

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Ingeniería y Gestión de software
Recibido: 1/11/2012 | Aceptado: 29/05/2013

Arquitectura organizacional para soluciones empresariales de software

Organizational architecture for enterprise software solutions

Solangel Rodríguez Vázquez ^{1*}, Leyvis N. Salinas Alguacil ²

^{1*} Universidad de las Ciencias Informáticas, carretera San Antonio de los Baños km 2½, Reparto. Torrens, Boyeros, La Habana. Cuba. CP.: 19370

² Joven Club de Computación de Jagüey Grande, Matanzas. Cuba.

svazquez@uci.cu; lnsalinas11@graduados.uci.cu

Resumen

La arquitectura organizacional para soluciones empresariales de software es un modelo organizativo que tiene como objetivo contribuir a elevar la productividad de los procesos y el empleo adecuado de los recursos humanos de una organización productiva de software. Para la elaboración de la arquitectura se tuvo en cuenta los problemas en el flujo de trabajo actual, las deficiencias referentes a la distribución de roles, la inadecuada gestión del tiempo y la escasa utilización de componentes de software. Dicha arquitectura cuenta con una estructura formada por cinco entidades o componentes organizacionales las cuales son: la entidad Inteligencia, Gerencia de proyecto, Personas, Repositorio y Proceso. En cada una de ellas se organiza el trabajo a desarrollar a partir de procesos y actividades establecidas lo que ajusta el modelo a su objetivo fundamental para obtener productos con la calidad requerida. Estos procesos están concebidos para que sigan una línea de desarrollo que permita el buen funcionamiento entre las entidades. Es muy importante en este ámbito la comunicación, interacción e integración entre los componentes organizacionales ya que el trabajo de cada uno depende de los demás. La propuesta realizada fue validada mediante el método Delphi obteniendo altos resultados y aceptación para su implantación. Además demuestra que dicha arquitectura de factoría permite ser adaptado a cualquier organización o empresa teniendo en cuenta sus particularidades además de responsabilizar e identificar a los recursos humanos con su trabajo.

Palabras clave: Arquitectura organizacional, componente organizacional, fábrica de software, organización productiva de software, procesos.

Abstract

The organizational architecture for enterprise software solutions is an organizational model that aims to help increase the productivity of the processes and the proper use of human resources of an organization of software production. For the development of the model took into account the problems in the current workflow, deficiencies relating to the distribution of roles, poor time management and poor use of software components. This model has a structure consisting of five organizational entities or components which are: the entity Intelligence, Project Management, People, and Process Repository. In each work is organized to build on established processes and activities so that the model fits its fundamental aim to produce products with the required quality. These processes are designed to follow a line of development that allows for proper functioning between entities. It is very important in this area of communication, interaction and integration among organizational components since the work of each depends on the other. The accomplished proposal was validated by means of the method Delphi obtaining worked out

heights and approval for your implantation. In addition to that you prove that it enables the aforementioned architecture of factory being adapted to any organization or company taking into account his particularities in addition to hold responsible and identifying the human resources with your work.

Keywords: *Organizational component, organizational architecture, processes, software production organization, software factory.*

Introducción

Para los años noventa las empresas productoras de software se dan a la tarea de integrar nuevas ideas con el objetivo de lograr un cambio en las formas, condiciones y medios de producir software. Las fábricas de software son una propuesta que plasma la necesidad y provee de los medios para hacer la transición desde el hacer a mano hacia la fabricación o manufactura (Cabezuelo, 2009). El término Fábrica de Software fue introducido a finales de la década del 60 como una metáfora de industrialización, la que permitiría lograr incrementos de productividad al igual que en otras ramas de la fabricación de manufacturas. En Cuba existen centros en los que el desarrollo de software cuenta con un alto porcentaje de artesanía. La tendencia actual de las empresas de software cubanas es transitar de una empresa común hacia las fábricas de software en donde las mejoras del producto sean el verdadero negocio.

El modelo propuesto permite la reutilización de código, la utilización de componentes existentes y la posibilidad de integrar diferentes proyectos con características semejantes para alcanzar un desarrollo de software más ágil y eficiente a la medida del cliente. Los centros productivos de software no siempre cuentan con el recurso humano necesario para lograr satisfacer las necesidades de los mismos, esto provoca que no se aprovechen al máximo el recurso humano disponible, y que por ende no se logre una especialización de dicho personal en un rol específico dentro del proyecto productivo en que se encuentre, acarreando todo esto un atraso en la entrega y culminación del producto final.

