

FW-SISPECA-00 / QFD - SAPP-00 FRAMEWORK-SISTEMA PARAMETRIZABLE DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD ORIENTADO A OBJETO PARA GESTIONAR SISTEMAS ADMINISTRATIVOS DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN USANDO LA METODOLOGÍA QFD Y APLICANDO TÉCNICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO

Resumen

Los procesos de producción son diversos, muy variados y complejos, pero todos tienen genéricamente el mismo modelo esquematizado así: Entrada (**Materia Prima**) – Proceso de Conversión (**Productos en Proceso**) – Salida (**Productos Terminados**). [01] Los procesos de producción representan la ventaja competitiva absoluta de las organizaciones. Su control y la certeza del aseguramiento de su calidad son fundamentales en todas las fases de desarrollo y operación. **El mejoramiento continuo de la calidad, y la gestión de la calidad son las ESTRATEGIAS DE PROGRESO POR EXCELENCIA.**

Los sistemas de información y las tecnologías de información proveen diferentes herramientas que maximizan la producción y permiten la satisfacción de las necesidades colectivas tanto para consumidores como para productores de bienes y servicios.

Los requerimientos generados por la mejora continua y los generados por los clientes dinamizan cambios, especialmente en los procesos de producción y en los mecanismos de control; por lo tanto las organizaciones demandan que los mantenimientos de los procesos sean más rápido, a bajo costo y sin impactos significativos o traumáticos en sus operaciones.

■ Antonio José Sucre Salas

email: ajsucre@yahoo.es, ajsucre@gmail.com, ajsucre@cantv.net

■ Jorge Molero

email: jmolero@usb.ve

■ Leonardo Contreras

email: leocon@usb.ve

Departamento de Procesos y Sistemas
Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela

Fecha de Recepción: 24 de octubre de 2008

Fecha de Aceptación: 14 de enero de 2009

En la presente investigación se diseña un prototipo orientado a objetos (POO) de un sistema de información que evalúe la calidad de un producto, basado en las especificaciones de diseño del producto, generadas por un QFD, integrado con un método de control estadístico de procesos; **el sistema es totalmente 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, o si se modifica el proceso de producción, el sistema de control de la calidad que lo controla solo requiera nuevas parametrizaciones y no mantenimientos que impliquen nuevos desarrollos del sistema de información.

Palabras claves: Control de la Calidad, QFD (Quality Function Deployment), Control Estadístico de Procesos, Orientación a Objetos, Framework, Tecnología de Información.

Abstract

Production processes are diverse, varied and complex; but all of them have generally the same pattern outlined as follows: Input (Raw Material) - Process of Conversion (products in process) - Output (finished products). [01] Production processes represent the competitive advantage of the organizations. Their control and the certainty of their quality assurance are essential at all stages of development and operation. ***The continuous quality improvement and the quality management are STRATEGIES OF PROGRESS BY EXCELLENCE.***

Information systems and information technologies provide different tools to maximize production and allow the satisfaction of collective needs for consumers as well producers of goods and services.

The requirements generated by the continuous improvement and the ones generated by the clients promote changes, especially in production processes and control mechanisms, in this way the organizations demand for faster maintenance of the processes, at low cost and without significant or traumatic impacts in their operations.

In the present investigation is designed an object-oriented prototype (OOP) of an information system to assess the product quality based on the design specifications of the product, generated by a QFD integrated with a process statistical control method; **the**

system is completely configurable and general, such that, whatever the production process to apply QFD, it could be set and get functionality for assessing the quality regarding of that production process, without modifying or creating a new system or by modifying the production process, the system of quality control that controls it only requires new parameterizations and non maintenances that imply new developments in the information system.

Keywords: Quality Control, QFD (Quality Function Deployment), Process Statistical Control, Object Oriented, Framework, Information Technology.

Introducción

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 [02]. 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 [03]) mediante el cual los elementos son transformados en productos con valor de cambio y de uso. Un proceso es un procedimiento organizado para lograr la conversión de insumos en productos, como se indica en la Figura 1 [01]

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 [02].

Cada fase se distingue por un objetivo: prever, investigar, coordinar o diseñar. La definición del objetivo señala la técnica cuantitativa más adecuada que debe aplicarse y sirve de guía para obtener la información. [02][04].

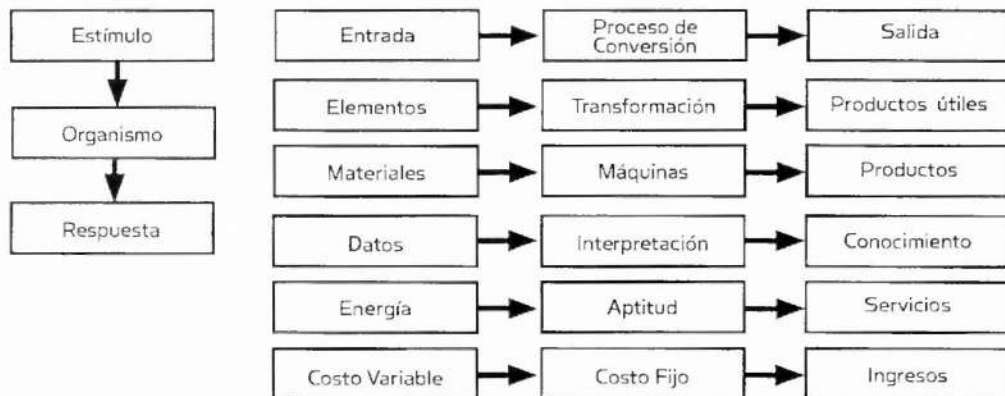


Figura 1. Ejemplos de Sistemas de Producción. Fuente: Sucre-01

Los objetivos de poner al día y mejorar un sistema dan lugar continuamente a estudios repetidos, como se ilustra en la Figura 2.

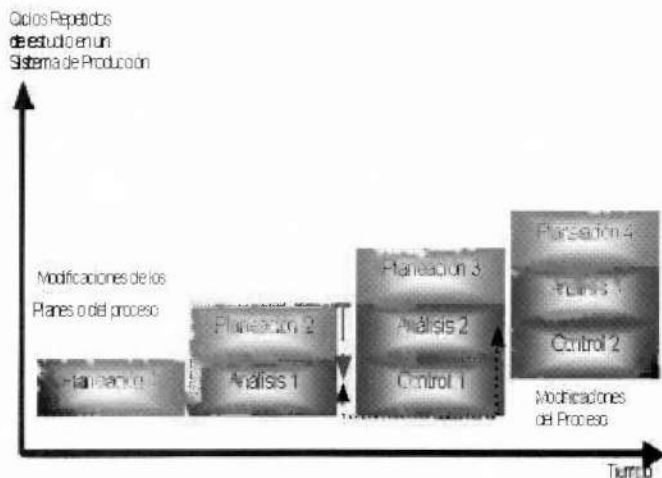


Figura 2. Ciclos de Planeación de la Producción, Análisis y Control. Fuente: Sucre-01

Según Sucre [01], al aplicar el Modelo de Escalera Escalar (SSM¹) y el Modelo de Pentágono de Coordinación (CPM¹), se integran las actividades de producción – planeación, análisis y control – con las variables de producción – factores humanos, materiales y máquinas – en un modelo holístico y se puede gestionar mejor los sistemas administrativos involucrados en dichos procesos. Esto facilita 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 3.

1 Creado por el autor de la investigación

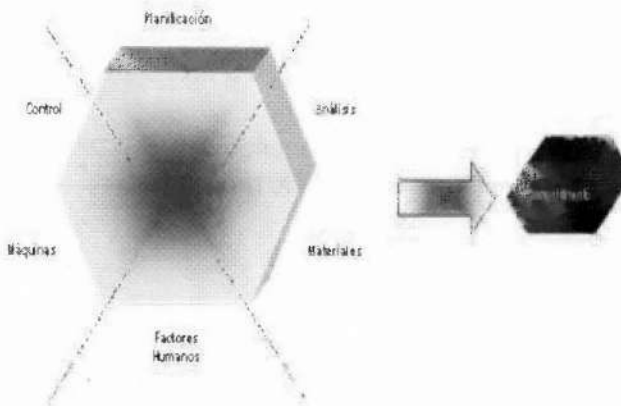


Figura 3. Integración de las Actividades con las Variables de Producción. Fuente: Sucre-01

Dada la complejidad de todos los aspectos que se involucran en un proceso de producción, *en la presente investigación se propone desarrollar una herramienta que facilite integrar las actividades de producción con las variables de producción; a través de un framework que incluya el uso del despliegue de la función de la calidad - QFD - con las funcionalidades que provee el control estadístico de procesos.*

Formulación de Objetos de la Investigación

Objetivo general:

Desarrollar un FrameWork para un Sistema Parametrizable de Evaluación de la Calidad OO para Gestionar Sistemas Administrativos de Procesos de Producción **SAPP-OO** usando la Metodología QFD y aplicando Técnicas de Control Estadístico.

