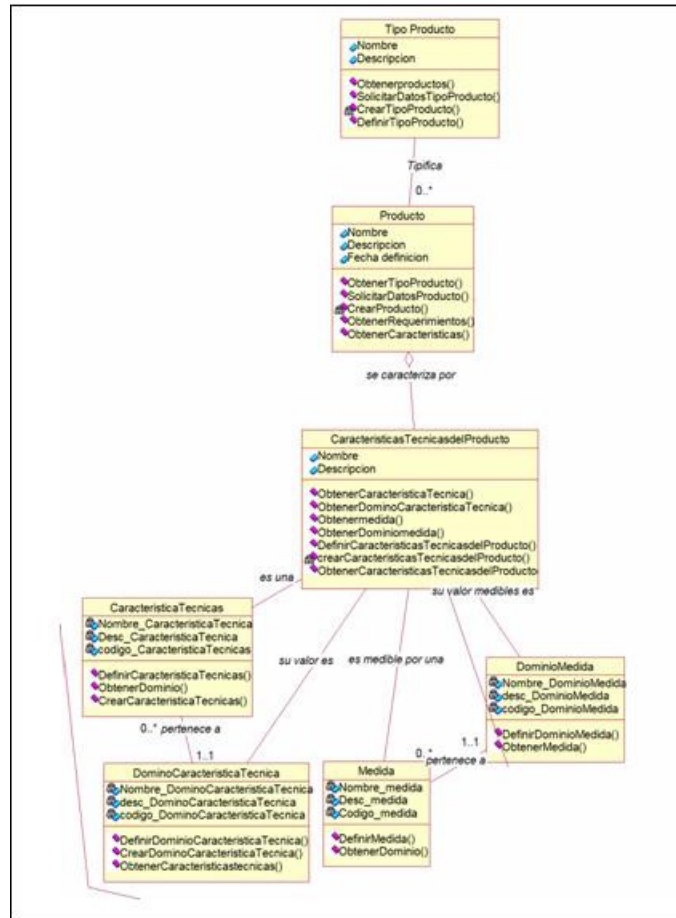


Figura 46. Modelo de producto y sus características. .Fuente: Elaboración propia.

Producto

Producto al que se le define un proceso QFD

Tipo Producto

Tipo del producto que se va a definir en el QFD.

Tanto la clase TipoProducto y la clase Producto contiene información que debe venir del modulo MM de procesos SAPP <<Process>>, que es el modulo central del modelo MM de Procesos de SAPPOO, por medio de una copia o de snapshots. También se puede tomar esta clase como un objeto nuevo e independizarlo de SAPPOO.

CaracteristicasTecnicasdelProducto

Características técnicas, funcionales y medibles de los requerimientos de los clientes de un producto.

Medida

Es la unidad de medida que puede caracterizar una característica técnica de producto.

DominioMedida

Es el dominio o rango de valores que puede tener una medida.

CaracteristicaTecnicas

Características generales que definen las características técnicas de un producto

DominoCaracteristicaTecnica

Es el dominio o rango de Valor es que puede tener una Característica técnica.

C. **SubModelo de Proceso QFD y MatrizQFD**: Indica la estructura de un proceso QFD y las matrices que lo conforman. La estructura de una matriz (que esta compuesta por 6 componentes) es igual para cada una de las seis matrices que componente un proceso QFD.

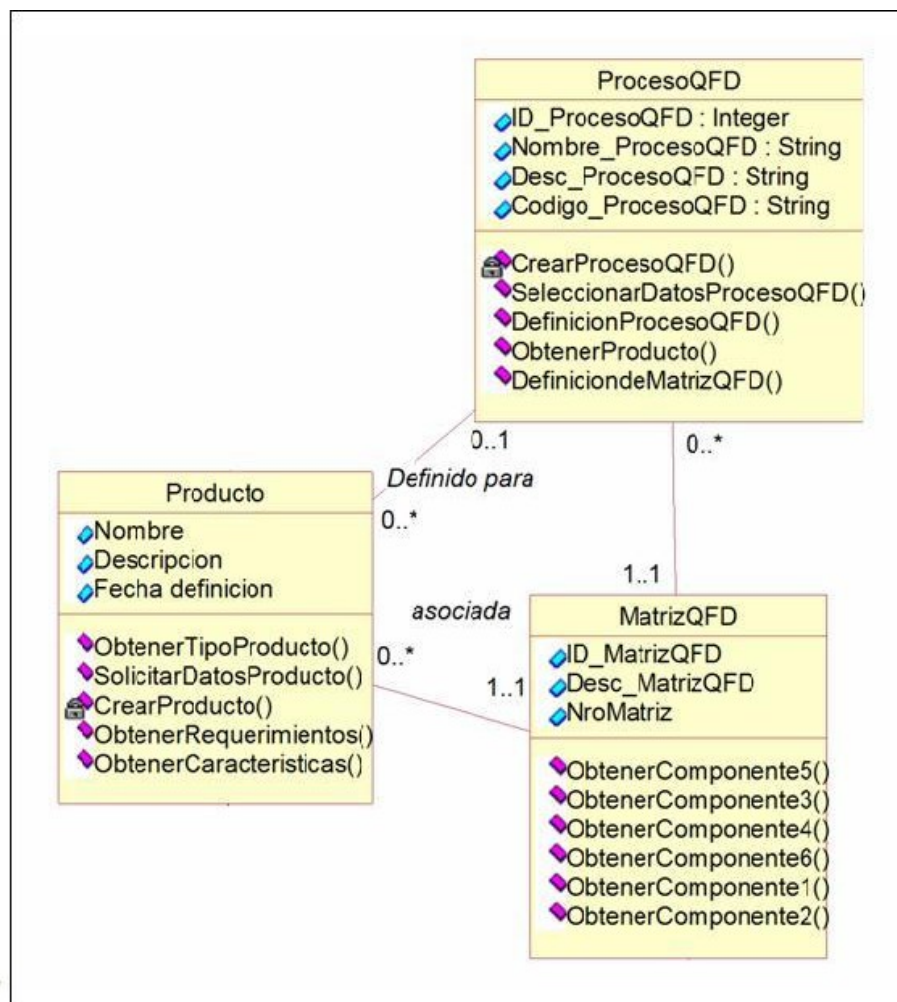


Figura 47. SubModelo de Proceso QFD y MatrizQFD. Fuente: Elaboración propia.

ProcesoQFD

Representa el proceso QFD aplicado a un producto

MatrizQFD

Representa la matriz del proceso QFD que se esta definiendo. Estas son:

La matriz 1 se usa para comparar los requerimientos del cliente con las características técnicas del producto. Todas las otras matrices se originan de esta primera matriz. También llamada matriz de Planificación del Producto.

La matriz 2 se usa para comparar las características técnicas en la matriz 1 con los requerimientos detallados de subsistemas, componentes y sus tecnologías aplicadas asociadas, denominados características de los componentes. También llamada matriz de Diseño del producto

La matriz 3 se usa para comparar las tecnologías aplicadas de la matriz 2 con sus procesos de manufactura asociados. La matriz ayuda a identificar variables críticas en los procesos de manufactura. También llamada matriz de Planificación del Proceso

La matriz 4 se usa para comparar los procesos de manufactura de la matriz 3 con sus procesos de control de calidad asociados. Esta matriz produce la información necesaria para optimizar procesos. A través de la experimentación, se determina la confiabilidad y repetibilidad de los procesos. También llamada matriz de Planificación del control del proceso

La matriz 5 se usa para comparar los procesos de control de calidad con sus procesos de control estadístico del proceso. Esta matriz ayuda a garantizar que se están usando los parámetros y variables del proceso adecuados.

La matriz 6 se usa para comparar los parámetros del control estadístico del proceso con las especificaciones que se han desarrollado para el producto terminado. En este punto, se hacen ajustes para garantizar que el producto producido es el producto que quiere el cliente.

D. **SubModelo de Componente 1 y Componente 2:** El componente 1 y el 2 son las bases de la matriz QFD. El componente 2 de una matriz QFD de tipo $=i$ pasa a tomar el rol componente 1 el matriz QFD siguiente de tipo $=i+1$.

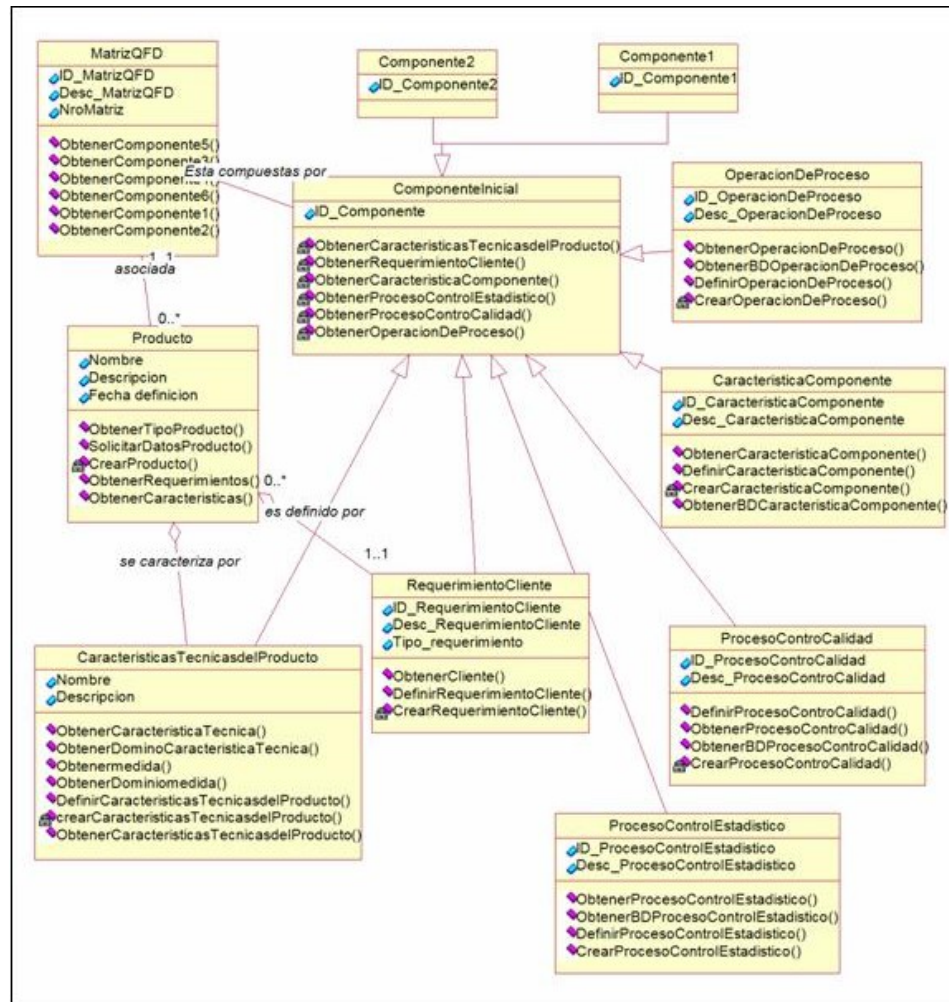


Figura 48. SubModelo de Componente 1 y Componente2 .Fuente: Elaboración propia.

ComponenteInicial

Es el componente inicial de una matriz QFD definiéndose como una superClase sobre un componente 1 o un componente2. También se convierte en una clasificación que agrupa de forma disjunta y total las siguientes clases:

RequerimientoCliente, CaracteristicasTecnicasdelProducto, CaracteristicasComponente, OperaciondeProceso, ProcesoControlCalidad y ProcesoControlEstadistico.

Componente1

La pared de la casa en el costado izquierdo, que dependiendo de la matriz QFD que se esté desarrollando, son aquellos ítems de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 2 y de las cuales se obtienen las relaciones entre la correlación, y la aplicación de la matriz de planeación mediante el componente 5.

En el caso de la matriz 1: es la entrada o input de los requerimientos del cliente. Esta es la etapa en el proceso en la que se determinan los requerimientos del cliente relacionados con el producto. Posteriormente se explicaran métodos para recoger el input de los clientes.

En el caso de la matriz 2: esta conformada por los requerimientos técnicos, previamente relacionados en la matriz 1 que ahora en esta matriz estarán relacionados con las características de los componentes.

Componente2

Componente 2: Este es el techo interior de la casa. Dependiendo de la matriz QFD que se esté desarrollando, son aquellos ítems de los cuales se correlacionan con los ítems que conforman el componente 1, de las cuales se obtienen las relaciones de prioridad, a los cuales se le aplica el componente 3, obteniendo relaciones de prioridad entre esos mismos

ítems y donde también se le aplica el componente 6 donde se aplica una evaluación con la competencia, se definen los objetivos y su despliegue.

CaracterísticaComponente

Características de manufactura y tecnológicas en el proceso de producción de un producto o también llamadas funcionales.

OperacionDeProceso

Operaciones del proceso de producción del producto al que se le aplica QFD.

ProcesoControlCalidad

Define los procesos de control de calidad del proceso de producción de un producto.

ProcesoControlEstadistico

Procesos de control estadístico que se define sobre los procesos de control de calidad de las operaciones de producción que generan el producto al que se le aplica QFD.

E. ***SubModelo del Componente 3***: La interrelación definida en el componente 3 para el componente 2 es igual en la seis matrices, solo cambia la clasificación que tenga en el tipo de matriz el componente2.

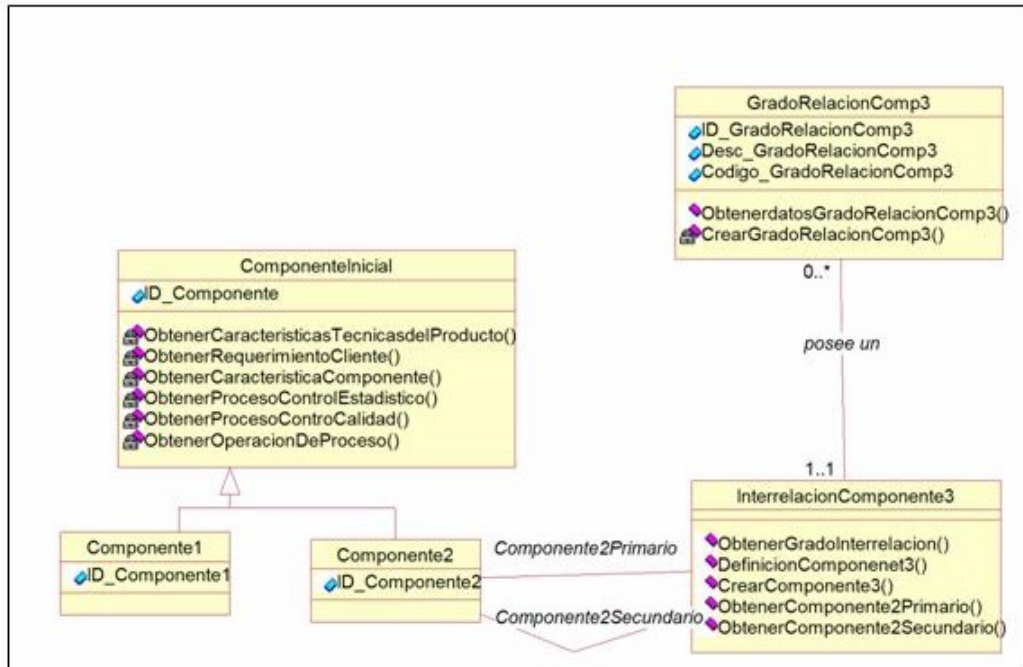


Figura 49. Diagrama de Clases SubModelo del Componente 3.Fuente:
Elaboración propia.

InterrelacionComponente3

Componente 3: El techo exterior de la casa, es donde se identifican las relaciones de intercambio (trade-offs) entre los ítems del componente 2. Es la Matriz del techo, que indicada con líneas cruzadas, cuantifica las interrelaciones físicas entre los atributos del diseño.

GradoRelacionComp3

Define los "pesos de funciones" que tiene las interrelaciones de los componentes2.