Materiales y métodos

Modelación informática de procesos productivos

Generalmente un modelo se diseña con la intención de poder entender y explicar el funcionamiento de un sistema real que esté representado. La importancia de un modelo radica en su efectividad para lograr el objetivo por el cual fue elaborado. Las funciones fundamentales de los modelos se pueden simplificar en: ayudar a entender e interpretar las áreas donde comúnmente son empleados, contribuir al desarrollo de la comunicación, ser utilizados como una herramienta de ayuda en la experimentación.

La modelación informática de procesos permite lograr un entendimiento entre el lenguaje de los clientes y el de los desarrolladores. Tiene como objetivo obtener una comprensión de los procesos con el menor esfuerzo posible, permitiendo elevar la calidad de los procesos y mejorar la producción. Una de las áreas que es aplicada la modelación de procesos lo constituyen las fábricas de software, cuyo término se está retomando en la actualidad. Estas fábricas necesitan de un modelo que guíe y organice el trabajo que se desarrolla en la misma, teniendo en cuenta que la producción de software es muy importante para lograr la competitividad de las instituciones y la investigación en general. La modelación es aplicable a todo desarrollo de software siendo flexible y adaptable continuamente dadas las condiciones de cualquier proyecto o equipo de desarrollo.

Modelos de fábrica de software

Los Modelos de Fábrica de Software son los que se encargan de organizar el trabajo en las fábricas. A continuación se abordan varios modelos propuestos por diferentes autores y organizaciones especializadas. Se explican cinco modelos, estos son: Modelo basado en la *norma ISO 9001* y *CMM*, *Modelo CMMI*, *Modelo Clasificadorio*, *Modelo Replicable*, *Modelo de Factoría de Software aplicando Inteligencia* (INTECO, 2008).

Modelo basado en la norma ISO 9001 y CMM: Cuenta con cinco entidades detalladas: Técnicas, Proceso, Personas, Gestión y Líneas de Productos. Este modelo define cada una de las entidades por las que está compuesto así como las relaciones entre cada una de ellas y el correcto uso de las normas de calidad. Esto no lo hace significativo en la actualidad debido a la nueva creación de estándares y normas de calidad como CMMI. Dicho modelo no se enfoca lo suficiente en los resultados, la definición y medición de las áreas clave de rendimiento. No identifica y desglosa cada una de las actividades, objetivos y características fundamentales de las entidades que lo estructuran lo que provoca un indebido manejo del modelo y una mala aplicación del mismo (Li, *et al.*, 2001).

Modelo CMMI: Modelo de procesos que incluye: buenas prácticas reconocidas, referencias para fijar objetivos y referencias para fijar prioridades. Este modelo cuenta con elementos que contribuyen a la construcción del producto y determinan coste, plazos y calidad: Proceso, Áreas de proceso, Capacidad, Madurez, Organización, Modelo. Clasifica las áreas de proceso en cuatro categorías: Ingeniería, Gestión de proyecto, Gestión de proceso, Soporte. Cuenta con un ciclo de vida iterativo que integra las mejores prácticas más recientes de la industria del software y permite detectar a tiempo los riesgos de ataques en la arquitectura de procesos en una fase temprana. Posee una organización del trabajo bien definida y estructurada orientada a obtener un resultado final con la calidad requerida. (Brualla, 2001)

Modelo Clasificadorio: Clasifica las fábricas teniendo en cuenta al alcance o fases de desarrollo para lograr su funcionamiento. Este modelo se enfoca principalmente en el proceso, no tiene muy en cuenta elementos implicados en el modelo y por ende en la producción, como es el caso de la gestión y el soporte tecnológico del proyecto o el cómo organizar a las personas. Establece el proceso de acuerdo al alcance de la fábrica teniendo en cuenta las fases del proceso de desarrollo que se realicen (Marante, 2008).

Modelo Replicable: Plantea que una fábrica de software debe poseer: un modelo de organización de la producción, una unidad de producción de componentes y una unidad de producción de software. El modelo se divide en cinco áreas, define además las actividades, los objetivos y la relación que existe entre ellas: área de producción de análisis de sistema o modelado de negocio, área de producción de diseño de software, área de construcción de software, área de producción de componentes de infraestructura o activos del proceso, área de producción de componentes de código. Todo esto permite una mejor organización y estructuración del mismo, además contiene un repositorio de componentes. Sus deficiencias radican, en que no completa la gestión de proyecto y no utiliza estándares de calidad (Trujillo, 2007).