Objetivos específicos

- Aplicar el Modelo de Escalera Escalar (**SSM**) y el Modelo de Pentágono de Coordinación (**CPM**), para integrar las actividades de producción con las variables de producción Figura 3. [01]
- Desarrollar un prototipo evolutivo sistémico a partir del meta-modelo (**MM**) de los procesos de producción **SAPP-OO** propuesto por Sucre [01] Figura 4
- Integrar las funcionalidades del QFD con el control estadístico de procesos

Alcance

Por su característica genérica, flexible y parametrizable, el FrameWork contenido en el prototipo puede ser usado indistintamente en organizaciones generadoras de bienes o en organizaciones proveedoras de servicios para evaluar la calidad del bien o del servicio ofertado.

Antecedentes y Marco Teórico

1. La bibliografía consultada describe, explica y ejemplifica en forma separada: Los sistemas de producción como una rama importante de la ingeniería tanto de procesos como de producción, comenzando por la revolución industrial y su impacto en los procesos productivos y el entorno económico. Se describe su evolución y los cambios que se han generado como consecuencia de los avances tecnológicos y las formas automatizadas de los procesos productivos.
2. La base para este estudio se toma del proyecto "Análisis y Diseño de Sistemas Administrativos de Procesos de Producción Orientado a Objetos" - SAPP-OO, trabajo de grado desarrollado por Antonio J. Sucre en la Universidad Simón Bolívar en el 2001. En el mismo se evalúan las

metodologías orientadas a objeto y su aplicación con UML para administrar los procesos de producción. Aunque el método seleccionado no es determinante para el Análisis y Diseño de los Sistemas Administrativos de Procesos de Producción OO, se concluyó que el método propuesto por Meyer bajo el enfoque **CPM** y **SSM** proveen las técnicas y herramientas más adecuadas para tal fin. Así mismo se recomiendan otros estudios y el desarrollo de una herramienta sistémica y flexible con el enfoque **CPM / SSM**

Marco teórico

Meta-Modelo De Los Procesos De Producción SAPP. [01]

A continuación se describe los distintos elementos que estructuran el **MM** de procesos **SAPP**, que se ilustra en la Figura 4. Cada uno de los componentes del **MM** son meta-clases o meta-flujos.

Eventos: Los eventos activan varios objetos, datos, notificaciones u otras actividades/acciones a tiempo; que inician un proceso. 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.

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.

Clientes: Es una instancia que representa el conjunto de acciones y actividades relacionadas con los clientes.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

Control y Aseguramiento de la Calidad sobre los Sistemas de Producción

La calidad posee muchas definiciones, dentro 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" [05].

La calidad se trabaja, inicialmente en una organización, como una herramienta estratégica mediante la gestión de la calidad. La gestión de la calidad tiene como visión, promover y utilizar la calidad como fuente de ventajas competitivas, haciendo énfasis en el mercado y en los clientes, abarcando todos los componentes de la organización. Los procesos de producción en serie o industrial, basados en un modelo de producción esquematizado así: materia prima (**MP**) – productos en proceso (**PP**) – productos terminados (**PT**), reclaman medios y herramientas de control en cada una de sus fases o etapas para determinar la Calidad del proceso/producto. [01]

Administración y planeación de la calidad en 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 esta alineada con la planificación estratégica de la organización. [06].

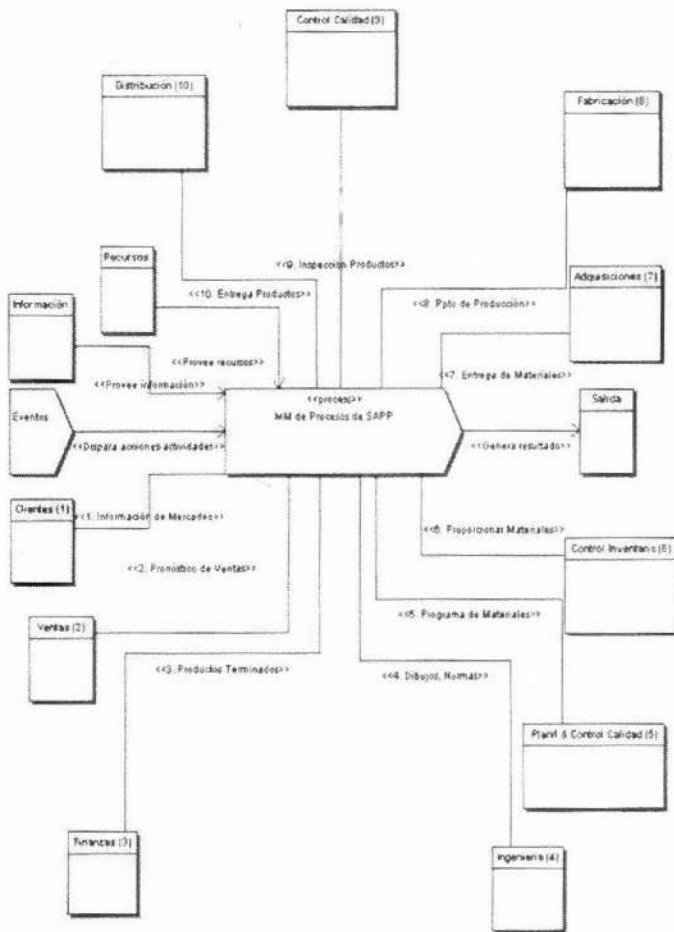


Figura 4. Meta Modelo de los Procesos de Producción SAPP
Fuente: Sucre-01

Administración de la calidad de los procesos

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

Los procesos que abarca son importantes para el negocio:

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

Procesos de diseño de los productos

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.

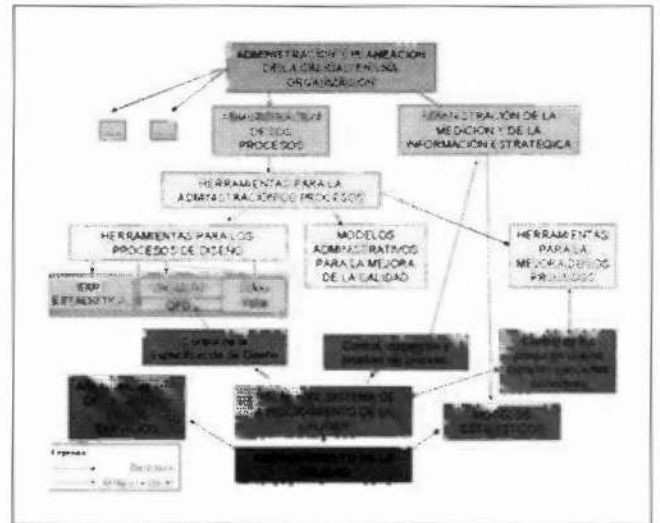


Figura 5. Estructura que relaciona los conceptos de calidad a trabajar.
Fuente: Elaboración propia basado en los conceptos de Evans.

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:

- 1.- Generación de ideas.
- 2.- Desarrollo preliminar del concepto.
- 3.- Desarrollo del proceso / producto.
- 4.- Producción a plena escala.
- 5.- Introducción en el mercado.
- 6.- Evaluación en el mercado.

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.**

Despliegue de la función de la calidad QFD.

Esta técnica pretende transformar los deseos del cliente en especificaciones técnicas correctas, que ayuden a elaborar el diseño de un producto que satisfaga las necesidades 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. En occidente se aplicó a partir de 1986 por Rank Xerox y Ford. [07].

Shigeru Mizuno define el QFD (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. [07]

Otros conceptos de QFD, obtenidos de la Asociación Latinoamericana de QFD son: [08].

Mikel Sorli y Javier Ruiz: 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: QFD es "un sistema de calidad moderno enfocado a incrementar la participación en el mercado a través de satisfacer al cliente...."

Glenn Mazur: 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: QFD es "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."

Georg Herzwurm: QFD provee una forma de comunicación entre clientes y desarrolladores de sistemas; que es sistemática, pero más informal y completa que solamente las especificaciones de requerimientos.

Robert A. Hunt: QFD ayuda a identificar qué es importante, al proveer un sistema lógico para reemplazar la toma de decisiones basada en emociones.

Francisco Tamayo y Verónica González Bosch: QFD es "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.