Se suelen emplear símbolos para identificar la diferente intensidad de dichas relaciones (p.ej.: fuerte: círculo relleno, al que se asignarían 9 pts, media: círculo vacío, con 3 pts, baja: triángulo vacío con 1 pto.).

F. **SubModelo del Componente 4:** La interrelación definida entre el componente 2 y 1 mediante el componente 4 es igual en la seis matrices, solo cambia la clasificación que tenga en el tipo de matriz el componente 2 y 1.

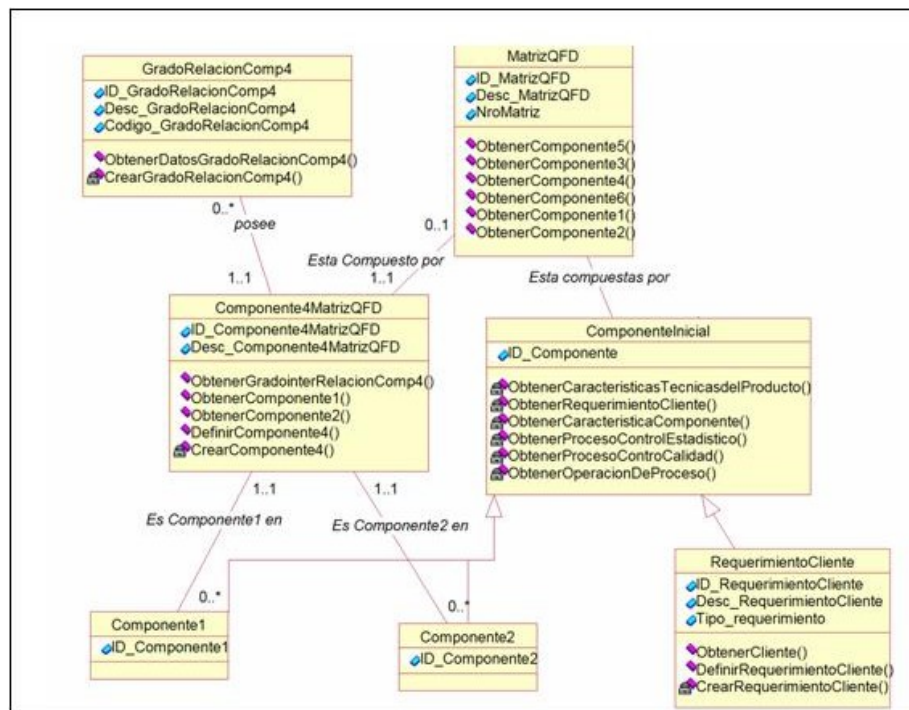


Figura 50. Diagrama de Clases SubModelo del Componente 4.Fuente:
Elaboración propia.

Componente4MatrizQFD

Componente 4: El centro de la casa donde se estructura las relaciones de prioridad entre los ítems del componente 1 y 2. En el caso de la matriz 1: es donde se convierten los requisitos del cliente en términos o expresiones de manufactura.

GradoRelacionComp4

Define los "pesos de funciones" de las interrelaciones entre el componente 1 y el componente 2. Hay que tener en cuenta que esta "Ponderación" constituye la base para evaluar luego los pesos relativos de las "exigencias técnicas" o de las partes y componentes, o de los procesos de producción.

Se suelen emplear símbolos para identificar la diferente intensidad de dichas relaciones (p.ej.: fuerte: círculo relleno, al que se asignarían 9 ptos, media: círculo vacío, con 3 ptos, baja: triángulo vacío con 1 pto.). La ventaja de emplear estas cifras es poder discriminar mejor entre relaciones importantes y menos relevantes. Además, al efectuar el cálculo de pesos de las características los diferenciará de forma más clara

G. **SubModelo del Componente 5:** La matriz de planificación definida en el componente 5 para el componente 1 es igual en las seis matrices, solo cambia la clasificación que tenga en el tipo de matriz el componente 1.

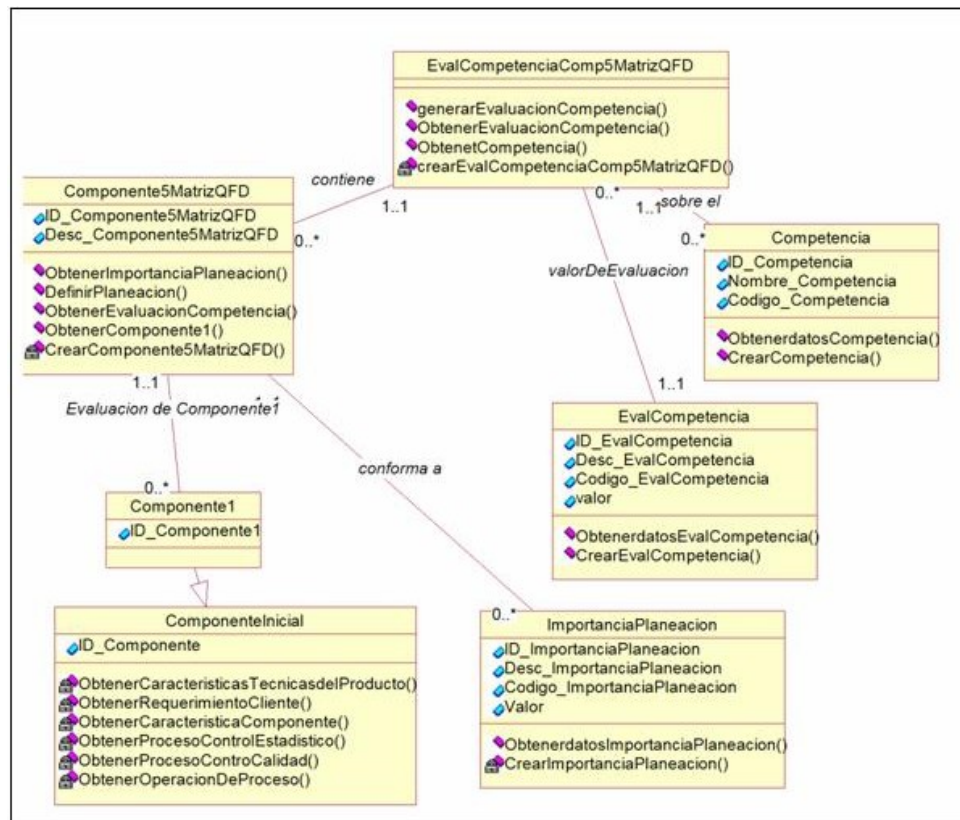


Figura 51. Diagrama de Clases SubModelo del Componente 5.Fuente:
Elaboración propia.

Componente5MatrizQFD

Componente 5: La pared derecha de la casa, es la matriz de planeación, Este es el componente más ampliamente asociado con QFD. La matriz de planeación es el componente que se usa para traducir los ítems del componente 1 en planes para satisfacer o sobrepasar esos requerimientos.

Valores objetivos. Esta permite vincular con la visión estratégica de la empresa e indica cuáles son las prioridades del proceso de diseño.

Punto de ventas: dados los valores objetivos entonces se puede señalar que necesidad de cliente se convierten en puntos clave de venta y la base de la formulación de estrategias de promoción.

ImportanciaPlaneacion

Clasificación de la importancia para el cliente, que representa las áreas de interés más importantes y son las expectativas más elevadas expresadas por el cliente

EvalCompetencia

Clasificación de la competencia o evaluación competitiva resalta los puntos fuertes y débiles absolutos de los productos de la competencia

Competencia

Aquellas empresas o productos de otras empresas que se definen como competencia de la organización.

EvalCompetenciaComp5MatrizQFD

Clasificación de la competencia o evaluación competitiva resalta los puntos fuertes y débiles absolutos de los productos de la competencia

H. ***SubModelo del Componente 6***: La matriz de despliegue definida en el componente 6 para el componente 2 es igual en la seis matrices, solo cambia la clasificación que tenga en el tipo de matriz el componente2.

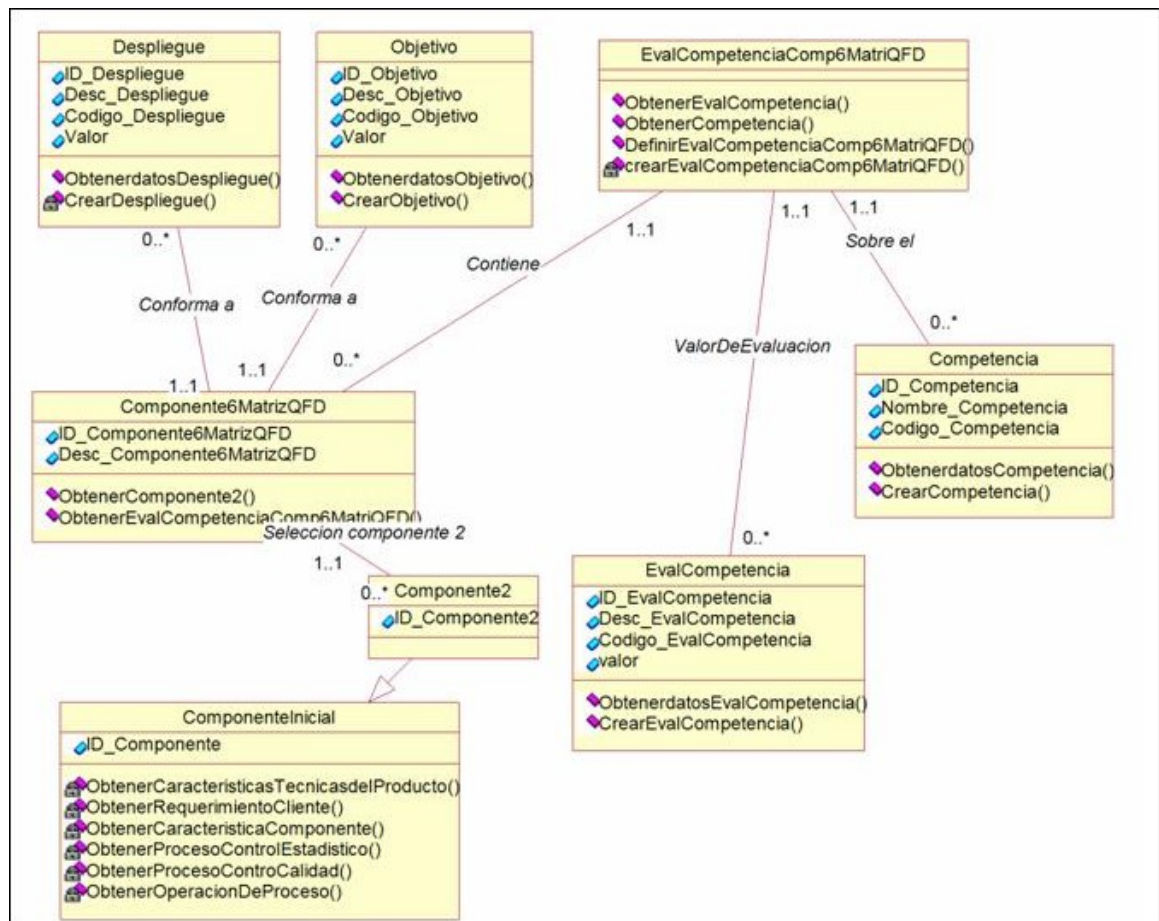


Figura 52. Diagrama de Clases SubModelo del Componente 6.Fuente:
Elaboración propia.

Componente6MatrizQFD

Componente 6: El fondo o base de la casa, es donde se jerarquizan los requisitos del proceso que son críticos. La cuál requisito de manufactura es más importante en términos de satisfacer o sobrepasar los requisitos del cliente? Lo es el siguiente, y así sucesivamente? Cada requerimiento

jerarquizado del proceso recibe una puntuación que representa su nivel de dificultad o que tan difícil es lograrlo.

EvalCompetenciaComp6MatriQFD

Evaluación de la competencia: Se realiza pruebas internas que a continuación se traduce en términos medibles. Se sitúan perfiles y grados de competitividad técnica ("technical competitive Benchmarking"), es decir, sobre el propio nivel de respuesta concreta a tales exigencias, Valor es-objetivo ("target value") a conseguir técnicamente.

Objetivo

Definición y desarrollo de objetivos: Con base a las calificaciones de importancia del cliente y los puntos débiles y fuertes existentes del producto, se definen objetivos para cada una de las necesidades técnicas.

Despliegue

Se identifican los requerimientos técnicos que tienen una relación ponderosa con las necesidades del cliente, tienen un desempeño pobre en la competencia, o son puntos fuertes de venta. Estas características tienen la prioridad más elevada y necesitan "difundirse" en el resto del diseño y de los procesos de producción, para mantener una respuesta a la voz del cliente

I. *SubModelo de la evaluación estadística.*

Contiene los elementos necesarios para procesar la data extraída de los procesos de medición y recolección de datos del sistema de control de la calidad aplicada a los procesos de producción, y que esta sea transformada en datos estandarizados que puedan ser leídos por los procesos de transformación estadística y así lograr su graficación.

CONFIGURACION_CARACTE_DATOS

Metadato que permite identificar de los archivos de datos provenientes de los procesos de control, las características a registrar en la tabla **DATA_PROCESO_CONTROL_CALIDAD** que resulta de la transformación de la data.

DATA_PROCESO_CONTROL_CALIDAD

Resultado de la captura y transformación de la data de muestras generada por la recolección de datos de los procesos de control. Esta estructura es utilizada en el proceso ***ServicioDatosTransformacion***.

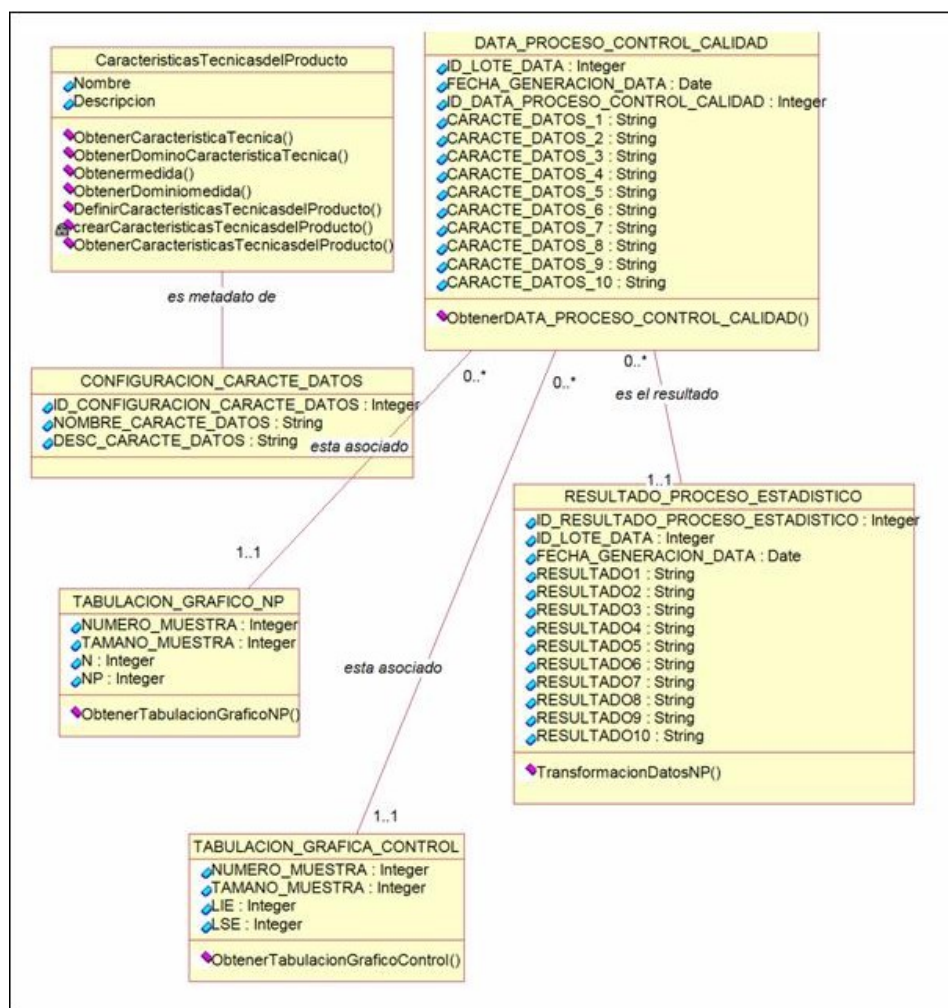


Figura 53. Diagrama de Clases SubModelo de la evaluación estadística. Fuente: Elaboración propia.

RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO

Resultado de transformar la data de un campo de DATA_PROCESO_CONTROL_CALIDAD y colocarlo en el campo cuya numeración corresponda en RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.

Esta transformación se describe en la operación transformaciondatosNP y es la conocida en los Usescases como ***ObtenerDatosProcesoControl***.

TABULACION_GRAFICA_CONTROL

Datos necesarios para el cálculo de los límites de control, en las gráficas por variables

TABULACION_GRAFICO_NP

Datos tabulados para el cálculo del gráfico np que sirve para detectar la fracción de artículos defectuosos cuando se están analizando variables por atributos, nos proporcionará la fracción o porcentaje de artículos defectuosos en la población que se encuentra bajo estudio

MODELO DINAMICO

En este sistema no se detectó la necesidad de modelar el dinamismo de los datos.

4.3 Incorporación del método estadístico.

Para la incorporación del método estadístico se modelaron tres grandes procesos:

- La incorporación de la data que proviene de los sistemas de captura y medición del sistema de control de la calidad de la organización sobre los procesos de producción, llamado ServicioDatosTransformación, utilizando el metadato presentado en la clase CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.

- La conversión a data útil para los procesos estadísticos, llamado `ObtenerDataProcesoControl`, utilizando el metadato presentado en la clase `CONFIGURACION_CARACTE_DATOS`.
- La tabulación necesaria para las gráficas de control.

El proceso `ServicioDatosTransformación` consiste (como anteriormente se mencionó en el capítulo de los usecases) en cómo fusionar las características técnicas descritas en el QFD y de los datos provistos por los mecanismo de recolección de datos de los procesos de control de la calidad para generar data estandarizada en una base de datos que pueda ser manipulada para cualquier mecanismo estadístico de control de la calidad.

El algoritmo que describiría este proceso es el siguiente y se puede ver un diagrama de flujo mediante la figura 54:

1. Puede ser solicitado bajo la evaluación estadística de un proceso QFD específico, o la solicitud directa del Servicio de datos de transformación de un proceso QFD específico
2. Mediante mecanismo de captura de data de captura de los archivos que provienen de los sistemas de control de la calidad, se ejecutan procesos de incorporación a la base de datos, tomando en cuenta en cual es la columna correspondiente a la característica técnica de la cual se tiene valores en la data cruda. Para obtener esta columna se tiene el siguiente Query :

Dado header_valor= nombre de la característica cuyo valor en data cruda se extraerá del archivo, entonces

Si

CARACTERISTICA_TECNICA.NOMBRE_CARACTERISTICA_TECNICA==header_valor
entonces encontrar el CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO

donde

CARACTERISTICA_TECNICA.ID_CARACTERISTICA_TECNICA==CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.ID_CARACTERISTICA_TECNICA.

3. Encontrado CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO entonces

Case:

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==1) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_1.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==2) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_2.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==3) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_3.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==4) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_4.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==5) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_5.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==6) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_6.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==7) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_7.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==8) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_8.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==9) insertar la data en
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_9.

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_CAMPO==10) insertar la data en DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_10.

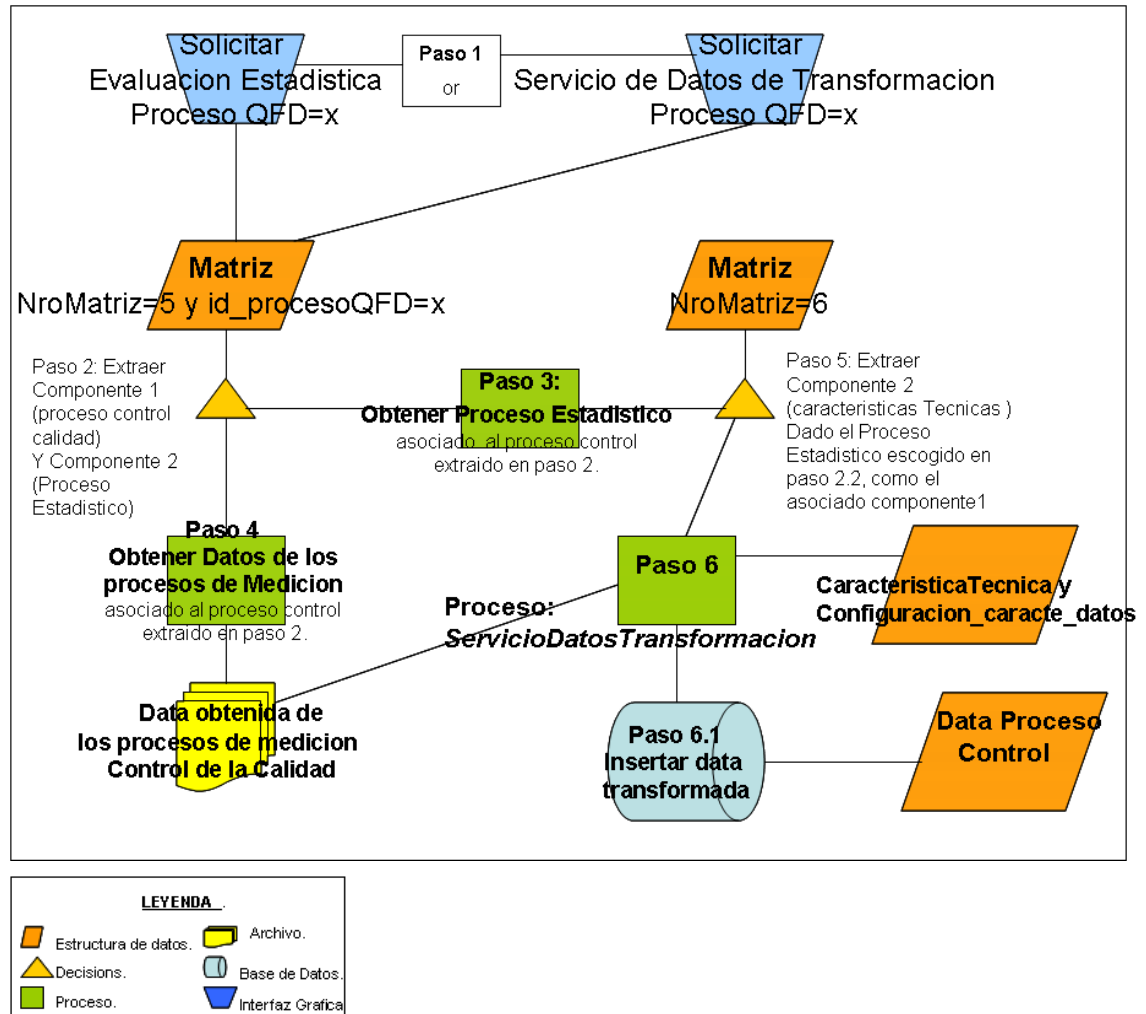


Figura 54. Diagrama de Flujo del procedimiento que involucra los previos, el proceso en si y los resultados del proceso **ServicioDatosTransformación**.Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo gran proceso, se tiene que: los datos en RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO son datos transformados y que son manejables para un proceso estadístico. Para generar estos datos se realiza mediante el proceso o función **ObtenerDatosProcesoControl**. Este ya fue descrito a grosso modo anteriormente. Para esta parte se presentará a mayor detalle el algoritmo sugerido para su procesamiento y se puede ver un diagrama de flujo mediante la figura 55.

b. Como esa data contiene valores (caracteres) es necesario transformarlo en valores estándares de tal manera que luego se pueda generar cálculos más sencillos. Para esto se transformará estos valores en la tabla DATA_PROCESO_CONTROL en valores de 0 ó 1 en la clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.

c. Igualmente como las característica técnicas pueden ser definidas por algún valor no medible cuando es la define una característica o medibles cuando la define una medida entonces se tiene los siguiente:

- i. Dada la columna DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_X donde $x:\{1..10\}$ y localizado su CONFIGURACION_CARACTE_DATOS. ID_CARACTERISTICA_TECNICA correspondiente
 - ii. Entonces encontrar su asociado CONFIGURACION_CARACTE_DATOS. ID_IDENTIFICADOR_VALOR.
 - iii. Hay que localizar mediante DOMINIO_CARACTERISTICA y DOMINIO_MEDICION cual corresponda ese ID_IDENTIFICADOR_VALOR.
- Obtenido el rango de valores o el rango de medidas que corresponda, llamandolo VALOR_ACTUAL entonces se evalúa por cada registro cada campo de la columna

DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_X escogida al inicio de la siguiente forma

- i. DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_X== VALOR_ACTUAL entonces
insertar en RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.RESULTADO_X:= 1 sino
insertar en RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.RESULTADO_X:= 0
- ii. y se trasladan los valores
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO. ID_DATA_PROCESO_CONTROL:=
DATA_PROCESO_CONTROL.ID_DATA_PROCESO_CONTROL
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO. ID_LOTE_DATA:=
DATA_PROCESO_CONTROL.ID_LOTE_DATA
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO. FECHA_GENERACION_DATA:=
DATA_PROCESO_CONTROL.FECHA_GENERACION_DATA.

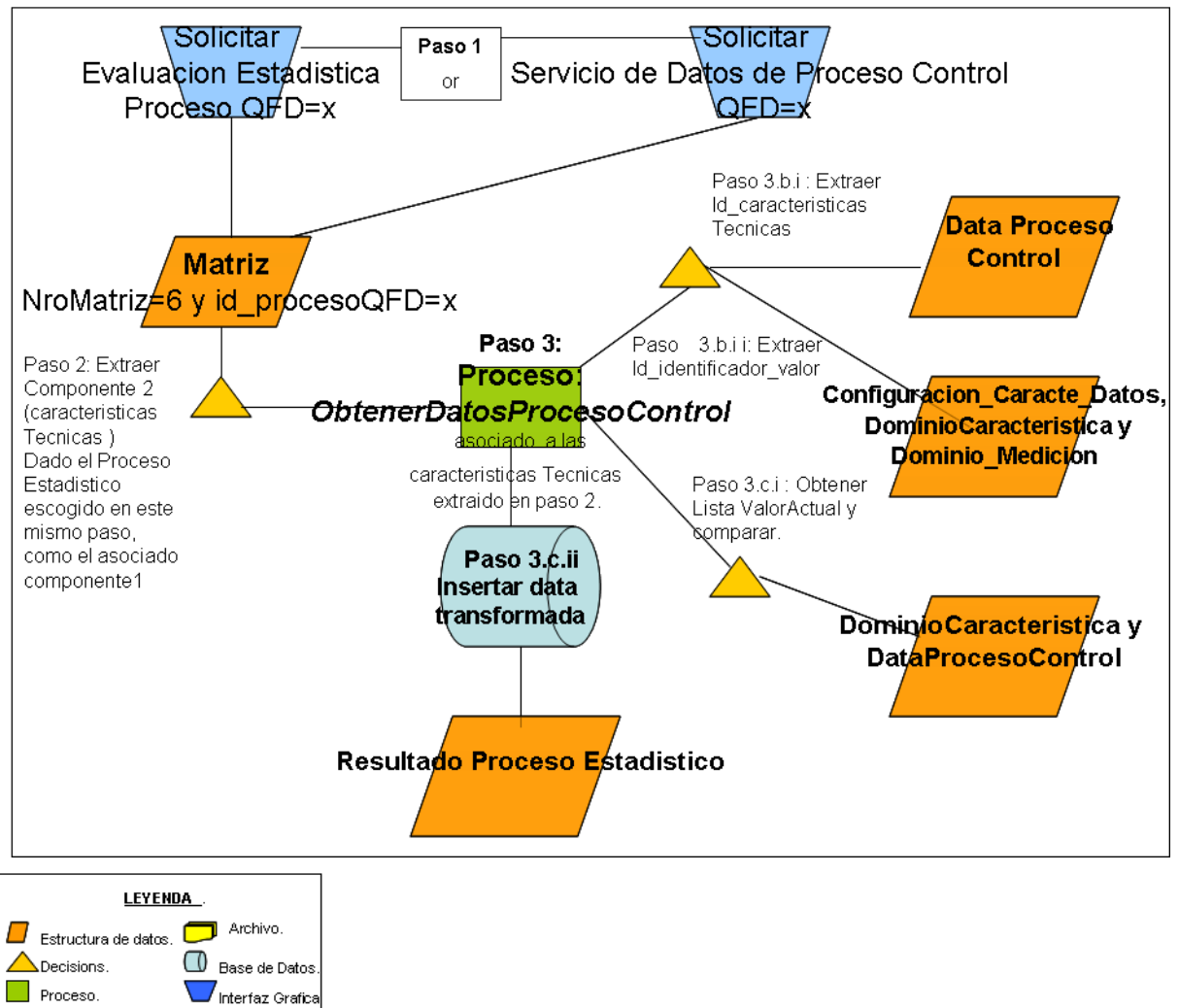


Figura 55. Diagrama de Flujo del procedimiento que involucra los previos, el proceso en si y los resultados del proceso **ObtenerDataProcesoControl**. Fuente: Elaboración propia.

Para la tabulación necesaria para generar los datos en DATA_PROCESO_ESTADISTICO,

RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTICO,
TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS y GRAFICO_RESULT_LOTE
necesarios para cualquier tipo de grafica de control, entre ella
principalmente la de atributos, se deben realizar los cálculos estadísticos
previos a la graficación, pero para eso se deben escoger los lotes que se
desean graficar, y así escoger los registros asociados a esos lotes en la
tabla RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO. Nótese que para calcular
la cantidad de disconformes o conformes se deben manejar la valoración
de 0 ó 1 de los campos RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.RESULTADO_X.

4.4 PRUEBAS SOBRE EL DISEÑO CONCEPTUAL EVALUACION_CALIDAD DEL SISTEMA SPECCO

El ejemplo a utilizar para el desarrollo de la prueba, se tomó de la casa de la calidad de la figura 16, y se marcó la información a configurar dentro de la prueba. Esta marcación se muestra en la figura 56.

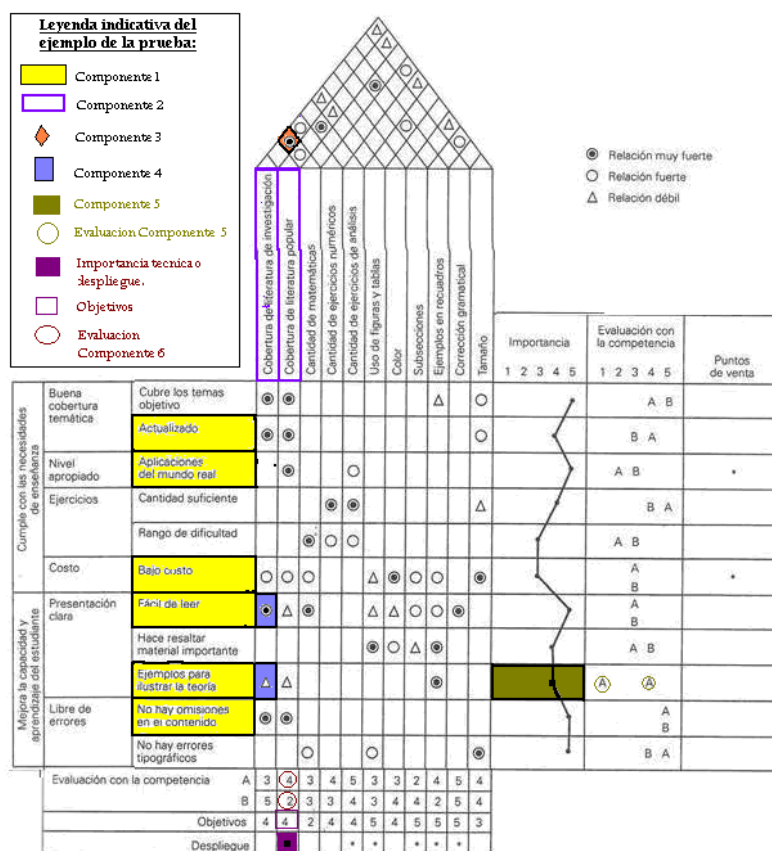


Figura 56. Casa de la calidad final mostrado en el marco teórico, con las marcaciones que aplican a la prueba. Fuente: Evans & Lindsay, 2000. Y elaboración propia.