Modelo de Factoría de Software Aplicando Inteligencia: Cuenta con seis entidades: Bases tecnológicas, Proceso, Personas, Repositorio de componentes, Gestión de la Factoría, Inteligencia. Se basa en que la entrada de un proyecto son los requerimientos y el resultado final es un producto, que toma forma durante su desarrollo gracias a la intervención de las personas representadas por la entidad Personas, utilizando PSP y TSP para la planificación personal y en equipo. El proceso es automatizado y soportado por diversas tecnologías y herramientas, técnicas y mecanismos representados en la entidad Bases Tecnológicas. La reutilización tiene efectos muy positivos en el desarrollo de software, entre estos efectos están el aumento en la productividad y calidad así como la reducción del

tiempo de desarrollo, para dar soporte al proceso en este sentido la fábrica cuenta con una base de componentes reutilizables, representada en la entidad Repositorio de Componentes. Todo esto es gestionado desde la entidad Gestión de la Fábrica la que tiene la responsabilidad de definir el proceso y la estructura organizacional utilizando una metodología e ISO respectivamente. La deficiencia está dada porque no cuenta aún con la definición completa de la entidad proceso, ya que en él se describe lo más importante sin llegar a proyectar cómo y mediante qué herramientas se puede describir un proceso (Trujillo, 2007).

Fundamentación teórica de la propuesta

Se realizó una comparación de los modelos de fábrica de software analizados, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: base de la arquitectura de los modelos, establecimiento del proceso, organización de las personas, uso de componentes reutilizables, uso de bases tecnológicas, uso de la gestión de proyecto. Luego de realizada dicha comparación y de haber evaluado cada uno de los aspectos fundamentales de cada modelo, se llega a la conclusión de que es necesaria la adaptación del Modelo Factoría de Software Aplicando Inteligencia, agregándole aspectos necesarios que este no incluye, como: la profundización de la entidad proceso, la separación de algunas entidades como la entidad personas; así como procesos de estos.

Una de los propósitos fundamentales de la propuesta es lograr que la entidad o departamento funcione como una estructura organizacional basada en componentes para ello es necesario tener en cuenta:

- La organización o entidad en la cual se va a desempeñar el trabajo.
- La estructura que está compuesta por los componentes que la organizan y la ayudan a solidificar su funcionamiento.

Cuando la administración utiliza los equipos como su instrumento central de coordinación, se tiene una estructura de equipo. Las características principales de la estructura de equipo es que rompen las barreras departamentales y descentraliza la toma de decisiones al nivel del equipo de trabajo (Sálico, 2006). Las estructuras de equipo también requieren que los empleados sean tanto generalistas como especialistas. Un componente organizacional define la forma que tendrá la organización. La forma es sumamente importante por que influye sobre el trabajo de los individuos. Se define como una parte o elemento dentro de esa empresa, donde cada uno de estos componentes se distribuye y organiza por especialidad o afinidad. Por lo que se plantea que una estructura organizacional basada en componentes puede ser definida como las distintas maneras en que puede ser dividido el trabajo dentro de una organización para alcanzar luego la coordinación del mismo orientándolo al logro de los objetivos.

Propuesta de diseño de la arquitectura organizacional para soluciones empresariales de software

La arquitectura organizacional para soluciones empresariales de software o modelo de fábrica de software que se propone cuenta con 5 entidades o componentes organizacionales que posibilitan un mejor desempeño en el momento de poner en práctica la propuesta de dicho modelo:

Entidad Inteligencia o Componente Inteligencia: La Entidad o Componente Organizacional Inteligencia realiza a través de la unidad gestión de información la gestión del conocimiento para saber las potencialidades y los problemas de la fábrica, su responsabilidad es crear un ambiente en el que el conocimiento y la información disponibles en una organización sean accesibles y puedan ser usados para estimular la innovación y mejorar las decisiones, debe manejar la información interna, o sea, la gestión organizacional (Trujillo, 2007).

Ésta se retroalimenta de factores internos del departamento como el Jefe del departamento y los demás grupos de apoyo al funcionamiento organizacional del mismo. En dicha entidad el jefe de departamento será el factor esencial

para guiar y orientar el trabajo, el mismo se encargará de captar el personal que será parte del departamento y asignarlo a la entidad Persona donde se organizarán y capacitarán con ayuda de la planificación realizada en la parte de docencia de ésta entidad.