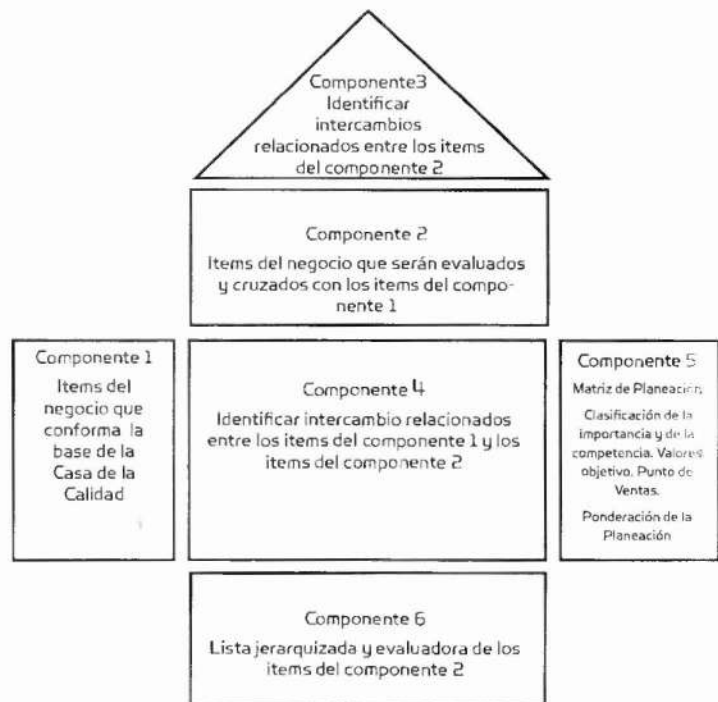


Figura 6. Estructura de la matriz QFD.
Fuente: Goetsch-02.

Estructura del QFD [09]

La analogía más usada para explicar como está estructurado el QFD es una casa, denominada gráfico de calidad o "casa" de la calidad. La Figura 6 muestra como se reúne una matriz QFD básica. La casa está compuesta por 6 componentes, y según el proceso QFD, existen 6 casas de la calidad. Los dos primeros de estos componentes toman un significado particular en cada una de las casas.

El proceso QFD

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 6. Habrá seis de tales matrices en un ciclo completo del proceso QFD. La Figura 7 muestra el flujo y el enfoque de un ciclo completo del proceso QFD.

CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

La contribución de mayor importancia del control estadístico fue la introducción de la inspección por muestreo, en lugar de la inspección al 100%. [06] [10][11].

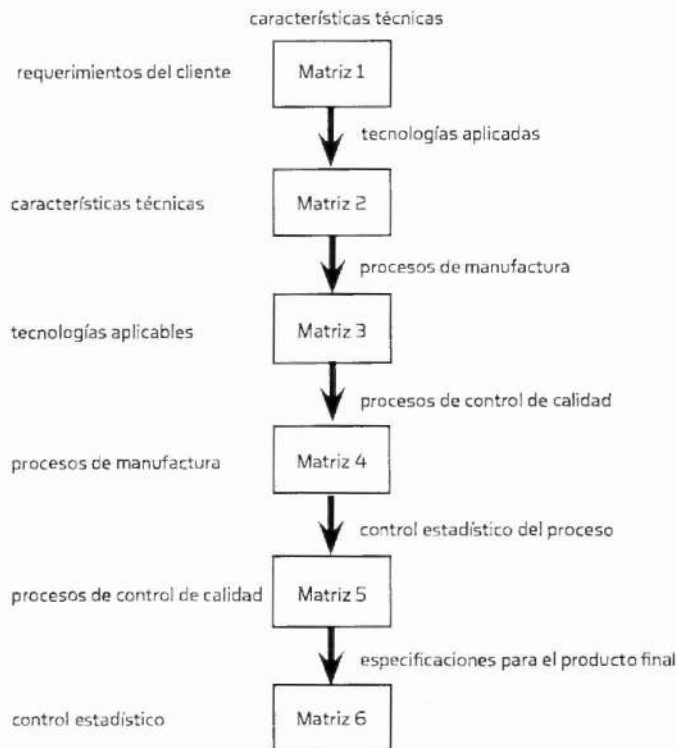


Figura 7. El proceso QFD: Un ciclo completo.
Fuente: Goetsch-02.

Gráficas de Control. [06][10][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.

Definición de las gráficas de control.

Método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un "estado de control estadístico" [06][10] [11].

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. [11]

Capacidad del Proceso.

La capacidad de un proceso es el rango de variación que, en condiciones normales, este tiene debido a las variables accidentales. Para ello se toma una muestra, que según [11] recomienda sea un mínimo de 50 muestras, cada una de las cuales debe tener mínimo 250 observaciones. Las muestras pueden tomarse a intervalos regulares o en forma aleatoria. Es indistinto, pero lo que si es importante es que se haga en ciclos de producción, horarios y días diferentes. Esa técnica permite obtener variedad en los datos sin ningún tipo de sesgo o conocimiento a priori. El personal que toma la muestra puede ser el mismo o cambiarse porque se realizan pruebas de Estimadores de Máxima Verosimilitud, lo cual indica que se valida la consistencia y confiabilidad de los datos muestrales y poblacionales. 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.

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

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

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

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

$$LC = \bar{x}$$

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

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

$$LC = \bar{x}$$

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

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 8.

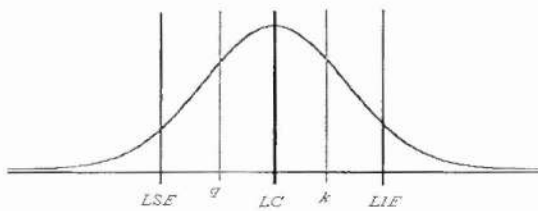


Figura 8. Gráfico que muestra rango establecido por los límites de las especificaciones.

Fuente: Montgomery-91

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 que se obtienen con nuestro proceso, ver Figura 9. [06][10][11].

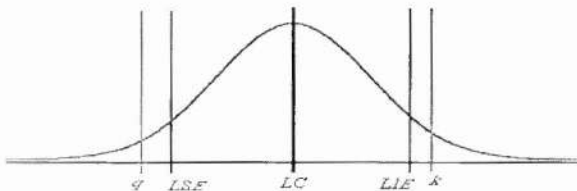


Figura 9. Gráfico que muestra diferencia entre los límites dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones.

Fuente: Montgomery-91.

Si el proceso está bajo control, todos los puntos deben tener un esquema esencialmente aleatorio. Por lo regular hay una causa por la que aparece cierto patrón no aleatorio en un diagrama de control, y si no puede encontrarla y eliminarla, es posible mejorar el funcionamiento del proceso. [11]

La 'Capacidad o Habilidad Potencial del Proceso' (HP) permite 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 a nuestro cliente. Sin embargo, en la industria se requiere de un margen de error, por lo que se busca que $CP > 1.5$.

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. [06][10][11].

Gráfico X-R. [06][10][11]

El gráfico X-R ayuda a conocer si el proceso se encuentra dentro de las especificaciones establecidas. La medición de las Variables y de los rangos de estas indican si el proceso es constante o no. Si hay una gran variación en los valores significa que el proceso está fuera de control o en otras palabras que existen Variables asignables o atribuibles que están ocasionando una variación.

Gráfico P. [06][10][11]

El gráfico P sirve para detectar artículos defectuosos cuando se están analizando Variables por atributos, proporciona la fracción o porcentaje de artículos defectuosos en la población que se encuentra bajo estudio.

Gráfico NP. [11]

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 NP.

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

Las organizaciones exitosas practican sistemáticamente la adaptabilidad a los cambios y la calidad en todos sus procesos productivos, comportamientos y estructura organizativa; lo cual le permite sobrevivir y permanecer en el mercado. 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 que rapidez la organización pueda responder a la demanda de esos cambios. [12].

Debido a los requerimientos externos e internos que constantemente provienen de los clientes o 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. [13]

Construir herramientas y modelos flexibles que permitan la rapidez de los cambios, depende 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 basado 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.

Metodologías OO para el desarrollo de software. [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. [04].

Paradigma Orientado a Objetos (OO).

A finales de la década de los años 1980 se comienza a hablar de Orientación a Objetos [01].

El "Orientado a Objetos" es un paradigma que comprende los principios fundamentales de abstracción, encapsulación, herencia y polimorfismo.