4. 4.1 Lista de Casos de prueba.

La lista de casos de prueba a realizar se lista en la siguiente tabla 6 y cada descripción y corrida se muestra en el subcapítulo 4.4.2.

Nro Caso de prueba	Título
1	Definir una Casa de la Calidad.
2	Mostrar una Casa de la Calidad
3	Incorporación del método estadístico.
4	Mostrar una grafica de control.

Tabla 6. Lista de Casos de Prueba a aplicar al modelo.

4.4.2 Descripción y corrida de los casos de prueba.

4.4.2.1 CASO PRUEBA NRO. 1. Definir una Casa de la Calidad.

La estructura básica del caso de prueba se muestra en la Tabla 7.

Descripción	Consiste en construir una casa de la calidad. En este caso se construye una de tipo Planificación del producto.
Datos de Entrada	Los datos pertenecientes a la marcación realizada en una casa de la calidad, mostrada en la figura
Datos de Salida	El registro completo de los datos en las clases del modelo.

Tabla 7. Planilla Caso de Prueba Nro. 1

Para ejecutar el caso de prueba se realiza en la secuencia definida en los casos de uso y simulando la interfaz de los procesos que lo componen en una pantalla grafica.

Se inicia la prueba definiendo el proceso QFD que se desea configurar, este simula los usescases “*DefinicionProcesoQFD*” y “*Creación de un Proceso QFD*”. Ver figura 57.

The image shows a screenshot of a software application window titled 'MenuPrincipal'. Inside this window, there is a smaller dialog box titled 'GeneracionProcesoQFD'. The dialog box has a light beige background and a blue border. It contains the following elements:

- A title bar with the text 'GeneracionProcesoQFD' and a red 'X' close button.
- A label 'Introducir los datos del proceso QFD'.
- Three text input fields:
 - 'Nombre:' with the value 'pruebafin7'.
 - 'Descripción:' with the value 'pruebafin7'.
 - 'Codigo:' with the value 'prbfin7'.
- A label 'Escoga el producto a aplicar el proceso:' followed by a dropdown menu showing 'Libro'.
- Two buttons at the bottom right: 'Aceptar' and 'Cancelar'.

Figura 57. Pantalla GeneracionProcesoQFD. Fuente: Elaboración propia.

Los valores que se muestran en el combo de producto, se obtienen de la clase master PRODUCTO, ver tabla 8.

PRODUCTO

ID_PRODUCTO	ID_TIPO_PRODUCTO	NOMBRE_PRODUCTO
1	1	Libro
2	2	Rodaduras
3	3	velas

*Tabla 8. Clase **PRODUCTO** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.*

Este registro se realiza en la clase PROCESO_QFD. Ver tabla 9.

PROCESO_QFD		
ID_PROCESO_QFD	NOMBRE_PROCESO_QFD	DESC_PROCESO_QFD
33	pruebafin7	pruebafin7
CODIGO_PROCESO_QFD		ID_PRODUCTO
prbfin7		1

*Tabla 9. Clase **PROCESO_QFD** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.*

Para este proceso se deben definir las seis casas de la calidad que lo componen. La escogencia de las seis casa de la calidad se muestran en las opciones Planificación del Producto para la casa de la calidad 1, Diseño del producto para la casa de la calidad 2, Planificación del Proceso para la casa de la calidad 3, Planificación del control del proceso para la casa de la calidad 4, Planificación control estadístico para la casa de la calidad 5 y por ultimo la evaluación estadística para la casa de la calidad 6. Ver figura 58.

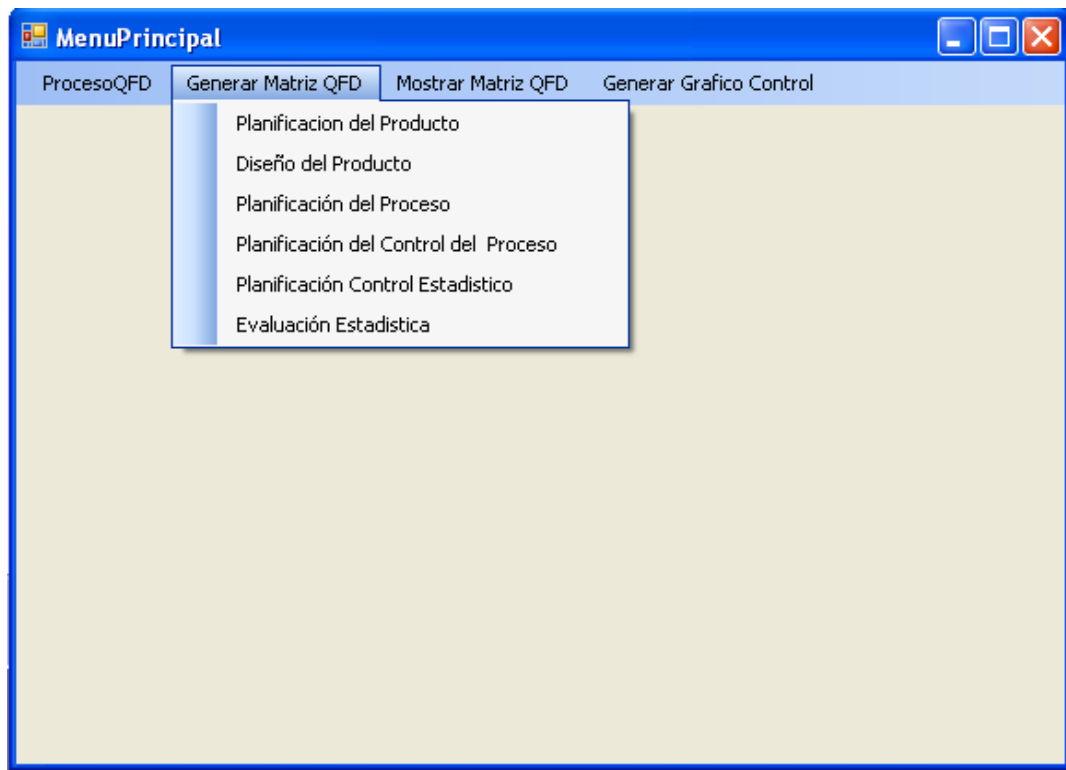


Figura 58. Pantalla Generar Matriz QFD. Fuente: Elaboración propia.

Para esta prueba solo se configuraría la primera casa de la calidad o también la llamada Matriz de Planificación del Producto. Esta pantalla simularía el usecase Planificación del Producto MatrizQFD1.

Para la definición de la primera casa de la calidad o Matriz de Planificación del Producto, se debe iniciar escogiendo el Proceso QFD que ya debe estar definido y registrado en base de datos dada la operación anterior y mostrar los datos del mismo. Ver figura 59.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD | Req.Cliente | Carac.Tecnica | Interrelación Req-Caract. | Interrelación Carac

Selección del Proceso QFD sobre el Producto y la matriz a definir:

Escoga el Proceso QFD a asociar la matriz:

Los datos del proceso QFD escogido son los siguientes:

Nombre del Proceso QFD:

Descripción del Proceso QFD:

Codigo del Proceso QFD:

Nombre del Producto del Proceso QFD:

Aceptar Cancelar

Figura 59. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Proceso QFD. Fuente: Elaboración propia.

Esta matriz se registra en base de datos en las clases MATRIZ_QFD y MATRIZ_QFD_PROCESO_QFD. Ver tablas 10 y 11 respectivamente.

MATRIZ_QFD		
ID_MATRIZ_QFD	ID_PRODUCTO	DESC_MATRIZ_QFD
85	1	pruebafin7-Matriz1
NOMBRE_MATRIZ_QFD		NRO_MATRIZ_QFD
pruebafin7-Matriz1		1

Tabla 10. Clase MATRIZ_QFD del modelo de clases Evaluacion_Calidad.

MATRIZ_QFD_PROCESO_QFD	
ID_MATRIZ_QFD	ID_PROCESO_QFD
85	33

Tabla 11. Clase MATRIZ_QFD_PROCESO_QFD del modelo de clases Evaluacion_Calidad.

Luego se define los requerimientos del cliente como el componente 1 de esta casa de la calidad. Ver figura 60.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD | **Req. Cliente** | Carac. Técnica | Interrelación Req-Caract. | Interrelación Carac.

Definición de los Requerimientos del cliente sobre el Producto:

Escoja el cliente dueño del requerimiento:

Nombre del requerimiento del cliente:

Describa el requerimiento del cliente:

La lista de requerimientos en construcción es la siguiente:

- Nombre: FLeer-->Descripción: MCAEPCfácil de leer
- Nombre: ejeilteo-->Descripción: MCAEPCejemplos para ilustrar
- Nombre: NOEC-->Descripción: MCAELEN o misiones en el co
- Nombre: dcbc-->Descripción: dC_Bajo costo
- Nombre: apl-->Descripción: CNINAAplicaciones del mundo rea

Figura 60. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Req. Cliente. Fuente: Elaboración propia

Luego de visualizar todos los requerimientos del cliente en una lista, se registran en base de datos en tres clases REQUERIMIENTO_CLIENTE, COMPONENTE_INPUT y COMPONENTE_2, ver tablas desde la 12 hasta la 21.

REQUERIMIENTO_CLIENTE		
ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE	ID_COMPONENTE_INPUT	ID_PRODUCTO
140	NULL	1
141	NULL	1
142	NULL	1
143	NULL	1
144	NULL	1
145	NULL	1

Tabla 12. Clase REQUERIMIENTO_CLIENTE del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_INPUT y ID_PRODUCTO.

REQUERIMIENTO_CLIENTE		
ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE	DESC_REQUERIMIENTO_CLIENTE	ID_REQUERIMIENTO_PADRE
140	MCAEPCfacil de leer	NULL
141	MCAEPCEjemplos para ilustrar la teoria	NULL
142	MCAELENo omisiones en el contenido	NULL
143	dC_Bajo costo	NULL
144	CNINAAplicaciones del mundo real	NULL
145	CNI_BCT_Actualizado	NULL

Tabla 13. Clase REQUERIMIENTO_CLIENTE del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE (Nro. Instancia), DESC_REQUERIMIENTO_CLIENTE y ID_REQUERIMIENTO_PADRE.

REQUERIMIENTO_CLIENTE	
ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE	NOMBRE_REQUERIMIENTO_CLIENTE
140	FLeer
141	ejeilteo
142	NOEC
143	dcbc
144	apl
145	actdo

Tabla 14. Clase *REQUERIMIENTO_CLIENTE* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*.
Atributos: ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE (Nro. Instancia) y NOMBRE_REQUERIMIENTO_CLIENTE.

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	NOMBRE_COMPONENTE_INPUT	DESC_COMPONENTE_INPUT
237	ReqCltFLeer	ReqCltMCAEPCfacil de leer
238	ReqCltajeilteo	ReqCltMCAEPCEjemplos para ilustrar la teoria
239	ReqCltNOEC	ReqCltMCAELENo omisiones en el contenido
240	ReqCltddbc	ReqCltC_Bajo costo
241	ReqCltapl	ReqCltCNINAAplicaciones del mundo real
242	ReqCltactdo	ReqCltCNI_BCT_Actualizado

Tabla 15. Clase *COMPONENTE_INPUT* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), NOMBRE_COMPONENTE_INPUT y DESC_COMPONENTE_INPUT.

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	CODIGO_COMPONENTE_INPUT	TIPO_COMPONENTE_INPUT
237	ReqCltFLeer	1
238	ReqCltjeilteo	1
239	ReqCltNOEC	1
240	ReqCltddcbc	1
241	ReqCltapl	1
242	ReqCltactdo	1

*Tabla 16. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), CODIGO_COMPONENTE_INPUT y
TIPO_COMPONENTE_INPUT.*

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_MATRIZ_QFD	ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE,
237	85	140
238	85	141
239	85	142
240	85	143
241	85	144
242	85	145

*Tabla 17. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_MATRIZ_QFD y
ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE.*

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL
237	NULL	NULL
238	NULL	NULL
239	NULL	NULL
240	NULL	NULL
241	NULL	NULL
242	NULL	NULL

*Tabla 18. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_CARACTERISTICA_TECNICA Y
ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL.*

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_OPERACION_PROCESO	ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD
237	NULL	NULL
238	NULL	NULL
239	NULL	NULL
240	NULL	NULL
241	NULL	NULL
242	NULL	NULL

*Tabla 19. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_OPERACION_PROCESO Y
ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD.*

COMPONENTE_INPUT	
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO
237	NULL
238	NULL
239	NULL
240	NULL

241	NULL
242	NULL

Tabla 20. Clase COMPONENTE_INPUT del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), Y
ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO..

COMPONENTE_1
ID_COMPONENTE_INPUT
237
238
239
240
241
242

Tabla 21. Clase COMPONENTE_1 del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia).

Para el componente 2, se define las características técnicas. En este ejemplo solo se configura la cobertura de investigación y la cobertura popular. Ver Figuras 61 y 62.

Se tiene predefinido, en la clase CARACTERISTICA, las características asociadas que son escogidas mediante el combo “Escoja el tipo de característica”. Ver tabla 22.

CARACTERISTICA		
ID_CARACTERISTICA	NOMBRE_CARACTERISTICA	CODIGO_CARACTERISTICA
1	COBLIT	COBLIT
2	CANTMAT	CANTMAT
3	CANTEJE	CANTEJE
4	USOFIG	USOFIG

5	COLOR	COLOR
6	SUBSECC	SUBSECC
7	EJEMP	EJEMP
8	CORRGRAM	CORRGRAM
9	TAM	TAM

Tabla 22. Clase *CARACTERISTICA* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*.
Atributos: *ID_CARACTERISTICA* (Nro. Instancia), *NOMBRE_CARACTERISTICA* Y *CODIGO_CARACTERISTICA*.

También se tienen en la clase master los valores del combo “Escoja valor de la característica”. Ver tablas 23 y 24:

DOMINIO_CARACTERISTICA

ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	ID_CARACTERISTICA	NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA
1	1	Investigacion
2	1	Popular

Tabla 23. Clase *DOMINIO_CARACTERISTICA* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*. Atributos: *ID_DOMINIO_CARACTERISTICA* (Nro. Instancia), *ID_CARACTERISTICA* Y *NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA*.

DOMINIO_CARACTERISTICA

ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA	DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA	ID_IDENTIFICADOR_VALOR
1	INV	Investigacion	1
2	POP	Popular	2

Tabla 24. Clase *DOMINIO_CARACTERISTICA* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*. Atributos: *ID_DOMINIO_CARACTERISTICA* (Nro. Instancia), *CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA*, *DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA* Y *ID_IDENTIFICADOR_VALOR*.

En otros ejemplos donde la característica técnica tenga como valor no un atributo sino una medida (ver graficas por variables) escoger por el combo “Escoja la medición” que aplica y “Escoja el valor de la medición” que aplica, para ello los valores se encuentran en las clases MEDICION y DOMINIO_MEDICION respectivamente.