En la figura 1 se muestra cómo funciona internamente la entidad inteligencia; el jefe de departamento dirige el sistema de inteligencia empresarial dentro del departamento, los elementos que la constituyen se agrupan por equipos los cuales son: la Docencia, la Investigación y el Marketing.

Investigación: Su trabajo se basa en recopilar información sobre las convocatorias a eventos científicos, cursos o postgrados próximos, vinculados a temas a fines al departamento, también se mantiene un registro sobre la participación de profesores en dichos eventos además de maestrías o doctorados a los que estén vinculados, cuenta con la recopilación de bibliografía necesaria que puedan utilizar los profesores y estudiantes en general a cerca de un tema determinado y de índole científica.

Docencia: Área encargada de atender y controlar todos los temas de formación de pregrado de los estudiantes, haciendo énfasis en la formación en el ciclo profesional, cuyas asignaturas se imparten desde la producción. Esta área atiende además las asignaturas optativas que se ofertan como parte de la formación de los estudiantes y es el encargado de monitorear los trabajos de fin de carrera de todos los estudiantes de 5to año.

Marketing: Es el proceso de planificación y ejecución de la concepción de la comunicación y de la distribución, así como de la fijación de precios, ideas, productos y servicios, para intercambios que satisfagan a los individuos y a los objetivos de la organización. Modo de concebir y ejecutar relaciones de intercambio, con la finalidad de que sea satisfactoria a las partes que intervienen y a la sociedad, mediante el desarrollo, valoración, distribución y promoción, por una de las partes, de los bienes, servicios o ideas que la otra parte necesite.

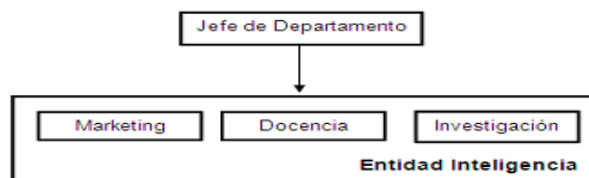


Figura 1: Entidad Inteligencia.

Algunas de las solicitudes que puede tener la entidad Inteligencia son: estudiar vías para la mejora continua de los procesos, de los indicadores del mismo y del producto, orientar nuevos proyectos sobre la base de estudios de mercado, tendencias, mejorar un producto para fortalecerlo comercialmente, encontrar nuevas aplicaciones de un producto, realizar nuevas formulaciones para mejorar un producto, orientar las características del producto que lo homologue en el mercado, orientar la imagen comercial de un producto, entre otras. Enfrenta tareas tan importantes como la prospectiva, la inteligencia competitiva y empresarial, para finalmente garantizar la viabilidad de una decisión. (Trujillo, 2007).

Entidad Gerencia de Proyecto o Componente Gerencia de Proyecto: Esta entidad o Componente Organizacional Gerencia de Proyecto se encarga de realizar una previa organización del proyecto a llevar a cabo. Para su desarrollo se tiene en cuenta: todo el proceso de gestión de la integración de proyecto, la definición y del alcance del proyecto, los plazos, costos, la calidad, la gestión de los recursos humanos, la gestión de riesgos y la mitigación de los mismos, las compras así como los suministradores y controladores. En este componente se seleccionan de Persona los RRHH que van a trabajar como tal en el proyecto o línea de producto a desarrollar.

La gerencia de proyecto tiene como misión establecer los objetivos del proyecto, definir la metodología a seguir en su realización, planificar y programar tareas y recursos, corregir desviaciones, y comunicar progresos y resultados. Ésta empieza antes de que comience el proyecto, continúa a medida que éste se desarrolla y concluye cuando finaliza el proyecto (proceso de cierre), es decir, lleva un proceso de seguimiento y control como se muestra en la figura 3 el mismo es llevado por el gerente funcional que en este caso es el jefe de línea de desarrollo o el líder de proyecto productivo.

Para llevar a cabo la correcta planificación del proyecto se debe tener en cuenta

- Especificar sus objetivos (definidos en el alcance).
- Estructurarlo en actividades y tareas.
- Establecer la secuencia, prioridades y dependencia (relaciones de precedencia) entre tareas).
- Estimar la duración de dichas tareas.
- Definir los recursos disponibles.
- Definir el presupuesto admisible.