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 y evitar características incidentales extrínsecas para definir una única representación que tenga estas características que son relevantes en la definición de cada elemento del conjunto. [04][07][14][15]
- **Encapsulación:** Involucra el empaquetamiento de las representaciones enfocándose en el ocultamiento de detalles para facilitar la abstracción.
- **Herencia:** Involucra el relacionar y reutilizar las representaciones existentes para definir nuevas representaciones.[04] [07][14][15]
- **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. [04][07][14][15]

Recommended Process and Models (RPM)

La metodología **RPM** (*Recommended Process and Models*), enfatiza el análisis y diseño OO conducentes a una implementación en un lenguaje de programación orientado a objetos. Este método fue concebido para el desarrollo de sistemas de información con arquitectura de tres capas. **RPM** establece las siguientes fases en el ciclo de desarrollo del sistema:

- Fase de Planificación

Captura los requerimientos del sistema. Los productos que se obtienen son:

1. Planteamiento del problema
2. Panorama general.
3. Clientes.
4. Metas.
5. Funciones.
6. Grupos afectados.
7. Suposiciones.
8. Riesgos.
9. Dependencias.
10. Glosario.

- Fase de Análisis

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

1. Casos de Uso.
2. Diagramas de Casos de Uso.
3. Diagrama Conceptual.
4. Diagrama de Secuencia.

- Fase de Diseño

En esta fase se propone una solución al problema.

1. Diagrama de Clases.
2. Diagrama de Colaboración.

- Fase de Implementación

Fase de codificación y prueba para implementar las clases.

Object Modeling Technique - OMT. [17] [18]

La metodología propuesta por Blaha y Premerlani [19] adapta la metodología **OMT** (*Object Modeling Technique*) propuesta por [20], para construir aplicaciones con un alto componente de bases de datos. Consta de las siguientes etapas:

- Conceptualización

Define el contexto del problema y los posibles requerimientos. Considera los siguientes aspectos:

- a. Cliente.
- b. Problemas que debe solucionar el Sistema.
- c. Para cuando se necesita el sistema según el cliente.
4. Por que se necesita el sistema.
5. Como funcionara el sistema.

- Análisis

Identifica el origen del problema y devela las posibles soluciones. Considera los siguientes aspectos:

1. Planteamiento del problema [17] [18]

Debe contener:

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

-Requerimientos.

2. Diagrama Conceptual.
3. Modelo Dinámico – Opcional
4. Modelo Funcional.
5. Como funcionara.

- Diseño General

Considera los siguientes aspectos:

1. Arquitectura de Software.
2. Manejador de Base de Datos.
3. Oportunidades de re-uso.

- Diseño Detallado

Considera los siguientes aspectos:

1. Modelo de Clases.
2. Modelo Funcional refinado.
3. Evaluación Calidad del Diseño Detallado.

Unified Modeling Language - UML.

UML es un lenguaje para modelamiento de propósito general evolutivo, ampliamente aplicable, soportado por herramientas e industrialmente estandarizado. Se aplica a una multitud de diferentes tipos de sistemas, dominios y métodos o procesos [21][22].

- Como lenguaje de propósito general, se enfoca en el corazón de un conjunto de conceptos para la adquisición, 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 industrialmente 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.

UML – es un lenguaje para la especificación, visualización, construcción y documentación de los artefactos o componentes de un proceso de sistema intensivo [04][21][22].

Metodología de la Investigación

Para la elaboración de este trabajo se aplico el método de **investigación – acción** por tener como característica ser abierto y adaptable; y que consta de las siguientes fases o etapas:

- **Diagnosticar:** Consiste en la identificación de los problemas primarios que son las causas por las cuales la organización desea cambiar. Incluye la auto-interpretación del problema organizacional complejo de una manera holística. Este diagnostico desarrolla los supuestos teóricos (hipótesis de trabajo) acerca de la naturaleza de la organización y el dominio de su problema.
- **Planificar la Acción:** Especifica las acciones organizacionales que deberían relevar o mejorar los principales problemas. El plan establece el objetivo del cambio y sus enfoques.
- **Tomar la Acción:** Implementa la acción planificada. Los participantes e investigadores colaboran en la intervención activa dentro de la organización cliente, encausando ciertos cambios. Existen varias formas estratégicas de intervención: directiva (los investigadores dirigen el cambio), no directiva, tácticas.
- **Evaluar:** Determina si los efectos teóricos de la acción fueron alcanzados y si estos efectos solventaron los problemas. Donde los cambios no fueron exitosos debe establecerse algún marco para la próxima iteración del ciclo de Investigación-Acción.
- **Especificar el Aprendizaje:** Realmente es un proceso continuo. El ciclo puede continuar, haya la acción probado ser exitosa o no, para desarrollar conocimiento adicional acerca de la organización y la validez del marco teórico relevante. Como un resultado del estudio, la organización aprende más acerca de su naturaleza y su ambiente, y la constelación de elementos teóricos de la comunidad científica se beneficia y desarrolla.

En cuanto a la metodología y herramientas de desarrollo de Software:

- Para la fase de Análisis de la situación actual se uso todos los elementos contemplados por la metodología Orientada a Objetos RPM propuesta por Craig Larman, a excepción de los diagramas de secuencia.
- En el diseño del sistema parametrizable de evaluación de la calidad orientado a objetos **SISPECA-OO**, se aplico desarrollo de software iterativo e incremental, utilizando elementos de la metodología Orientada a Objetos RPM propuesta por Craig Larman, se uso el lenguaje UML y la herramienta Case de desarrollo Rational Rose (Booch – OMT). Se utilizo modelo de clases, Uses-Cases y los diagramas de colaboración donde fue necesario.
- Para el prototipo del diseño de las pantallas se uso el formato de la herramienta VisualBasic.
- Para el prototipo del diseño de la base de datos en el modelo Entidad Relación o de clases se uso la herramienta Erwin 4.01.

FRAMEWORK - SISPECA-OO / QFD – SAPP-OO

Modelamiento en UML: funcionales, de datos y dinámicos.

Modelo Funcional

El diseño general funcional que se establece en UML se muestra mediante recursos tales como: uses cases, diagramas de secuencia y de colaboración.

Se menciona el único actor que participa en la mayoría de los Use-Cases a presentar, y es el llamado Usuario Configurador, que se encargará de configurar todos los conceptos master y las matrices necesarias para completar un proceso QFD. Ver Figura 10.



Figura 10. 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>>). Se propone la Funcionalidad de Generar un producto mediante el Use-Case Definición de Producto.

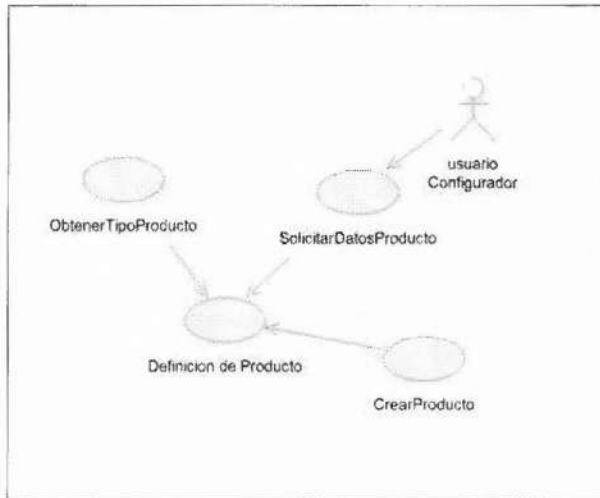


Figura 11. Use-Case Definición de Producto.
Fuente: Elaboración propia.

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 es necesaria.

FASE 1: Definición de Cliente.

El concepto de cliente en **SISPECA-OO** se muestra mediante el Use-Case Definición de Cliente Figura 12.

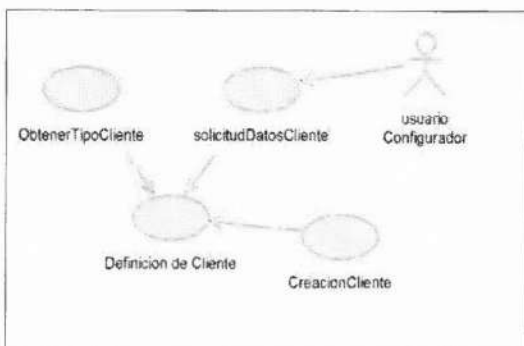


Figura 12. Definición de Cliente
Fuente: Elaboración propia.

FASE 1: Definición-Proceso-QFD.

Se define los datos básicos de un proceso QFD, de tal manera que en su diseño ya esta información esté registrada en la base de datos. Para ello se usa el diagrama Use-case Definición-Proceso-QFD, Figura 13.

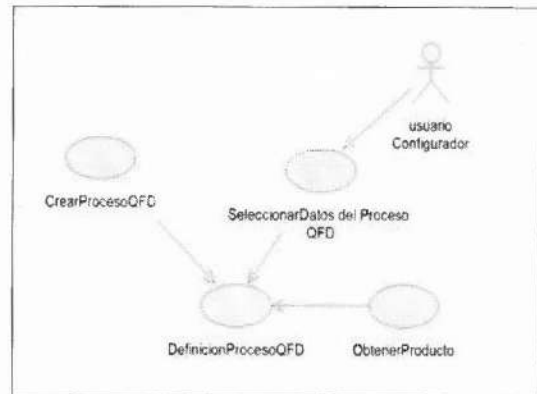


Figura 13. Use-case Definición-Proceso-QFD.
Fuente: Elaboración propia.