The screenshot shows a software window titled "Planificación del Producto MatrizQFD" with a blue header bar. Below the header is a tabbed interface with five tabs: "Proceso QFD", "Req. Cliente", "Carac. Técnica" (which is the active tab), "Interrelación Req-Caract.", and "Interrelación Carac.". The main content area is titled "Definición de la Características Técnicas del Producto:". It contains several input fields and buttons. The "Nombre:" field has the text "CobInvest". The "Descripción:" field also has "CobInvest". To the right of these fields is a button labeled "Agregar otra característica Técnica". Below the description field is a dropdown menu labeled "Escoja el tipo de característica:" with the value "COBLIT" selected. Below this is a text label "Desc: Cobertura de literatura". Then another dropdown menu labeled "Escoja el valor de la característica:" with the value "Investigacion" selected. Below that is a dropdown menu labeled "Escoja la medición que aplica:" which is currently empty. Below that is another dropdown menu labeled "Escoja el valor de la medición que aplica:" which is also empty. At the bottom left, there is a text label "La lista de requerimientos en construcción es la siguiente:" followed by a large empty rectangular box. To the right of this box is a button labeled "Registrar la lista de características técnicas en la BD". At the bottom right of the window are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Figura 61. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica. Fuente: Elaboración propia.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD | Req. Cliente | **Carac. Técnica** | Interrelación Req-Caract. | Interrelación Carac. < >

Definición de la Características Técnicas del Producto:

Nombre:

Descripción:

Escoja el tipo de característica:

Desc: Cobertura de literatura

Escoja el valor de la característica:

Escoja la medición que aplica:

Escoja el valor de la medición que aplica:

La lista de requerimientos en construcción es la siguiente:

..... Nombre: CobInvest--> Descripción: CobInvest--> Solo con Carac

Registrar la lista de características técnicas en la BD

Aceptar Cancelar

Figura 62. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente pantalla se visualiza la lista de características técnicas a registrar, que en este ejemplo solo contiene la cobertura de investigación y la cobertura de literatura. Ver figura 63.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD Req. Cliente **Carac. Técnica** Interrelación Req-Caract. Interrelación Carac. < >

Definición de la Características Técnicas del Producto:

Nombre:

Descripción:

Escoja el tipo de característica:

Escoja el valor de la característica:

Escoja la medición que aplica:

Escoja el valor de la medición que aplica:

La lista de requerimientos en construcción es la siguiente:

Nombre:CobInvest->Descripción:CobInvest-> Solo con Carac
Nombre:CobPopular->Descripción:CobPopular-> Solo con Ca

Agregar otra característica Técnica

Registrar la lista de características técnicas en la BD

Aceptar Cancelar

Figura 63. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

Luego de definidas todas las características técnicas se registra en base de datos. Esta acción implica las siguientes clases `CARACTERISTICA_TECNICA`, `COMPONENTE_INPUT` y `COMPONENTE_2`. Ver las tablas correspondientes desde la 25 hasta la 35.

CARACTERISTICA_TECNICA		
ID_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_COMPONENTE_INPUT	ID_DOMINIO_CARACTERISTICA
106	NULL	1
107	NULL	2

Tabla 25. Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_INPUT Y ID_DOMINIO_CARACTERISTICA.

CARACTERISTICA_TECNICA		
ID_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_CARACTERISTICA	ID_PRODUCTO
106	1	1
107	1	1

Tabla 26. Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro. Instancia), ID_CARACTERISTICA Y ID_PRODUCTO.

CARACTERISTICA_TECNICA		
ID_CARACTERISTICA_TECNICA	NOMBRE_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_MEDICION
106	CobInvest	0
107	CobPopular	0

Tabla 27. Clase CARACTERISTICA_TECNICA del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro. Instancia), NOMBRE_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_MEDICION.

CARACTERISTICA_TECNICA		
ID_CARACTERISTICA_TECNICA	DESC_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_DOMINIO_MEDICION
106	CobInvest	0
107	CobPopular	0

*Tabla 28. Clase **CARACTERISTICA_TECNICA** del modelo de clases*
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CARACTERISTICA_CARACTERISTICA (Nro. Instancia),
DESC_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_DOMINIO_MEDICION.

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	NOMBRE_COMPONENTE_INPUT	DESC_COMPONENTE_INPUT
243	Caract_TecnCobInvest	Caract_TecnCobInvest
244	Caract_TecnCobPopular	Caract_TecnCobPopular

*Tabla 29. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases*
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia),
NOMBRE_COMPONENTE_INPUT y DESC_COMPONENTE_INPUT.

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	CODIGO_COMPONENTE_INPUT	TIPO_COMPONENTE_INPUT
243	Caract_TecnCobInvest	1
244	Caract_TecnCobPopular	1

*Tabla 30. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases*
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia),
CODIGO_COMPONENTE_INPUT y TIPO_COMPONENTE_INPUT.

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_MATRIZ_QFD	ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE
243	85	NULL
244	85	NULL

*Tabla 31. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_MATRIZ_QFD y ID_REQUERIMIENTO_CLIENTE.*

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_CARACTERISTICA_TECNICA	ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL
243	106	NULL
244	107	NULL

*Tabla 32. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_CARACTERISTICA_TECNICA Y ID_CARACTERISTICA_FUNCIONAL .*

COMPONENTE_INPUT		
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_OPERACION_PROCESO	ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD
243	NULL	NULL
244	NULL	NULL

*Tabla 33. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia), ID_OPERACION_PROCESO Y ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD.*

COMPONENTE_INPUT	
ID_COMPONENTE_INPUT	ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO
243	NULL
244	NULL

*Tabla 34. Clase **COMPONENTE_INPUT** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia) Y ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO.*

COMPONENTE_2	
ID_COMPONENTE_INPUT	
243	
244	

*Tabla 35. Clase **COMPONENTE_2** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_INPUT (Nro. Instancia).*

Luego se interrelacionan los elementos del componente 1 (uno) y del componente 2 (dos). En este caso se interrelacionan los requerimientos del cliente con las características técnicas, y así conformar el componente 4 (cuatro).

La relación entre Requerimiento del cliente → Fleer y Característica Técnica → CobInvest con un grado de interrelación Fuerte, se desarrolla en la pantalla mostrada en la figura 64.

Planificación del Producto Matriz QFD

Proceso QFD | Req. Cliente | Carac. Técnica | Interrelación Req-Caract. | Interrelación Carac.

Defina la Interrelación entre los requerimientos del cliente y sus Características Técnicas

Escoga el requerimiento del cliente: FLeer

Escoga una característica técnica: CobInvest

OK sobre la característica técnica escogida y su correspondiente grado de interrelación.

Escoga el grado de interrelación: fuerte

La interrelación en construcción es la siguiente:

OK para agregar la interrelacion a la BD

Aceptar Cancelar

Figura 64. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

La relación entre Requerimiento del cliente → ejeiteo y Característica Técnica → CobPopular con un grado de interrelación media, se desarrolla en la pantalla mostrada en la figura 65.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD Req.Cliente Carac.Tecnica **Interrelación Req-Caract.** Interrelación Carac

Defina la Interrelación entre los requerimientos del cliente y sus Características Técnicas

Escoga el requerimiento del cliente: Escoja una característica técnica:

ejeilteo CobPopular

OK sobre la característica técnica escogida y su correspondiente grado de interrelación.

Escoga el grado de interrelación:

media

La interrelación en construcción es la siguiente:

..... FLeer--> (CobInvest,fuerte)

OK para agregar la interrelacion a la BD

Aceptar Cancelar

Figura 65. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

Las dos interrelaciones anteriores se listan en la siguiente pantalla que contiene la opción de registro en base de datos. Ver figura 66.

Planificación del Producto MatrizQFD

Proceso QFD Req.Cliente Carac.Tecnica **Interrelación Req-Caract.** Interrelación Carac

Defina la Interrelación entre los requerimientos del cliente y sus Características Técnicas

Escoga el requerimiento del cliente: Escoga una característica técnica:

ejeilteo

OK sobre la característica técnica escogida y su correspondiente grado de interrelación.

Escoga el grado de interrelación:

La interrelación en construcción es la siguiente:

FLeer--> (CobInvest,fuerte)
ejeilteo--> (CobPopular,media)

OK para agregar la interrelacion a la BD

Aceptar Cancelar

Figura 66. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Requerimientos de cliente y Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

Luego se registra en base de datos en la clase **COMPONENTE_4**. Ver tablas 36, 37 y 38.

COMPONENTE_4			
ID_COMPONENTE_4	ID_COMPONENTE_1	ID_COMPONENTE_2	ID_MATRIZ_QFD
43	237	243	85
44	238	244	85

*Tabla 36. Clase **COMPONENTE_4** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_4 (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_1,
ID_COMPONENTE_2 Y ID_MATRIZ_QFD.*

COMPONENTE_4		
ID_COMPONENTE_4	ID_GRADO_RELACION_COMP4	NOMBRE_COMPONENTE_4
43	3	FLeerCobInvest
44	2	EjeilteoCobPopular

*Tabla 37. Clase **COMPONENTE_4** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_4 (Nro. Instancia), ID_GRADO_RELACION_COMP4 Y
NOMBRE_COMPONENTE_4.*

COMPONENTE_4		
ID_COMPONENTE_4	DESC_COMPONENTE_4	CODIGO_COMPONENTE_4
43	FLeerCobInvest	FLeerCobInvest
44	ejeilteoCobPopular	ejeilteoCobPopular

*Tabla 38. Clase **COMPONENTE_4** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_4 (Nro. Instancia), DESC_COMPONENTE_4 Y
CODIGO_COMPONENTE_4.*

Para el componente 3, que muestra la interrelación entre las características técnicas, con el ejemplo de la interrelación entre CobInvest y CobPopular con grado de interrelación MuyFuerte se define en las pantallas de las figuras 67 y 68.

Planificación del Producto MatrizQFD

Req.Cliente Carac.Tecnica Interrelación Req-Caract. **Interrelación Caract. Tecn** Planes: < >

Defina la Interrelación entre una característica técnica y sus otras Características Técnicas

Escoja la característica técnica primaria: Escoja una característica técnica secundaria:

CobInvest CobPopular

OK sobre la actual característica Técn. Secundaria y su correspondiente grado de interrelación

Escoja el grado de interrelación

MUY FUERTE

La interrelación en construcción es la siguiente:

OK para agregar la interrelacion a la BD

Aceptar Cancelar

Figura 67. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Característica técnica. Fuente: Elaboración propia.

Planificación del Producto MatrizQFD

Req.Cliente Carac.Tecnica Interrelación Req-Caract. Interrelación Caract. Tecn Plane: < >

Defina la Interrelación entre una característica técnica y sus otras Características Técnicas

Escoja la característica técnica primaria: Escoja una característica técnica secundaria:

CobInvest

OK sobre la actual característica Técn. Secundaria y su correspondiente grado de interrelación

Escoja el grado de interrelación

La interrelación en construcción es la siguiente:

..... CobInvest--> (CobPopular,MUY FUERTE)

OK para agregar la interrelacion a la BD

Aceptar Cancelar

Figura 68. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Interrelación Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

El registro en base de datos se realiza en la clase COMPONENTE_3. ver tablas 39, 40 y 41.

COMPONENTE_3			
ID_COMPONENTE_3	ID_COMPONENTE2_PRIM	ID_COMPONENTE2_SEC	ID_MATRIZ_QFD
44	243	244	85

Tabla 39. Clase **COMPONENTE_3** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.

Atributos: ID_COMPONENTE_3 (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE2_PRIM , ID_COMPONENTE2_SEC Y ID_MATRIZ_QFD.

COMPONENTE_3		
ID_COMPONENTE_3	ID_GRADO_RELACION_COMP3	NOMBRE_COMPONENTE_3
44	1	CobInvestCobPopular

Tabla 40. Clase **COMPONENTE_3** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.

Atributos: ID_COMPONENTE_3 (Nro. Instancia), ID_GRADO_RELACION_COMP3 Y NOMBRE_COMPONENTE_3.

COMPONENTE_3		
ID_COMPONENTE_3	CODIGO_COMPONENTE_3	DESC_COMPONENTE_3
44	CobInvestCobPopular	CobInvestCobPopular

Tabla 41. Clase **COMPONENTE_3** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.

Atributos: ID_COMPONENTE_3 (Nro. Instancia), CODIGO_COMPONENTE_3 Y DESC_COMPONENTE_3.

Para el componente 5 y su correspondiente evaluación de la competencia, para el requerimiento del cliente 141-Ejeilteo (Ejemplos para ilustrar la teoría) se ven en la siguiente pantalla. Ver figura 69.

Para los combos “Escoja la importancia de la planeación” se obtiene de los valores de la clase IMPORTANCIA_PLANEACION. Ver tablas 42 y 43.

IMPORTANCIA_PLANEACION		
ID_IMPORTANCIA_PLANEACION	NOMBRE_IMPORTANCIA_PLANEACION	DESC_IMPORTANCIA_PLANEACION
1	bajo	bajo
2	medio	medio
3	alto	alto

*Tabla 42. Clase **IMPORTANCIA_PLANEACION** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_IMPORTANCIA_PLANEACION (Nro. Instancia), NOMBRE_IMPORTANCIA_PLANEACION Y DESC_IMPORTANCIA_PLANEACION.*

IMPORTANCIA_PLANEACION		
ID_IMPORTANCIA_PLANEACION	CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION	VALOR
1	Bajo	B
2	Medio	M
3	Alto	A

*Tabla 43. Clase **IMPORTANCIA_PLANEACION** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_IMPORTANCIA_PLANEACION (Nro. Instancia), CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y VALOR.*

Para los combos “Escoja la competencia a evaluar” y “Escoja la evaluación de la competencia” se tiene en las clases master COMPETENCIA y EVALUACION_COMPETENCIA respectivamente. Ver tablas 44 y 45.

COMPETENCIA		
ID_COMPETENCIA	NOMBRE_COMPETENCIA	DESC_COMPETENCIA
1	Panapo	panapo
2	McGill	McGill
3	Santillana	santillana

*Tabla 44. Clase **COMPETENCIA** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPETENCIA (Nro. Instancia), CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y VALOR.*

EVALUACION_ COMPETENCIA		
ID_EVALUACION_ COMPETENCIA	NOMBRE_EVALUACION_ COMPETENCIA	DESC_EVALUACION_ COMPETENCIA
1	muy baja	muy baja
2	baja	baja
3	regular	regular
4	bueno	bueno
5	excelente	excelente

*Tabla 45. Clase **EVALUACION_COMPETENCIA** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_ COMPETENCIA (Nro. Instancia), CODIGO_IMPORTANCIA_PLANEACION Y VALOR.*

Figura 69. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Planeación Requerimiento del Cliente. Fuente: Elaboración propia

Para el combo donde se escoge la importancia de la planeación en la clase master

El registro del componente 5 se realiza en las clases COMPONENTE_5. ver tablas 46,47 y 48.

COMPONENTE_5		
ID_COMPONENTE_5	ID_IMPORTANCIA_PLANEACION	ID_COMPONENTE_1
27	1	238

*Tabla 46. Clase **COMPONENTE_5** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro. Instancia), ID_IMPORTANCIA_PLANEACION y ID_COMPONENTE_1.*

COMPONENTE_5		
ID_COMPONENTE_5	NOMBRE_COMPONENTE_5	DESC_COMPONENTE_5
27	Ejeilteobajo	Ejeilteobajo

*Tabla 47. Clase **COMPONENTE_5** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro. Instancia), NOMBRE_COMPONENTE_5 y DESC_COMPONENTE_5.*

COMPONENTE_5		
ID_COMPONENTE_5	CODIGO_COMPONENTE_5	ID_MATRIZ_QFD
27	Ejeilteobajo	85

*Tabla 48. Clase **COMPONENTE_5** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_COMPONENTE_5 (Nro. Instancia), CODIGO_COMPONENTE_5 y ID_MATRIZ_QFD.*

La evaluación de la competencia 5 se registra en la clase EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5, Ver tablas 49 y 50.

EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5		
ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5	ID_COMPONENTE_5	ID_COMPETENCIA
36	27	3
37	27	2

*Tabla 49. Clase **EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5 (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_5 y ID_COMPETENCIA.*

EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5	
ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5	ID_EVALUACION_COMPETENCIA
36	5
37	5

*Tabla 50. Clase **EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_5** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_EVALUACION_COMPET_COMP_5 (Nro. Instancia) y ID_EVALUACION_COMPETENCIA.*

Para el componente 6 y su correspondiente evaluación de la competencia, para el ejemplo sobre la característica técnica “CobPopular” se ven en las siguientes pantallas: ver figura 70.