En la Figura 2 se muestra la jerarquía que se pone de manifiesto en la fábrica o el departamento, donde además pueden existir varios gerentes funcionales (jefes de proyectos o líneas de desarrollo) como proyecto tenga el departamento y cada uno de ellos debe velar porque se cumplan todas las tareas del proyecto asignado, orientados al logro de los objetivos.

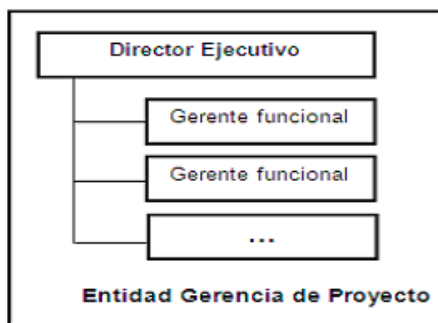


Figura 2. Entidad Gerencia de Proyecto

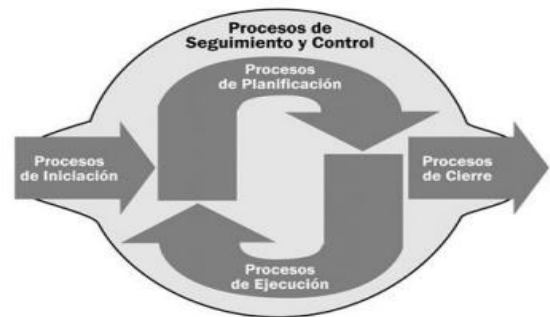


Figura 3. Proceso de Seguimiento y Control.

Entidad Personas o Componente Personas: La entidad personas permitirá la organización de los recursos humanos disponibles en la fábrica, los que serán asignados por el jefe de departamento hacia esta entidad. La misma se encargará del proceso de selección del personal, donde se evaluarán las competencias laborales y se asignarán los roles y responsabilidades de acuerdo a los resultados obtenidos. Se realizará capacitación para los RRHH que no cuenten con un buen desempeño, además de impartir cursos para superar a los mismos, teniendo en cuenta la planificación que se realice en la parte de docencia en la entidad Inteligencia.

Las personas se agruparán por equipos de trabajos, organizados de acuerdo al rol que desempeñen en el proyecto y contando con un jefe de equipo que controlará y distribuirá cada una de las tareas a realizar teniendo en cuenta las necesidades de la fábrica. El desglose de la entidad persona en pequeños equipos especializados por roles permite que en el caso de los trabajadores que estos puedan con el tiempo ir especializándose de acuerdo a su desempeño con un rol específico y en el caso de los estudiantes permitirá la rotación de roles para su acreditación en el ciclo profesional.

Los roles a tener en cuenta para formar los grupos de trabajo son:

Analistas: Son los encargados de realizar la ingeniería de software del proyecto a desarrollar en la fábrica.

Arquitectos de software: Este equipo es el encargado de seleccionar la arquitectura y todo lo relacionado con el desarrollo del proyecto, realizar una ardua vigilancia tecnológica, mantenerse actualizado con las herramientas, tecnologías y tendencias que se renuevan en el día a día para poder seleccionar la tecnología más adecuada en el momento de creación de un producto, lo cual brindará el soporte tecnológico a la Entidad Proceso dentro del proyecto que se vaya a desarrollar.

Desarrolladores: El equipo de desarrolladores se encargará de todo lo que tiene que ver con la parte de la programación del sistema.

Base de Datos: Este equipo se encarga de la parte de la construcción y elaboración de la base de datos que el proyecto pueda necesitar para el almacenamiento de la información.

Calidad: El Grupo de Calidad se encarga de: Mantener un sistema de revisiones internas que garanticen elevar los niveles de calidad del proceso de desarrollo de software. Guiar el aseguramiento de la calidad del proceso de desarrollo de software en los proyectos. Fomentar el desarrollo investigativo y ejecutar actividades de formación y superación de cada una de las temáticas y área de trabajo del grupo de calidad. Ejecutar pruebas de liberación, aceptación y pilotos al 100% de los entregables de todos los proyectos.

Planificación y control: El trabajo que se realiza consiste en actualizar y llevar un seguimiento y control de los recursos humanos del departamento y de todo el trabajo que se realiza al lado del líder de proyecto, su trabajo se centrará en todo lo relacionado con las estadísticas de estas actividades.