Para conocer la secuencia de ejecución de este proceso se observa el siguiente diagrama de secuencia (Figura 14):

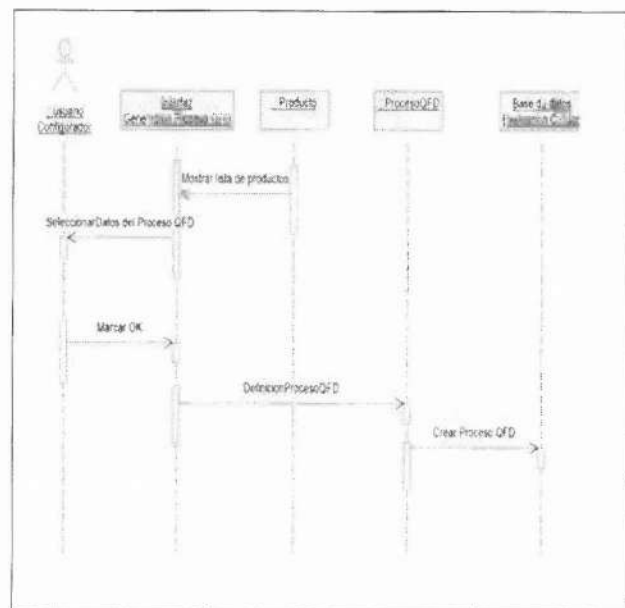


Figura 14. Diagrama de secuencia Definición-Proceso- QFD.
Fuente: Elaboración propia.

FASE 2: Creación de un Proceso QFD.

Para generar un proceso QFD que incluya la creación de sus seis (6) matrices se utiliza el Use-Case Diseño-Proceso-QFD. Ver Figura 15.

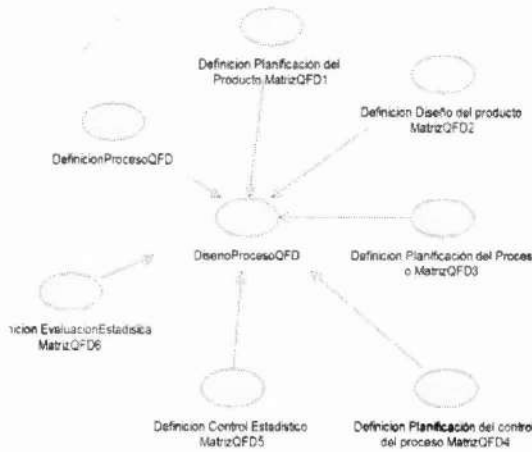


Figura 15. Use-Case Diseño-Proceso-QFD.
Fuente: Elaboración propia.

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 Proceso-QFD registrado en la Base de datos. La secuencia de ejecución de este proceso es:

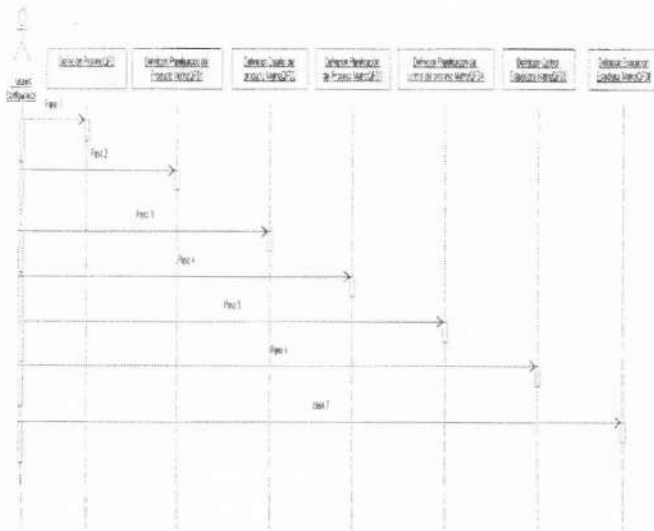


Figura 16. Diagrama de secuencia Diseño-Proceso-QFD.
Fuente: Elaboración propia.

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. Sucesivamente deben definirse las siguientes matrices es ese mismo orden:

Definición Planificación del Producto Matriz-QFD1.

Definición Diseño del producto Matriz-QFD2.

Definición Planificación del Proceso Matriz-QFD3.

Definición Planificación del control del proceso Matriz-QFD4.

Definición Control Estadístico Matriz-QFD5.

Definición Evaluación Estadística Matriz-QFD6.

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

La fase 4 contempla seis procesos que describen a cada una de la seis (6) casas de la calidad que conforman al proceso QFD y que están contenidas en el diagrama Diseño-Proceso-QFD. En cada una de ellas existen procesos comunes que serán descritos a continuación para la simplificación de la lectura.

FASE 4: Planificación del Producto Matriz-QFD1.

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 Use-Case Planificación del Producto Matriz-QFD1 se genera como una instancia del Use-Case Definición Planificación del producto Matriz-QFD1, descrito anteriormente y se puede ver en la **Figura 17**.

FASE 4: Diseño del producto Matriz-QFD2

Se trata de la configuración de la primera matriz QFD donde el componente 1 esta constituido por las características técnicas y el componente 2 por las características funcionales que definen características. El Use-Case Diseño del producto Matriz-QFD2 se genera como una instancia del Use-Case Definición proceso QFD, descrito anteriormente y se puede ver en la **Figura 18**.

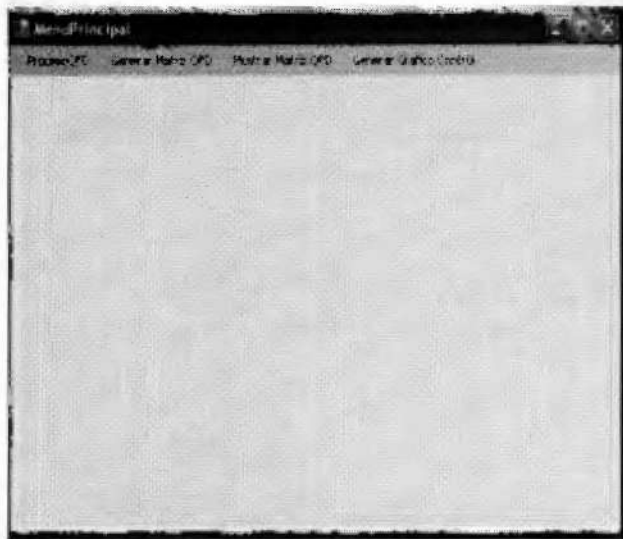


Figura 24. Menú Principal.
Fuente: Elaboración propia.

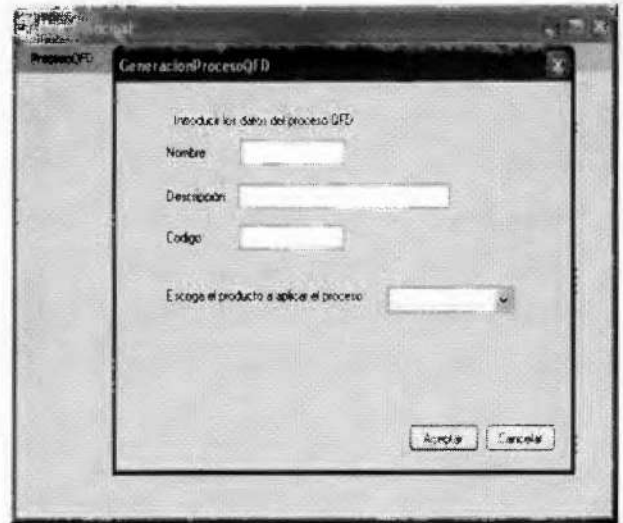


Figura 26. Opción Nuevo.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **menú Proceso-QFD**: que contiene la creación y la consulta de un proceso QFD. Ver Figura 25.