Figura 70. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Despliegue Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

Para el combo donde se escoge el despliegue se tiene la siguiente clase master DESPLIEGUE (ver tablas 51 y 52) y para el objetivo la clase master (ver tablas 53 y 54).

DESPLIEGUE		
ID_DESPLIEGUE	DESC_DESPLIEGUE	NOMBRE_DESPLIEGUE
1	DespliegueA	DespliegueA
2	DespliegueB	DespliegueB
3	DespliegueC	DespliegueC

*Tabla 51. Clase **DESPLIEGUE** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_DESPLIEGUE (Nro. Instancia) DESC_DESPLIEGUE y NOMBRE_DESPLIEGUE.*

DESPLIEGUE		
ID_DESPLIEGUE	CODIGO_DESPLIEGUE	VALOR
1	DespliegueA	A*
2	DespliegueB	B*
3	DespliegueC	C*

*Tabla 52. Clase **DESPLIEGUE** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_DESPLIEGUE (Nro. Instancia) CODIGO_DESPLIEGUE y VALOR.*

OBJETIVO

ID_OBJETIVO	DESC_OBJETIVO	NOMBRE_OBJETIVO
1	Objetivo4	Objetivo4
2	Objetivo5	Objetivo5
3	Objetivo2	Objetivo2

*Tabla 53. Clase **OBJETIVO** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_OBJETIVO (Nro. Instancia) DESC_OBJETIVO y NOMBRE_OBJETIVO.*

OBJETIVO

ID_OBJETIVO	CODIGO_OBJETIVO	VALOR
1	Objetivo4	O4
2	Objetivo5	O5
3	Objetivo2	O2

*Tabla 54. Clase **OBJETIVO** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_OBJETIVO (Nro. Instancia) CODIGO_OBJETIVO y VALOR.*

Después de configurado el despliegue y su respetiva evaluación sobre la competencia se lista y se registra en la base de datos.Ver figura 71.

Figura 71. Pantalla Planificación del Producto Matriz QFD. Opción: Despliegue Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

El registro de los datos se ve en la clase COMPONENTE_6 y EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_6, ver tablas 55, 56 y 57.

COMPONENTE_6		
ID_COMPONENTE_6	ID_COMPONENTE_2	NOMBRE_COMPONENTE_6
26	244	C6CobPopular

*Tabla 55. Clase **COMPONENTE_6** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_6 (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_2 y
NOMBRE_COMPONENTE_6.*

COMPONENTE_6		
ID_COMPONENTE_6	DESC_COMPONENTE_6	CODIGO_COMPONENTE_6
26	C6CobPopular	C6CobPopular

*Tabla 56. Clase **COMPONENTE_6** del modelo de clases Evaluacion_Calidad.
Atributos: ID_COMPONENTE_6 (Nro. Instancia), DESC_COMPONENTE_6 y CODIGO
_COMPONENTE_6.*

EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_6			
ID_EVALUACION_COMPET_COMP_6	ID_COMPONENTE_6	ID_COMPETENCIA	ID_EVALUACION_COMPETENCIA
16	26	3	3
17	26	2	4

*Tabla 57. Clase **EVALUACION_COMPETENCIA_COMP_6** del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_EVALUACION_COMPET_COMP_6 (Nro.
Instancia), ID_COMPONENTE_6, ID_COMPETENCIA y
ID_EVALUACION_COMPETENCIA.*

4.4.2.2 CASO DE PRUEBA 2. Mostrar una Casa de la Calidad.

La estructura básica del caso de prueba se muestra en la Tabla 58.

Descripción	Consiste en mostrar una casa de la calidad que haya sido construida por el caso de prueba Nro.1. En este caso se muestra una de tipo Planificación del producto.
Datos de Entrada	Los datos registrados en las clases pertinentes que participaron en el caso de prueba Nro1.
Datos de Salida	Los datos pertenecientes a la marcación realizada en una casa de la calidad, mostrada en la figura

Tabla 58. Planilla Caso de Prueba Nro. 2

Finalmente si se desea visualizar toda la casa de la calidad se podría mostrar dado los siguientes pasos:

Paso 1: Seleccionar el proceso QFD y la matriz a visualizar como se indica en la pantalla en la figura 72:

MostrarCasaCalidad

SELECCION DE MATRIZ A MOSTRAR

Seleccione el proceso QFD en estudio: pruebafin7

El producto del proceso QFD seleccionado es:: Libro

Seleccione la matriz a mostrar prbfin7 -Matriz1

Aceptar Cancelar

Figura 72. Pantalla Mostrar Casa de la Calidad. Opción: Despliegue Característica técnica. Fuente: Elaboración propia

Se muestra en una misma pantalla, todos los componentes que conforman la casa de la calidad, ver figura 73, excepto el componente 3 que se muestra en la próxima pantalla.

Casa de la Calidad					
Planificación del Producto		Proceso QFD		Cliente	
	Importancia para el Cliente	CobInvest	CobPopular	McGill	sanitilana
► FLeer		fuerle			
ejeleio	B		media	excelente	excelente
OBJETIVOS_TACTICOS			D4		
McGill			bueno		
sanitilana			regular		
Importancia Tecnica			A*		
*					

Figura 73. Pantalla Casa de la Calidad con información de la prueba. Fuente: Elaboración propia.

En otra pantalla se muestra el componente 3, ver figura 74.

Graficación de la Interrelación del Componente 3	
El componente 3 es:	Características Técnicas
	Mostrar Cancelar
	CobPopular
► CobInvest	MF
*	

Figura 74. Pantalla Mostrar Componente 3. Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.3 CASO DE PRUEBA 3. Incorporación del método estadístico.

La estructura básica del caso de prueba se muestra en la Tabla 59.

Descripción	Consiste en simular el llenado de las clases que participan en la incorporación del método estadístico con información asociada a la casa de la calidad configurada en el caso de prueba Nro1.
Datos de Entrada	Se simula un archivo que registra los valores de una muestra sobre la característica técnica Cobertura Popular, de la casa de calidad del caso de prueba Nro. 1.
Datos de Salida	El registro completo de los datos en las clases del modelo.

Tabla 59. Planilla Caso de Prueba Nro. 3

Para ejecutar el caso de prueba se realiza en la secuencia definida en los casos de uso. En este caso refiere a la primera parte del usecase “Evaluación estadístico de la calidad de un proceso QFD”.

Para la prueba del algoritmo del proceso ServicioDatosTransformación se desarrolla en los siguientes pasos:

Paso 1. Se asume que se solicita o el proceso de evaluación estadística de un proceso QFD específico, o el proceso de solicitud directa del Servicio de datos de transformación de un proceso QFD específico.

Paso 2. Para aplicar el query del paso 2 indicado en el capítulo y en la figura 87, se debe tener configurado previamente la clase

CONFIGURACION_CARACTE_DATOS, ver tablas 60 y 61. Igualmente se utiliza la clase CARACTERISTICA_TECNICA, ver tablas 25,26 y 27.

CONFIGURACION_CARACTE_DATOS

ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS	ID_IDENTIFICADOR_VALOR	ID_CARACTERISTICA_TECNICA	NOMBRE_CARACTE_DATOS
1	2	2	pruebaGraficacion1

*Tabla 60. Clase **CONFIGURACION_CARACTE_DATOS** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS (Nro. Instancia), ID_IDENTIFICADOR_VALOR, ID_CARACTERISTICA_TECNICA y NOMBRE_CARACTE_DATOS*

CONFIGURACION_CARACTE_DATOS

ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS	DESC_CARACTE_DATOS	NUMERO_CAMPO
1	pruebaGraficacion1	1

*Tabla 61. Clase **CONFIGURACION_CARACTE_DATOS** del modelo de clases Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS (Nro. Instancia), DESC_CARACTE_DATOS y NUMERO_ATRIBUTO.*

Se asume que la data proviene de un archivo cuyo header de los valores a incorporar es header_valor= "CobPopular".

```
CARACTERISTICA_TECNICA.NOMBRE_CARACTERISTICA_TECNICA== "CobPopular"
encontrar el CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_ATRIBUTO
donde
CARACTERISTICA_TECNICA.ID_CARACTERISTICA_TECNICA==CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.ID_CARACTERISTICA_TECNICA es igual a 1
entonces
```

(CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.NUMERO_ATRIBUTO==1) insertar la data en DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_1.

Así se llena la clase DATA_PROCESO_CONTROL, que se muestra a continuación (tabla 62):

DATA_PROCESO_CONTROL

ID_PROCESO_ CONTROL_CALIDAD	ID_LOTE_DATA	FECHA_ GENERACION_ DATA	CARACTE_DATOS_1
1	100	NULL	Popular
2	100	NULL	Popular
3	100	NULL	Popular
4	100	NULL	Popular
5	100	NULL	pop
6	100	NULL	a
7	100	NULL	b
8	100	NULL	c
9	100	NULL	Popular
10	100	NULL	Popular
11	200	NULL	Popular
12	200	NULL	Popular
13	200	NULL	Popular
14	200	NULL	Popular
15	200	NULL	Popular
16	200	NULL	Popular
17	200	NULL	Popular
18	200	NULL	Popular
19	200	NULL	a
20	200	NULL	Popular
21	300	NULL	Popular
22	300	NULL	Popular
23	300	NULL	Popular
24	300	NULL	Popular
25	300	NULL	Popular

26	300	NULL	Popular
27	300	NULL	Popular
28	300	NULL	Popular
29	300	NULL	Popular
30	300	NULL	Popular
31	400	NULL	a
32	400	NULL	b
33	400	NULL	a
34	400	NULL	a
35	400	NULL	a
36	400	NULL	a
37	400	NULL	a
38	400	NULL	a
39	400	NULL	a
40	400	NULL	Popular

*Tabla 62. Clase **DATA_PROCESO_CONTROL** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_PROCESO_CONTROL_CALIDAD (Nro. Instancia), ID_LOTE_DATA, FECHA_GENERACION_DATA y CARACTE_DATOS_1.*

Para la prueba del algoritmo del proceso ObtenerDatosProcesoControl se desarrolla en los siguientes pasos:

a. La data de la clase DATA_PROCESO_CONTROL contiene valores (caracteres), para estandarizarlo se utiliza estos datos sobre el algoritmo definido en el capítulo , y son registrados en la clase RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO en valores de 0 ó 1.

Para ello se necesita estar preconfigurado la clase DOMINIO_CARACTERISTICA ver tablas 63 y 64 y CONFIGURACION_CARACTE_DATOS ver tablas 60 y 61.

DOMINIO_CARACTERISTICA

ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	ID_CARACTERISTICA	NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA
1	1	Investigacion
2	1	Popular

*Tabla 63. Clase **DOMINIO_CARACTERISTICA** del modelo de clases*
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA (Nro. Instancia), ID_CARACTERISTICA Y NOMBRE_DOMINIO_CARACTERISTICA.

DOMINIO_CARACTERISTICA

ID_DOMINIO_CARACTERISTICA	CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA	DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA	ID_IDENTIFICADOR_VALOR
1	INV	Investigacion	1
2	POP	Popular	2

*Tabla 64. Clase **DOMINIO_CARACTERISTICA** del modelo de clases*
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_DOMINIO_CARACTERISTICA (Nro. Instancia), CODIGO_DOMINIO_CARACTERISTICA, DESC_DOMINIO_CARACTERISTICA Y ID_IDENTIFICADOR_VALOR.

Entonces encontrar su asociado CONFIGURACION_CARACTE_DATOS.
ID_IDENTIFICADOR_VALOR que es igual a 1.

Hay que localizar mediante

DOMINIO_CARACTERISTICA.ID_IDENTIFICADOR_VALOR= 1

DONDE EL VALOR_ACTUAL = "Popular"

Se toma cada registro a aplicar de la anterior clase
DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_ y se analiza cada
valor

DATA_PROCESO_CONTROL.CARACTE_DATOS_X==
VALOR_ACTUAL="Popular"
entonces
insertar en
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.RESULTADO_X:= 1 sino
insertar en
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.RESULTADO_X:= 0
y se trasladan los valores
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.ID_DATA_PROCESO_CONTROL:= DATA_PROCESO_CONTROL.ID_DATA_PROCESO_CONTROL
donde posee estos valores {1,...,40}

RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.ID_LOTE_DATA:=
DATA_PROCESO_CONTROL.ID_LOTE_DATA donde posee estos
valores {100, 200, 300,400}

RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO.FECHA_GENERACION_DATA:
= DATA_PROCESO_CONTROL.FECHA_GENERACION_DATA es null.

Los datos finales de este proceso se muestran en la clase
RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO. ver tablas 65 y 66.

RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO

ID_DATA_ PROCESO_ ESTADISTICO	ID_ CONFIGURACION_ CARACTE_DATOS	ID_PROCESO_ CONTROL_ ESTADISTICO	ID_ LOTE_ DATA	FECHA_ GENERACION_ DATA
1	1	1	100	NULL
2	1	1	100	NULL
3	1	1	100	NULL
4	1	1	100	NULL
5	1	1	100	NULL
6	1	1	100	NULL
7	1	1	100	NULL
8	1	1	100	NULL
9	1	1	100	NULL
10	1	1	100	NULL
11	1	1	200	NULL
12	1	1	200	NULL
13	1	1	200	NULL
14	1	1	200	NULL
15	1	1	200	NULL
16	1	1	200	NULL
17	1	1	200	NULL
18	1	1	200	NULL
19	1	1	200	NULL
20	1	1	200	NULL
21	1	1	300	NULL
22	1	1	300	NULL
23	1	1	300	NULL
24	1	1	300	NULL
25	1	1	300	NULL
26	1	1	300	NULL
27	1	1	300	NULL
28	1	1	300	NULL
29	1	1	300	NULL
30	1	1	300	NULL
31	1	1	400	NULL
32	1	1	400	NULL
33	1	1	400	NULL

34	1	1	400	NULL
35	1	1	400	NULL
36	1	1	400	NULL
37	1	1	400	NULL
38	1	1	400	NULL
39	1	1	400	NULL
40	1	1	400	NULL

Tabla 65. Clase *RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO* del modelo de clases *Evaluacion_Calidad*. Atributos: *ID_DATA_PROCESO_ESTADISTICO* (Nro. Instancia), *ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS*, *ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO*, *ID_LOTE_DATA* y *FECHA_GENERACION_DATA*.

RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO			
ID_DATA_PROCESO_ESTADISTICO	RESULTADO	ID_DATA_PROCESO_CONTROL	ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTICO
1	1	1	1
2	1	2	1
3	1	3	1
4	1	4	1
5	0	5	1
6	0	6	1
7	0	7	1
8	0	8	1
9	1	9	1
10	1	10	1
11	1	11	2
12	1	12	2
13	1	13	2
14	1	14	2
15	1	15	2
16	1	16	2
17	1	17	2
18	1	18	2

19	0	19	2
20	1	20	2
21	1	21	3
22	1	22	3
23	1	23	3
24	1	24	3
25	1	25	3
26	1	26	3
27	1	27	3
28	1	28	3
29	1	29	3
30	1	30	3
31	0	31	4
32	0	32	4
33	0	33	4
34	0	34	4
35	0	35	4
36	0	36	4
37	0	37	4
38	0	38	4
39	0	39	4
40	1	40	4

*Tabla 66. Clase **RESULTADO_PROCESO_ESTADISTICO** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_DATA_PROCESO_ESTADISTICO (Nro. Instancia), RESULTADO, ID_DATA_PROCESO_CONTROL y ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTICO.*

Para este algoritmo también se necesita la clase PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO (ver tabla 67) predefinida mediante la casa de la calidad Nro 6 o la llamada matriz evaluación estadística:

PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO		
ID_PROCESO_CONTROL_	ID_	NOMBRE_PROCESO_

ESTADISTICO	COMPONENTE_ INPUT	CONTROL_ESTADIS
1	NULL	ProcesoEstad1-57

*Tabla 67. Clase **PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_PROCESO_CONTROL_ESTADISTICO (Nro. Instancia), ID_COMPONENTE_INPUT, NOMBRE_PROCESO_CONTROL_ESTADIS*

Por último, para cada lote se predefine el número de conformes y de no conformes y se registran en la clase RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC. Ver tablas 68, 69 y 70.

RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC

ID_RESULTADO_ LOTE_PROC_ ESTADIS	ID_LOTE_ DATA	NRO_ CONFORME_CI	NRO_ DISCONFORME_DI
1	100	6	4
2	200	9	1
3	300	10	0
4	400	1	9

*Tabla 68. Clase **RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro. Instancia), ID_LOTE_DATA, NRO_CONFORME_CI, NRO_DISCONFORME_DI.*

RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC

ID_RESULTADO_ LOTE_PROC_ESTADIS	NRO_MUESTRA	TAMANO_MUESTRA_NI
1	1	10
2	1	10
3	1	10
4	1	10

*Tabla 69. Clase **RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro. Instancia), NRO_MUESTRA, TAMANO_MUESTRA_NI.*

RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC

ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS	FRACC_MUESTRAL_CONFORME_PI	FRACC_MUESTRAL_DISCONFORME_NPI
1	0.6	0.4
2	0.9	0.1
3	1	0
4	0.1	0.9

*Tabla 70. Clase **RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADISTIC** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_RESULTADO_LOTE_PROC_ESTADIS (Nro. Instancia), FRACC_MUESTRAL_CONFORME_PI y FRACC_MUESTRAL_DISCONFORME_NPI.*

4.4.2.4 CASO DE PRUEBA 4. Mostrar una grafica de control.

La estructura básica del caso de prueba se muestra en la Tabla 71.

Descripción	Consiste en mostrar una grafica de control con los datos procesados en el caso de prueba Nro. 3.
Datos de Entrada	Los datos procesados en el caso de prueba Nro. 3.
Datos de Salida	El registro completo de los datos en las clases del modelo.

Tabla 71. Planilla Caso de Prueba Nro. 4

Para ejecutar el caso de prueba se realiza en la secuencia definida en los casos de uso y simulando la interfaz de los procesos que lo componen en una pantalla grafica. En este caso refiere a la ultima parte del usecase “*Evaluación estadístico de la calidad de un proceso QFD*”.

Para mostrar una grafica de control, ya se ha de suponer que se procesaron los datos capturados y se han estandarizado en la base de datos, mostrándose en lotes de datos a evaluar.

Como primer paso se debe escoger el tipo de grafica de control a visualizar. En el caso del ejemplo anterior y en dado que la función desarrollada en el prototipo, solo se escogió gráficos de control por atributo y con tamaño de muestra promedio. Ver figura 75.

Para el manejo interno de la data se debe tener predefinido la clase TIPO_GRAFICO_CONTROL. Ver tabla 72.

TIPO_GRAFICO_CONTROL

ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL	NOMBRE_TIPO_GRAFICO_CONTROL	CODIGO_TIPO_GRAFICO_CONTROL
1	NP MVariable	GCNPV
2	NP MPromedio	GCNPP
3	NP MPromEstand	GCMPE

*Tabla 72. Clase **TIPO_GRAFICO_CONTROL** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL (Nro. Instancia), NOMBRE_TIPO_GRAFICO_CONTROL y CODIGO_TIPO_GRAFICO_CONTROL.*

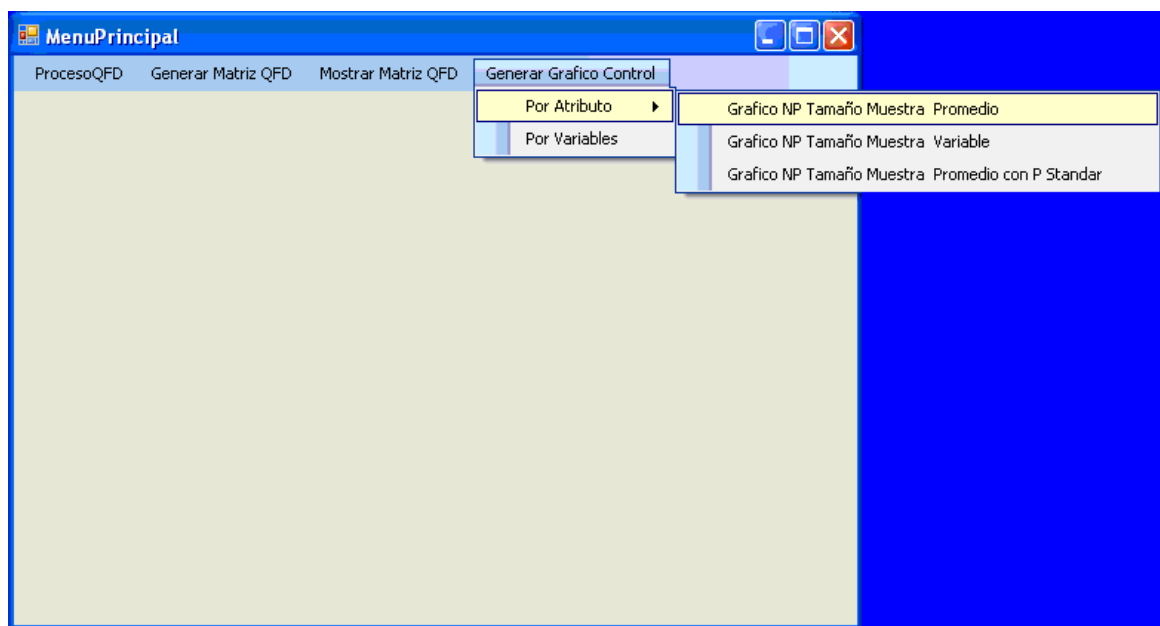


Figura 75. Pantalla Generar Grafica Control. Fuente: Elaboración propia.

Para generar el gráfico de control previamente se debió haber cargado de los archivos generados por los procesos de medición, la data con los valores resultado del proceso. Esto se mostró en el paso 3 de la prueba.

Inicialmente se escoge el proceso QFD con su correspondiente producto, y se escoge la característica técnica a evaluar y el proceso de control estadístico a utilizar, el cual es el que indica los lotes de datos con valores asociados a la característica escogida. Ver figura 76.

Luego así se aplica la grafica, en este caso al proceso QFD definido anteriormente:

MenuPrincipal

ProcesoQFD Generar Matriz QFD Mostrar Matriz QFD Generar Grafico Control

GraficoNP

GENERACION DEL GRAFICO NP (DEFECTUOSOS)

Seleccione el proceso QFD en estudio: pruebafin7

El producto del proceso QFD seleccionado es:: Libro

Seleccione la caracteristica tecnica a evaluar Lit popular

Seleccione el proceso de control estadistico a utilizar ProcesoEstad1-57

Ok para escoger las muestras a evaluar

Escoga los lotes que desea graficar

GenerarGraficoNP

Figura 76. Pantalla Grafico NP. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente pantalla se muestra los lotes asociados al proceso de control estadístico escogido para la característica técnica a evaluar. Ver figura 77.

MenuPrincipal

ProcesoQFD Generar Matriz QFD Mostrar Matriz QFD Generar Grafico Control

GraficoNP

GENERACION DEL GRAFICO NP (DEFECTUOSOS)

Seleccione el proceso QFD en estudio: pruebafin7

El producto del proceso QFD seleccionado es: Libro

Seleccione la característica técnica a evaluar Lit popular

Seleccione el proceso de control estadístico a utilizar ProcesoEstad1-57

Ok para escoger las muestras a evaluar

Escoga los lotes que desea graficar

- ☐ Lote Nro:100, Lit popular ,Proces
- ☐ Lote Nro:200, Lit popular ,Proces
- ☐ Lote Nro:300, Lit popular ,Proces
- ☐ Lote Nro:400, Lit popular ,Proces

GenerarGraficoNP

Figura 77. Pantalla Grafico NP. Fuente: Elaboración propia.

Escogido los lotes se indica GenerarGraficoNp y así se muestra indicando los límites superior, inferior, medio y la demarcación de los valores, generados por el cálculo estadístico asociado.

En la siguiente figura 78 se escogieron todos los lotes asociados y su grafica np correspondiente.

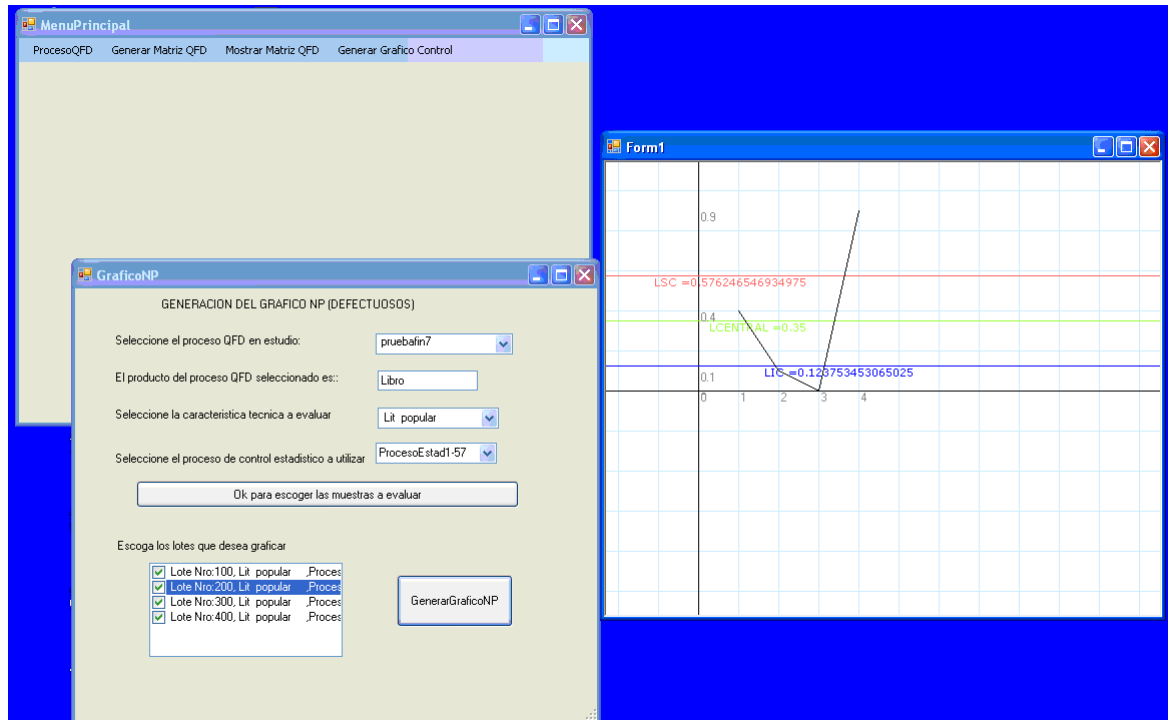


Figura 78. Pantalla Grafico NP con su respectiva grafica para cuatro lotes.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura 79 se escogieron solo los dos primeros lotes asociados.

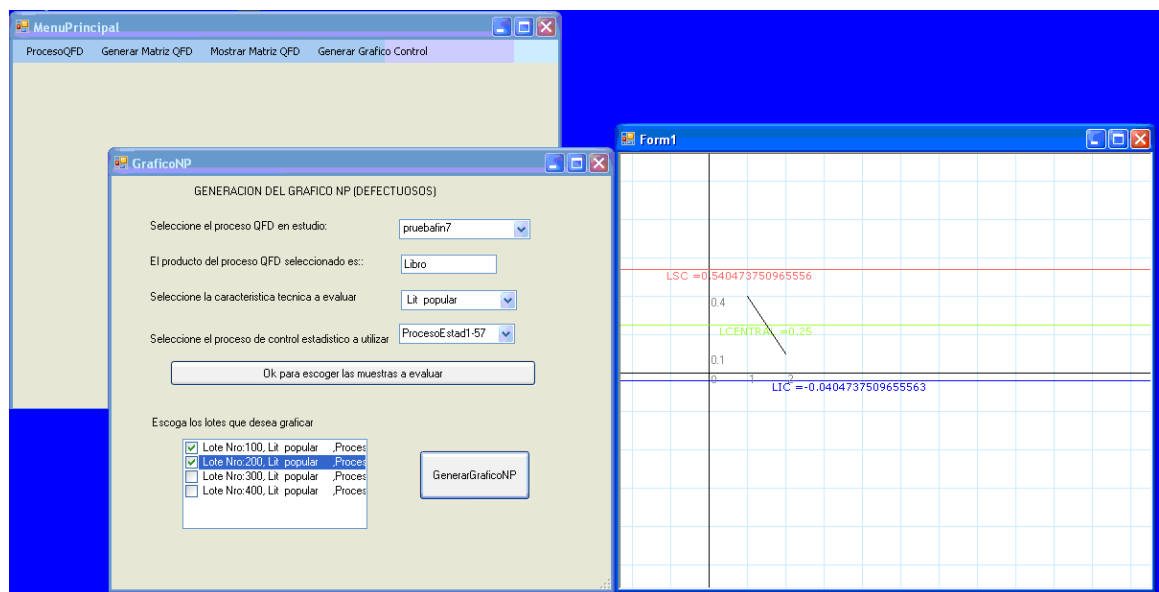


Figura 79. Pantalla Grafico NP con su respectiva grafica para dos lotes. Fuente: Elaboración propia.

Los registros de estos dos gráficos se registran en la clase TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS. Ver Tablas 73, 74 y 75.

TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS

ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO	ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL	NUMERO_MUESTRA	TAMANO_MUESTRA_N
113	2	4	40
114	2	2	20

Tabla 73. Clase **TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS** del modelo de clases **Evaluacion_Calidad**. Atributos: ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro. Instancia), ID_TIPO_GRAFICO_CONTROL, NUMERO_MUESTRA y TAMANO_MUESTRA_N.

TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS

ID_ TABULACION_ GRAFICO_ ATRIBUTO	CONFORMIDAD_ C	DISCONFORMIDAD_ D	FRACCION_ CONFORME_P	FRACCION_ NOCONFORME_NP
113	26	14	0.65	0.35
114	15	5	0.75	0.25

*Tabla 74. Clase **TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS** del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro.
Instancia), CONFORMIDAD_C, DISCONFORMIDAD_D, FRACCION_CONFORME_P y
FRACCION_NOCONFORME_NP.*

TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS

ID_TABULACION_ GRAFICO_ ATRIBUTO	LSC	LCENTRAL	LIC	ID_ CONFIGURACION_ CARACTE_DATOS	ID_DATA_ PROCESO_ CONTROL
113	0.57624 7	0.35	0.123 753	NULL	NULL
114	0.54047 4	0.25	- 0.040 47	NULL	NULL

*Tabla 75. Clase **TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTOS** del modelo de clases
Evaluacion_Calidad. Atributos: ID_TABULACION_GRAFICO_ATRIBUTO (Nro.
Instancia), LSC, LCENTRAL, LIC, ID_CONFIGURACION_CARACTE_DATOS y
ID_DATA_PROCESO_CONTROL.*

4. 4. 3 ANALISIS DE LA PRUEBA.

A. Aplicación de la lista de chequeo.

Se utiliza la lista de chequeo sobre las características Correctitud y Completitud, durante la etapa de diseño conceptual y su descripción se presenta en la tabla 76.

Característica	Pregunta	Evaluación
Completitud	¿El ejemplo utilizado en los casos de prueba, se describe completamente por las clases del modelo?	1=si 2=no
	¿Todo el proceso requerido esta contenido en los procesos del usecase que aplica?	1=si 2=no
Correctitud	¿Están siendo considerados todos los procesos y clases necesarios para solucionar el problema?	1=si 2=no
	¿Están todos los atributos necesarios para describir los objetos y actores que participan en los procesos?	1=si 2=no

Tabla 76. Lista de chequeo para las características Completitud y Correctitud.

B. Procesamiento de los resultados.

Se registra los resultados de la lista de chequeo para cada caso de prueba y se muestra los resultados según la ponderación definida en su descripción en la siguiente tabla 77.

Peso Asignado		Característica/Pregunta			
Nro. Caso de Prueba		Compleitud/ Pregunta Nro.1	Compleitud/ Pregunta Nro.2	Correctitud/ Pregunta Nro.3	Correctitud/ Pregunta Nro.4
	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1
	3	1	1	1	1
	4	1	1	1	1

Tabla 77. Registro de resultados de evaluación de los casos de prueba, según la ponderación de la lista de chequeo.