Cada uno de los equipos contará con un jefe los cuales rendirán cuenta a los líderes de proyectos (los que se encuentran en la entidad gerencia de proyectos) los cuales a su vez al Jefe de Departamento o de fábrica (se encuentran en la entidad Inteligencia). Cada jefe se encargará de realizar encuentros semanales o quincenales del equipo al que dirige. En dichos encuentros se intercambiarán opiniones acerca de la actividad en cuestión de cada uno de los proyectos, se le dará solución a las inquietudes de cada integrante del mismo, además de proponer posibles modificaciones en caso de ser necesario, las mismas serán intercambiadas con los demás equipos y líderes de proyecto. Agrupar a las personas por equipos de trabajo posibilita la comunicación y el intercambio de ideas en el trabajo desarrollado.

En la figura 4 se muestra como se agrupan los equipos de trabajo y la relación entre ellos.

En el momento de gestionar la calidad en la entidad Persona se realizará teniendo en cuenta lo que plantea TSP/PSP, ambos modelos se enfocan en elevar garantizar la calidad del producto de software, fomentado el trabajo en equipo y con una auto-dirección y dirección que guíe todo el trabajo que se desarrolle.

PSP y TSP: (Personal Software Process / Team Software Process) es un modelo que es utilizado para aumentar la calidad de los productos de software a través de un equipo disciplinado y auto-dirigido. A diferencia de otros modelos, el PSP se implementa a nivel personal, para después integrarse las actividades en el equipo de trabajo TSP, que a su vez se puede integrar al modelo de calidad de la organización como CMMI. (Group, Kernel Technologies, 2008)

PSP/TSP mejora el desempeño tanto de equipos como individuos; es disciplinado y ágil; provee beneficios inmediatos y medibles; acelera las iniciativas de mejora de procesos organizacionales.

Con TSP, los equipos encuentran y reparan defectos en etapas tempranas del proceso de desarrollo. Esto reduce de manera importante el tiempo de pruebas.

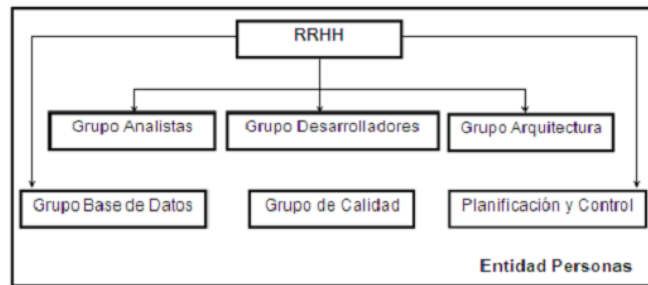


Figura 4. Entidad Persona.

Entidad Repositorio o Componente Repositorio: La entidad Repositorio se encargará de almacenar los componentes de software que se generen en la fábrica, así como cuenta con un repositorio de información donde se almacenan documentos útiles para todo el proceso que se maneja en dicha fábrica. Para el funcionamiento de dicho repositorio se debe tener en cuenta características como la búsqueda y la recuperación de estos componentes de software, además de funciones claves para un repositorio de este tipo: Ver figura 5.

Identificación y descripción: para describir un archivo se debe tener en cuenta un conjunto de características tales como: nombre, dominio, palabra clave, y otros que identificar y diferenciarlos de los otros archivos que comprenden el mismo repositorio. Para cada uno de los componentes almacenados debe ser posible determinar dentro de una forma homogénea (repositorio) los archivos del mismo tipo, los cuales deben tener el mismo conjunto de características.

Insertar componente: un repositorio debe permitir a los usuarios autorizados insertar nuevos archivos, o incluso nuevas versiones de los mismos. La inserción significa añadir al repositorio un archivo que contenga la descripción y el componente asociado.

Exploración del catálogo: a los usuarios del repositorio se le debe permitir explorar el catálogo de los archivos para que puedan comprender y analizar las características de los archivos disponibles.

Búsqueda en los textos: un repositorio debe permitir que sus usuarios hagan búsquedas más específicas de la descripción de los archivos. Como resultados se obtienen uno o más archivos que cumplen las condiciones deseadas, observando los resultados, se puede decidir por un mayor detalle o generalización de los criterios anteriores.

Recuperación: después de la identificación del archivo que se desea, un repositorio debe permitir a los usuarios recuperar los archivos para que más adelante se puedan utilizar en un proceso de reutilización (Legrá, 2011) (Tramullas, 2008).