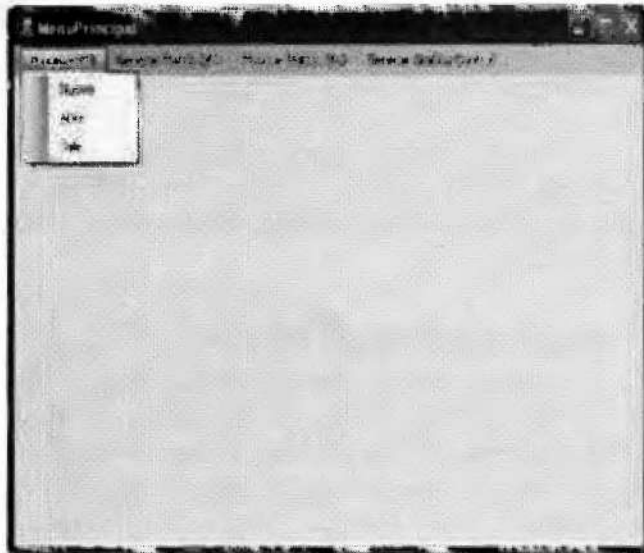


Figura 25. Menú Proceso QFD.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **menú Proceso QFD, Opción Nuevo**: que contiene la creación de un proceso QFD. Ver Figura 26.

Pantalla **menú Proceso QFD, Opción Cerrar**: De igual manera se escogerá el Proceso QFD que no será eliminado de la base de datos sino que será marcado para que no quede habilitado para su posterior uso.

Pantalla **menú Generar matriz QFD**: que contiene la creación y la consulta de un proceso QFD. En esta opción del menú principal se desglosa en 6 opciones equivalentes a la construcción de las 6 casa de la calidad que conforman un proceso QFD. Ver Figura 27.

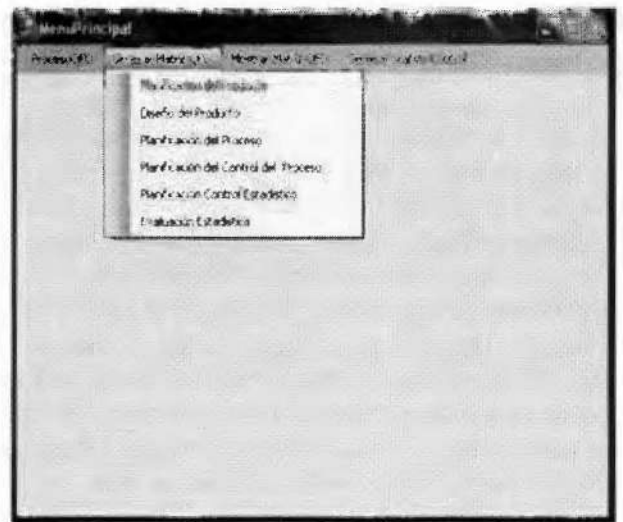


Figura 27. Generar Matriz QFD.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Generar Matriz 1 o de Planificación del producto:** que contiene la creación de una matriz tipo 1 y contiene 7 *tabs* modularizando así este proceso. Los *tabs* son los siguientes: Proceso-QFD, Req.Cliente, Carac.Tecnica, Interrelación Req-Caract, Interrelación Carac.Tecnica, Planificación Req.Cliente, Despliegue Carac. Técnicas. Ver Figura 28.

todos los requerimientos del cliente que conformarán el componente1. Ver Figura 30.

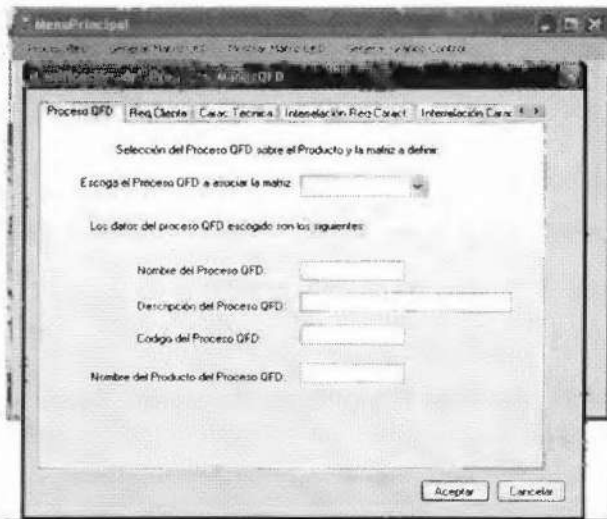


Figura 28. Planificación del Producto Matriz1-QFD
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab Proceso-QFD:** que contiene la consulta de un proceso QFD que será asociada a la matriz en construcción. Ver Figura 29.

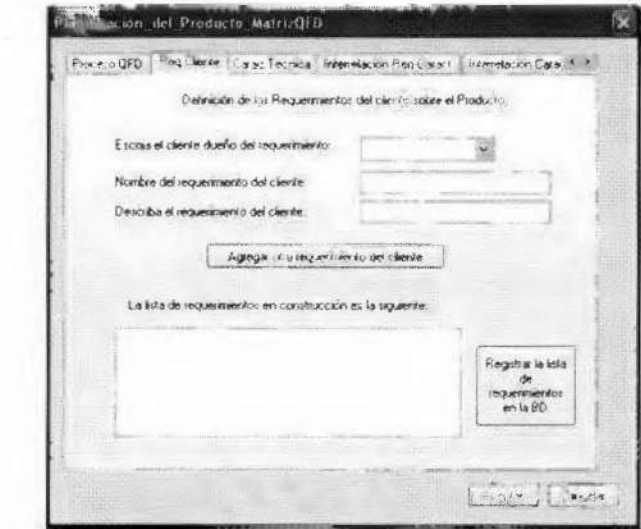


Figura 30. Tab Req.Cliente.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab. Carac.Técnica Proceso-QFD:** que contiene la definición de todas las característica técnicas posibles necesarias para conformar el componente 2. Ver Figura 31.

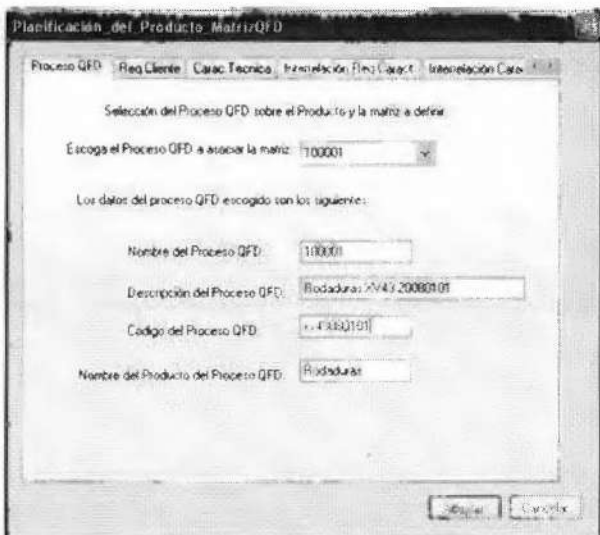


Figura 29. Tab Proceso QFD.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Tab Carac.Tecnica.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab Req.Cliente:** que contiene la escogencia del cliente y la definición y registro en BD de

Pantalla **Tab: Interrelación Req.Caract.:** que contiene la creación del componente 4 entre los re-

querimientos del cliente y las características técnicas. Ver Figura 32.



Figura 32. Tab Interrelación Req.Caract..
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab: Interrelación Carac. Tecn:** que contiene la creación del componente 3 sobre las interrelaciones entre las características técnicas primarias y secundarias. Ver Figura 33.

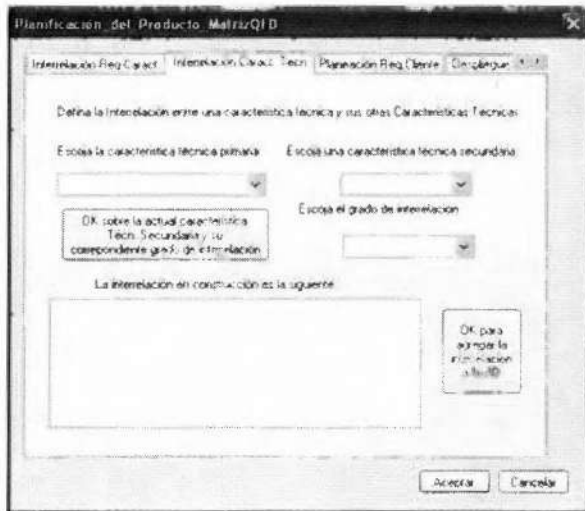


Figura 33. Tab. Interrelación Características Técnicas.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab: Planeación Req. Cliente:** que contiene la creación del componente 5 sobre los requerimientos del cliente como componente 1. Ver Figura 34.



Figura 34. Tab Planeación Req. Cliente.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Tab: Despliegue de Carac. Tecn:** que contiene la creación del componente 6 sobre las características técnicas como componente 2. Ver Figura 35.