Utilizando los datos de la tabla 77, se muestra de forma grafica los resultados en un grafico de columna apilada al 100%, para así compara el porcentaje que cada valor contribuye en suma al total, a través de las categorías. Ver figura 80.

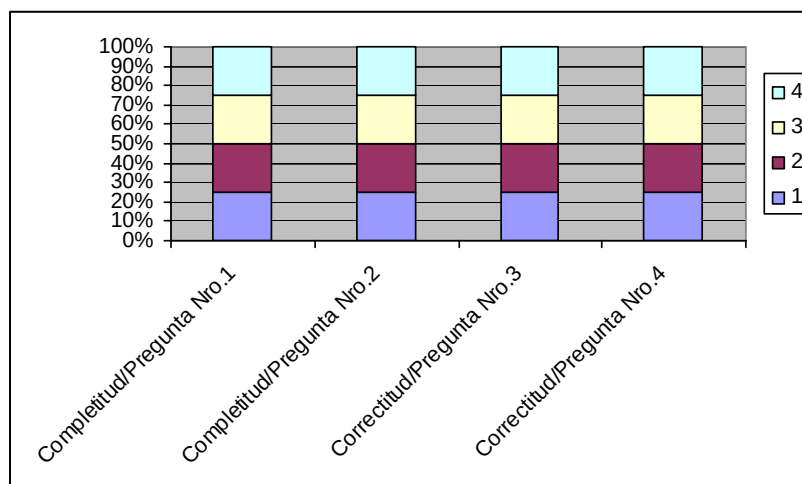


Figura 80. Grafica de resultados de la tabla .

C. Conclusiones sobre la prueba.

Según el análisis de los resultados presentados de forma tabular en tabla 77 y grafica en figura 80, se concluye que existe un 100% de completitud y correctitud sobre los casos de prueba aplicados, y esto daría a determinar que para ese ejemplo de prueba, el modelo es correcto y completo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

- Se logró unificar los conceptos de proceso QFD y las graficas de control, y transfórmalas en módulos de un mismo sistema de información, logrando así automatizar estos mecanismos de trabajo.
- Se logró diseñar un modelo conceptual de un sistema de información, que permita la evaluación de la calidad de un producto, resultante de un proceso de producción, basado en las especificaciones del diseño del producto generadas por un proceso QFD y de la utilización de las gráficas de control.
- Se logró fusionar el proceso de configuración de un proceso QFD con sus seis casa de la calidad y la integración de la data cruda obtenida de procesos de medición y captura, luego en base a estos dos puntos anteriores, se logró generar gráficos de control para finalmente proporcionar información que permitan el análisis de la conformidad o no conformidad de la calidad de un producto.
- Al utilizar modelamiento y desarrollo de sistemas Orientado a Objetos se logra mayor modularidad y resuso de los mismos, mayor flexibilidad tanto para cambios como para la incorporación de cualquier arquitectura de software que una organización requiera. Esto garantiza que un sistema

de evaluación de la calidad como el diseñado en este trabajo, no requiera de cambios y complejas adaptaciones.

- Además de usar metodologías y herramientas con estas características, la ventaja anteriormente mencionada también se logra por la concepción del diseño de SPECOO, que incorporó los siguientes recursos:

- El uso de metadatos para fusionar las características técnicas, los procesos de control de calidad y los procesos estadísticos (definidos en las dos últimas matrices del proceso QFD).

- La incorporación de la data cruda que proviene de diferentes procesos de captura de los sistemas de control y medición de la calidad es muy flexible.

- El uso de metadatos para transformar esa data cruda en data estandarizada al ser leída por los procesos de evaluación estadística, y así poder lograr generar graficas de control a partir de ella.

- La integración con un sistema como SAPP-OO fue muy sencilla y de igual manera se podría integrar a otros sistemas ya establecidos.

- A pesar de que la prueba fue solo un caso particular, se debe destacar que el modelo conceptual es correcto y completo para el mismo y que

debido a que este modela la estructura un casa de la calidad que es un concepto generico, entonces lo que induce a estimar es que, puede ser usado para cualquier casa de la calidad construida o que se quiera construir.

BIBLIOGRAFIA

- [SUCRE-01]. Sucre S, Antonio (2001). Análisis y Diseño de Sistemas Administrativos de procesos de Producción Orientado a Objetos – SAPPOO. Tesis Magistral. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.
- [Goetsch y Davis, 2002] David L. Goetsch, Stanley Davis (2002). Despliegue de la Función de Calidad. (Quality Function deployment). Traducción libre del capítulo 15 del libro "Introduction to Total Quality". Editorlal Merrill.
- [Tamayo y Gonzalez, 2000] Tamayo Enriquez, Francisco y Gonzalez Bosch, Verónica. Qué es el QFD? Descifrando el Despliegue de la Función de Calidad. Asociación Latinoamericana de QFD México.
- [http0] MailxMail.com. MailxMail SL. Cursos de empresa-metodología del diseño: Función de calidad
- [Martínez, 2003] Martínez Arguelles Marla y otros (2003). Lo que se aprenden en los mejores MBA: Gestión de la calidad en la empresa. Ediciones Gestión 2000 S.A. Barcelona, España.
- [RIGGS-98] Riggs, James L (1998). Sistemas de Producción. Planeación, Análisis y Control. 3era. Edición en Español. Editorlal Limusa, S.A de C.V. Grupo Noriega Editores.
- [Evans & Lindsay, 99] Evans, J.R y Lindsay, W. (1999) Administración y control de la calidad. Madrid internacional Thomson Editores. España.
- [FERRATER-93]. Ferrater Mora, José (1993). Diccionario de Filosofía Abreviado. 8va. Reimpresión.

	Editorial Sudamericana.
[Viana y Cervilla, 1998]	Viana,H y Cervilla M (1998). <u>Tecnología y Competitividad en la Industria Manufacturera</u> . Caracas. Fondo Editorial FINTEC. Venezuela.
[Villalba, 2000]	Villalba J (2000). <u>Menú estratégico. El arte de la guerra competitiva</u> . Caracas. Ediciones IESA. Venezuela.
[Gibson, Ivancevich, Donelly - 2001]	Gibson, J, Ivancevich.J , Donelly.J (2001) . <u>Las Organizaciones</u> . McGrawHill, Mexico.
[DAVENPORT, 1996]	DAVENPORT, THOMAS H (1996) <u>INNOVACION DE PROCESOS: Reingeniería del trabajo a través de la tecnología de la información</u> . Ediciones DLAZ DE SANTOS, S.A. http://books.google.co.ve/books?id=CBPoa9NOvdAC&pg=PA174&ots=sja5sdlZhm&dq=los+cambios+en+los+procesos+de+producci%C3%B3n&sig=u0SxKV3p-Fp5gozv99Ed10tS5T4#PPA37,M1
[UML-95].	UML (1995) , <u>Reference Manual Versión 0.8</u> . Santa Clara. California.Rational Corporation. http://www.rational.com/uml.htm
[UML-97].	UML (1995) , <u>Semantics Apendix M1- UML Glossary 1.0</u> . Santa Clara. Californla. Rational Corporation. http://www.rational.com/uml.htm
[http 1].	http://www.home.earthlink.net
[E.M.E -00].	Enciclopedia Microsoft Encarta 2000. Microsoft Corporation. 2000
[MEYER-99].	Meyer (1999). <u>Construcción de Software Orientado a Objetos</u> . 2da. Edición. Prentice Hall.
[http 2].	http://www ldc.usb.ve/~vtheok/uml/
[http 3].	http://www ldc.usb.ve/~vtheok/uml/uml.html
[http 4].	http://www.omg.org

[http 5]. <http://www.rational.com>

[http 6]. <http://www.rational.com/uml>

[http 7]. <http://www.systemhouse.mci.com>

[Blaha y Premerlani, 1998] Blaha Michael, Premerlani Willam (1998). Object Oriented Modeling and Design for Database Applications. Prentice Hall, U.S.A.

[R.S.C-98]. Rational Software Corporation Rational Rose Enterprise Edition (1998). Getting Results Part #:800-010265-000. Rational Software Corporation.

[RUMBAUGH-96]. Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F. y Lorensen, W (1996). Modelado y Diseño Orientados a Objetos. 1era. Edición en Español. Prentice Hall.

[http 8]. www ldc.usb.ve/~teruel/ci4712/clases2000/claseRPM.html

[http 9]. www di.uniovi.es/~cernuda/pfc/doo.pdf

[http 10]. ict.udlap.mx/activities/GIS/html/files/ModeladoDeDatos.doc

[http 11]. http://www.sappiens.com/castellano/articulos.nsf/Gesti%C3%B3n_de_la_Calidad/Control_Estadistico_de_la_Calidad/EE3F03C56831B30DC12571BE006CC582!opendocument

[http 12]. www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Planeación%20y%20Gestión%20de%20la%20Calidad.doc

[http 13]. html.rincondelvago.com/estadistica_42.html

[http 15] Rodríguez de Rivera, José (1990-1999). Desarrollo Funcional de la Calidad" (Quality Function Deployment - QFD) en el Sistema de Management del Valor. Departamento de Ciencias Empresariales - Universidad de Alcalá
http://sunwc.cepade.es/~jriviera/org_temas/aplic_org_sys/quality/qfd/intro_qfd.htm

- [Berenson y Levine,2006] Berenson & Levine (2006). Basic Business Statistics: Concepts and Applications. Prentice Hall.
- [Montgomery,1991] Montgomery, Douglas (1991). Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorlal Iberoamerica S.A. Mexico DF.
- [Icazbalceta,2005] Icazbalceta, Carlos (2005). La calidad motor del progreso. Universidad de Occidente. Sinaloa. Mexico.
- [Gutierrez,2005] Gutierrez, Andres (2005). Calidad: aceptación, discurso y realidad. Universidad de Occidente. Sinaloa. Mexico.
- [http 16]. http://www.asqnogales.org/Cursos/Disponibles/CQE_BOK.doc (Conjunto de conocimientos para el CQE de la Sociedad Americana de Control de Calidad (A.S.Q.C))
- [http 17]. www.grupokaizen.com (Instructivo para los estudios de capacidad)
- [http 18]. <http://www.qualitymag.com/softwareselector/results/listing?code=167&company=2228710&page=6> (Quality Magazine)
- [Gonzales, J. 2002]. Gonzales, J. (2002). Las normas de la calidad del software. Addison-Wesley. Iberoamericana. España.
- [Pressman, R. 2002] Pressman, R. (2002). Ingeniería del Software: Un enfoque Práctico. McGraw Hill.
- [Ortega, Perez, Rojas.2003]. Ortega, M. Pérez, M. & Rojas, T. (2003). Construction of a Sistic Quality Model for Evaluating a Software Product. Software Quality Journal, 11, 219-242.
- [http 19]. Anna. C Grimán, María Pérez, Luis. E Mendoza. "Estrategia de Pruebas para Software OO que garantiza Requerimientos No Funcionales". LISI. Departamento de Procesos y Sistemas, Universidad Simón Bolívar. Caracas Venezuela. http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/03%20evaluacion/evaluacion_15.pdf

ANEXO A

ANEXO A.1 Software de Despliegue Función de Calidad (QFD)

- o Omnex Systems – Boss
- o AcquiData Inc. -- Testream/CS
- o Delcam -- Power Inspect
- o IBS -- CompliantPro
- o IBS -- QSI System
- o IBS -- QSYS Professional
- o Item Software -- ITEM Toolkit
- o Pilgrim Software Inc. -- Q&MIS (Quality & Manufacturing Integrated System)
- o Pilgrim Software Inc. -- SmartSolve

ANEXO A.2 Software de control estadísticos de procesos (SPC)

- AAT, Applied Automation Technologies -- CappsDMIS, CappsNC [Software]
- Advanced Systems & Designs Inc. -- SPC 1+ Enterprise [Software]
- AIMS -- AIMS Analyst [Software]
- Altegra -- PLantNet SPC [Software]
- Applied Precision Inc. -- Delcam PowerInspect [Software]
- Altegra -- ProActive SQC [Software]
- Applied Precision Inc. -- PolyWorks [Software]
- ASI DataMyte -- Applied Stats Software Suite [Software]
- ASI DataMyte -- DataMetrics [Software]
- CyberMetrics Corp. -- GAGEtrak Gage Calibration Management [Software]
- DataNet Quality Systems -- QualTrend Manufacturing Intelligence [Software]
- DataNet Quality Systems -- WinSPC Statistical Process Control [Software]
- EMNS Inc. -- Global Supplier Quality Assurance [Software]
- GrayTech Systems Inc. -- RealSPC [Software]
- H & H Servico Corp. -- Sampling Plan Designer's [Software]
- Harold S. Haller & Co. -- HITS- Haller Information Technology System [Software]
- Helmel Engineering Products Inc. -- Geomet CMM Software [Software]
- Hertzler Systems Inc. -- Gain Seeker Suite [Software]
- Hertzler Systems Inc. -- inRealTime [Software]
- IBS -- QSYS Professional [Software]
- InfinityQS International -- eSPC [Software]
- InfinityQS International -- ProFicient [Software]
- Kurt Mfg. Co. Engineered Systems Division -- KurtPremium [Software]
- LifeStar -- QI Macros SPC Software for Excel [Software]

- Major Micro Systems Inc. -- SPC Express for Windows [Software]
 - Marposs Corp. -- Quick SPC for Windows [Software]
 - MasterControl -- MasterControl Quality Management Software Suite [Software]
 - Minitab Inc. -- Minitab Statistical Software [Software]
 - Mitutoyo America Corp. -- MeasurLink Process Analyzer [Software]
 - Mitutoyo America Corp. -- MeasurLink Process Manager [Software]
 - Mitutoyo America Corp. -- MeasurLink Real Time [Software]
 - Mitutoyo America Corp. -- MeasurLink Real Time PLUS [Software]
 - Net-Inspect -- Net-Inspect [Software]
-
- Northwest Analytical Inc. -- NWA Quality Analyst [Software]
 - Northwest Analytical Inc. -- NWA Quality Information System [Software]
 - Paul W. Marino Gages Inc. -- INCA [Software]
 - PQ Systems Inc. -- CHART runner [Software]
 - PQ Systems Inc. -- SQC pack EZ [Software]
 - Prolink Software -- QC-CALC Enterprise [Software]
 - Prolink Software -- QC-CALC Real-Time [Software]
 - Prolink Software -- QC-CALC SPC [Software]
 - Prolink Software -- QC-Gage [Software]
 - Q-DAS Inc. -- destra (for Six Sigma) [Software]
 - Q-DAS Inc. -- procella SPC [Software]
 - Q-DAS Inc. -- qs-STAT Capability Analysis [Software]
 - QMC LLC -- CM4D [Software]
 - Quality America Inc. -- Green Belt XL [Software]
 - Quality America Inc. -- SPC Explorer RT [Software]
 - Quality America Inc. -- SPC IV Excel [Software]
 - Quality America Inc. -- SPC-PC IV [Software]
 - Quality Measurement Systems Inc. -- SPC 1+ Navigator [Software]
 - Statit Software -- Statit Custom QC [Software]
 - Statit Software -- Statit e-QC [Software]
 - Statit Software -- Statit e-Server [Software]
 - StatPoint Inc. -- Statgraphics Centurion XV MultiLingual Edition [Software]
 - StatPoint Inc. -- Statgraphics Centurion XV.II [Software]
 - StatPoint Inc. -- Statgraphics Mobile [Software]
 - StatSoft Inc. -- STATISTICA [Software]
 - Stephen Computer Services Inc. -- DataLyzer Spectrum Enterprise Wide SPC [Software]
 - Stephen Computer Services Inc. -- SPC Quickie 98 [Software]
 - Stephen Computer Services Inc. -- SPC Wizard [Software]
 - Zontec Inc. -- Synergy 100 [Software]
 - Zontec Inc. -- Synergy 1000 [Software]
 - Zontec Inc. -- Synergy 2000 [Software]
 - Zontec Inc. -- Synergy 3000 [Software]

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.