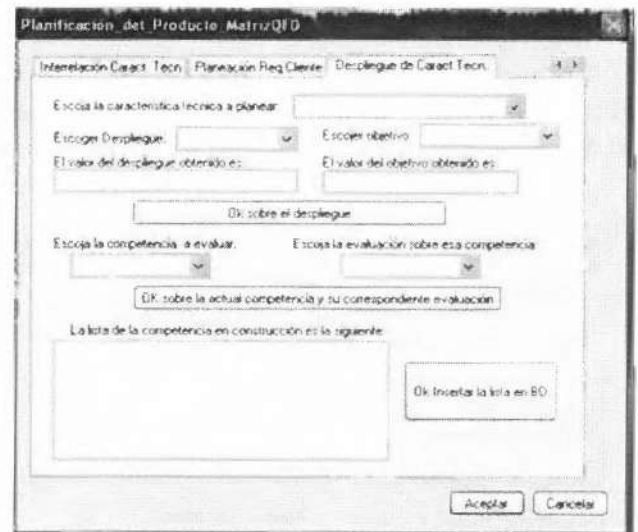


Figura 35. Tab Despliegue Características Técnicas.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **menú Generar Grafico control:** que contiene la generación de la grafica de control que se requiera, esta puede ser por atributo o por variables. Ver Figura 36.

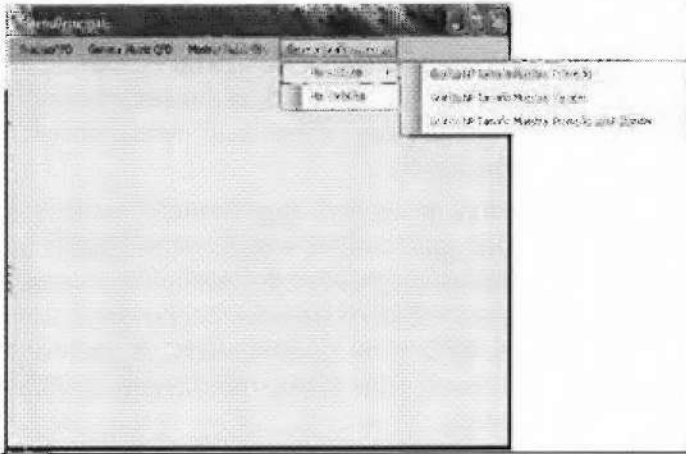


Figura 36. Generación Gráfico Control.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **menú Generar Gráfico control, opción: por atributo, opción Gráfico NP Tamaño Muestra Promedio**: que contiene la generación de la grafica del tipo atributo y con tamaño Muestra promedio. Ver Figura 37.

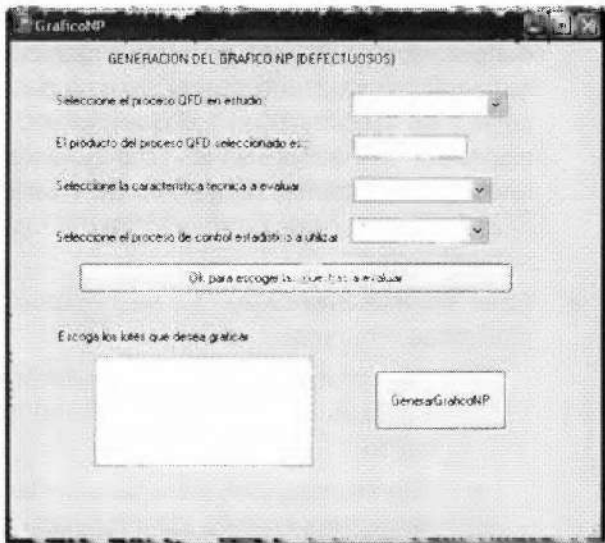
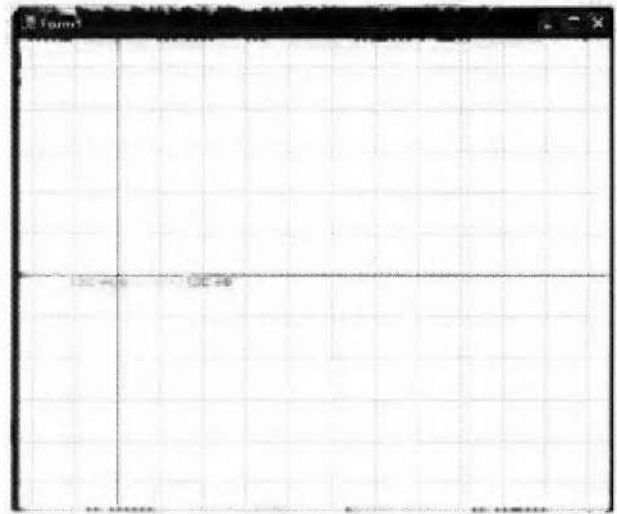


Figura 37. Tab Req.Cliente.
Fuente: Elaboración propia.

Pantalla **Forma 1**: que contiene el grid donde se dibujará la grafica de control. Ver Figura 38.



Pantalla **Ejemplo de un Grafico control, por atributo, con Tamaño Muestra Promedio**. Ver Figura 39.

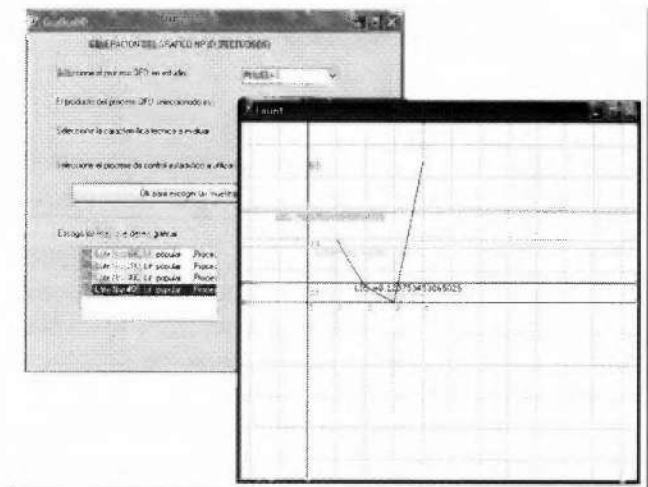


Figura 39. Ejemplo gráfico de control.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la arquitectura del software.

Para la arquitectura del software se propone un sistema n-capas, ya que permite la flexibilidad de incorporar los elementos del software tanto en una arquitectura cliente-servidor o una arquitectura WEB. Además al ser un software diseñado y cuya propuesta de desarrollo sea en Modelos y lenguajes de programación Orientado a Objeto, permite modularidad y re-uso de todos los

elementos y su incorporación en la capa en la cual se defina. A su vez cada capa se puede incorporar en un diseño de arquitectura de hardware al gusto del cliente-usuario. La propuesta de la arquitectura del software se muestra en la Figura 40.

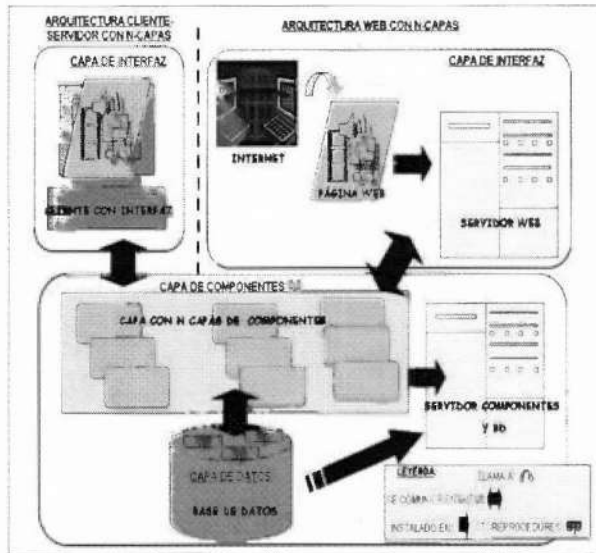


Figura 40. Arquitectura del Software SISPECA- OO.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de las herramientas a proponer en el desarrollo del software.

Para el desarrollo del software, las herramientas de desarrollo deben basarse en la arquitectura que se decida; tomando en cuenta la capacidad y el nivel de desempeño que la organización desea del sistema.

Las interfaces gráficas deben permitir una interacción muy fluida con la base de datos, ya que gran parte del sistema consiste en configurar datos y de consultarlos. Debe ser compatible en la comunicación con componentes codificados en un lenguaje OO.

Los componentes funcionales y de objetos deben usar un lenguaje de programación como java, c++ o visualbasic y deben estar contenidos en un manejador transaccional que use estos lenguajes de programación y que cumpla con los requerimientos de la organización.

La base de datos debe ser en un manejador relacional de mediana o alta capacidad y desempeño, tal como SQLServer u Oracle.

Conclusiones y Recomendaciones

- Se logró evaluar las técnicas y herramientas de control y aseguramiento de la calidad y transfórmalas en módulos dentro de un mismo sistema de información.
- Se diseñó un sistema de información a nivel de prototipo, que permite evaluar la calidad de un producto en un proceso de producción, basado en las especificaciones del diseño generadas por un QFD y de la aplicación de métodos estadísticos y las correspondientes gráficas de control.
- Se fusionaron los métodos del QFD con los métodos de los gráficos de control que permiten el análisis de la conformidad o no conformidad de la calidad de un producto.
- Se logro absoluta modularidad, escalabilidad y resuso del sistema **SISPECA- OO**, aplicando técnicas y herramientas del modelamiento y desarrollo de sistemas OO; usando el Modelo de Escalera Escalar (**SSM**) y el Modelo de Pentágono de Coordinación (**CPM**), para integrar las actividades de producción con las variables de producción.
- Se logro total flexibilidad y adaptabilidad a cambios y/o a incorporación de cualquier arquitectura de software que una organización requiera; garantizando que el sistema de evaluación de la calidad como el diseñado en este prototipo, no interfiere en las adaptaciones del resto de los sistemas de gestión de la calidad, ni en los procesos de producción sobre los que son aplicados.
- En el sistema **SISPECA- OO**, se incorporó los siguientes recursos:
 - Data cruda proveniente de diferentes sistemas de gestión y medición de la calidad
 - Uso de metadatos para transformar esa data cruda en data estandarizada para ser leída por los procesos de evaluación estadística.
- La integración con un sistema como **SAPP - OO** fue muy sencilla y de igual manera se puede integrar a otros sistemas ya establecidos.

Referencias Documentales

- [01] Sucre S, A. *Análisis y Diseño de Sistemas Administrativos de procesos de Producción Orientado a Objetos – SAPPOO*. Tesis Magistral. Universidad Simón Bolívar. 2001. Venezuela.
- [02] Riggs, J. L. *Sistemas de Producción. Planeación, Análisis y Control*. 3era. Edición en Español. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. 1998. México.
- [03] Enciclopedia Microsoft Encarta 2000. Microsoft Corporation. USA.
- [04] Meyer, B. *Construcción de Software Orientado a Objetos*. 2da. Edición. Prentice Hall. 1999. México.
- [05] Martínez M. y otros. *Lo que se aprenden en los mejores MBA: Gestión de la calidad en la empresa*. Ediciones gestión 2000 S.A. 2003. Barcelona, España.
- [06] Evans, J.R y Lindsay, W. *Administración y control de la calidad*. Madrid internacional Thomson Editores. 1999. España.
- [07] ¿Qué es el QFD? Descifrando el Despliegue de la Función de Calidad. Francisco Tamayo Enriquez y Verónica González Bosch. Asociación Latinoamérica de QFD. Fecha de Consulta: 02/08/2007. Disponible: http://www.qfdlat.com/Casos Articulos/casos_articulos.html
- [08] Tamayo, F. y González, V. Qué es el QFD? Descifrando el Despliegue de la Función de Calidad. Asociación Latinoamericana de QFD. 2000. México.
- [09] Goetsch, D. L; Stanley D. Despliegue de la Función de Calidad. (Quality Function deployment). Traducción libre del capítulo 15 del libro "Introduction to Total Quality". 2002. Editorial Merrill. U.S.A.
- [10] Berenson & Levine. *Basic Business Statistics: Concepts and Applications*. Prentice Hall 2006. U.S.A.
- [11] Montgomery, D. *Control Estadístico de la Calidad*. Grupo Editorial Iberoamerica S.A. 1991. México.
- [12] Gibson, J; Ivancevich, J; Donnelly, J. *Las Organizaciones*. McGrawHill. 2001. México.
- [13] Davenport, T. H. *Innovación de Procesos: Reingeniería del trabajo a través de la tecnología de la información*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. 1996. España.
- [14] UML y Modelamiento de Sistemas. Laboratorio Docente de Computación. Universidad Simón Bolívar, Edificio de Matemáticas y Sistemas, 2do Piso, Oficina 223. Fecha de Consulta: 24/10/2006. Disponible: <http://www ldc.usb.ve/>
- [15] IBM Rational Software. United States. Fecha de consulta: 22/05/2007. Disponible: <http://www-01.ibm.com/software/rational/sw-library/>
Inductive Revision of Quantitative Process Models. Nima Asgharbeygia, Pat Langleya, Stephen Baya, Kevin Arrigob. (a) Computational Learning Laboratory, CSLI. (b) Department of Geophysics, Mitchell Building, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA. Fecha de Consulta: 20/09/2006. 04/06/2007. 07/06/2008. Disponible: <http://csl.stanford.edu/~langley/papers/process.ecomod06.pdf>
- [16] Software Engineering. Dr. Jeffrey Blessing. Milwaukee School of Engineering. 1025 N. Broadway. Milwaukee, WI 53202-3109. USA. Fecha de Consulta: 04/06/2007. 07/06/2008. Disponible: <http://myweb.msoe.edu/~blessing/cs489/cs489-03ch2+3.pdf>
Static Neural Network Process Models: Considerations and Case Studies. D. W. Coit¹, B. T. Jackson² and A. E. Smith². (1) Department of Industrial Engineering, 96 Frelinghuysen Road, Rutgers University, Piscataway, NJ 08854-8018 USA. (2) Department of Industrial Engineering, 1031 Benedum Hall, University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA 15261, USA. Int. J. Prod. Res., 1998, vol. 36, no. 11, 2953- 2967. Fecha de Consulta: 04/06/2007. 07/06/2008. Disponible: <http://www.rci.rutgers.edu/~coit/ijpr.pdf>
- [17] Diseño Orientado a Objetos. Juan Manuel Cueva Lovelle. Departamento de Informática. Universidad de Oviedo. España. Fecha de Consulta: 02/08/2007. 18/10/2008 Disponible: www.di.uniovi.es/~cernuda/pfc/doo.pd
- [18] Consulta sobre modelamiento de datos, UML y sus características. Fecha de consulta: 02/03/2007. 12/04/2007. 02/02/2008. 21/05/2008. Disponible:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo E-R](http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_E-R)
[http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo de datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_datos)
[http://es.wikipedia.org/wiki/James Rumbaugh](http://es.wikipedia.org/wiki/James_Rumbaugh)
<http://personal.redestb.es/magabaldon/enlaces.html>
[http://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa OMT](http://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa_OMT)

<http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-modelado-sistemas-UML/doc-modelado-sistemas-uml.pdf>

<http://www.maestrosdelweb.com/editorial/modelado-de-datos-e-implementacion-de-la-base-de-datos-primer-nivel-I5/>

<http://www.itlalaguna.edu.mx/academico/carreras/sistemas/Analisis%20y%20dise%F1o%20orientado%20a%20objetos/rumbaugh.pdf>

[19] Blaha M, Premerlani W. *Object Oriented Modeling and Design for Database Applications*. Prentice Hall, 1998. U.S.A.

[20] Rumbaugh, J.; Blaha, M.; Premerlani, W.; Eddy, F. y Lorensen, W. *Modelado y Diseño Orientados a Objetos*. 1era. Edición en Español. Prentice Hall. 1996. España.

[21] UML. *Reference Manual Versión 0.8* Rational Corporation. 1995. Santa Clara. California.

[22] UML. *Semantics Apendix M1- UML Glossary 1.0* Rational Corporation. 1997. Santa Clara. California.

[23] Ferrater Mora, J. *Diccionario de Filosofía Abreviado*. 8va. Reimpresión. Editorial Sudamericana. 1993. Buenos Aires. Argentina.

[24] El "Desarrollo Funcional de la Calidad" (Quality Function Deployment - QFD) en el Sistema de Management del Valor. José Rodríguez de Rivera. Departamento de Ciencias Empresariales. Universidad de Alcalá. España. Fecha de Consulta: 20/05/2006. 03/07/2007. 18/10/2008. Disponible:

http://sunwc.cepade.es/~jrivera/org_temas/aplic_org_sys/quality/qfd/intro_qfd.htm

[25] UML® Resource Page

Visual Modelling: past, present and future. Andrew Watson Vice-President and Technical Director Object Management Group. The Object Management Group (OMG). Fecha de consulta: 02/03/2007. Disponible: <http://www.omg.org>

[26] Rational Rose Enterprise Edition. Getting Results. Part #: 800-010265-000. 1998. Rational Software Corporation.

[27] Viana, H y Cervilla M. *Tecnología y Competitividad en la Industria Manufacturera*. Fondo Editorial FINTEC. 1998. Caracas Venezuela.

[28] Villalba J. *Menú estratégico. El arte de la guerra competitiva*. Ediciones IESA. 2000. Caracas. Venezuela.