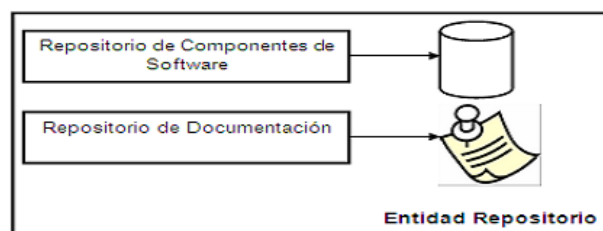


Figura 5: Entidad Repositorio.

Entidad Proceso o Componente Proceso: Esta entidad abarcará todo lo referente al proceso de desarrollo de software, control del proyecto, la gestión de personal y el cierre del proyecto. Para llevar a cabo todo este desarrollo el proceso es guiado por el estándar de calidad CMMI. El desarrollo del proceso comprende:

Requerimientos: Comprende todos los requerimientos necesarios para que el proyecto funcione, dígame tiempo, costo, organización de las personas, soporte, entre otras. En éste se define todo el proceso de desarrollo de software, se identifican los riesgos del proceso de desarrollo (esto también se realiza en la entidad gerencia de proyecto).

Metodología: Para el buen desarrollo del proceso y luego de determinado todos los requerimientos necesarios para llevar a cabo el proyecto, se deberá tener en cuenta una metodología que guíe el proceso de desarrollo de software. Esta metodología se escoge de acuerdo el proyecto que se vaya a desarrollar.

Flujo de trabajo: En el flujo de trabajo se generarán todas las actividades y tareas a solucionar, las mismas son asignadas al equipo de desarrollo de la fábrica.

Desarrollo de Software: Abarcará todo el proceso de desarrollo de software, la utilización de componentes reutilizables y todo lo referente con la elaboración del software. Se lleva además, el control del proyecto que se realiza para obtener un producto con la calidad requerida (cierre del proyecto).

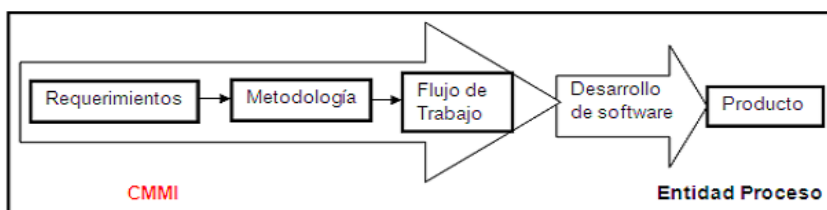


Figura 6: Entidad Proceso.

Para llevar a cabo el proceso se debe tener en cuenta todo lo antes organizado en la entidad Gerencia de Proyecto, para luego pasar a llegar a tener un acuerdo de la tarea a realizar con el cliente, el equipo confecciona el Plan del estudio de la factibilidad de realizar el proyecto. El líder de proyecto selecciona el grupo que va a dirigir la confección de la aplicación, personal ubicado en la entidad Personas.

El resultado de la unión de las actividades antes expuestas da paso a la creación y culminación de un producto con calidad y eficiencia de acuerdo a la utilización de personal y tiempo requerido.

Estructura oficial del modelo propuesto

Como se mencionó anteriormente estas entidades tienen una estrecha comunicación e integración entre ellas lo que permite un mejor funcionamiento y cooperación de los miembros de la fábrica. El flujo de trabajo entre dichas entidades se explica a continuación para su mejor comprensión.

Desde la entidad Inteligencia se fortalece el funcionamiento del trabajo a realizar en el departamento por los jefes del mismo, además de asignar por parte de este los recursos humanos a la entidad Persona. Los Directores ejecutivos (Jefe de departamento) y gerentes funcionales (jefes de proyectos) ubicados en la entidad Gerencia de Proyecto se encargarán de realizar una previa organización del trabajo a desarrollar y la selección del personal a trabajar en cada proyecto, los cuales se organizarán en la entidad Personas, los líderes de proyecto a su vez se encargan de controlar todo el proceso de desarrollo de software que se ejecuta en la entidad Proceso, así como de brindar un seguimiento y control al desarrollo de software. En la entidad Persona se organiza por equipos de trabajo el personal competente, éstos ejecutan todo el trabajo que se desarrolla en la entidad Proceso. La entidad Proceso para su funcionamiento necesitará de los componentes de software ubicados en la entidad Repositorio, así como de la documentación necesaria que brinda esta entidad, en la misma también será almacenado todo el código y el producto cuando esté terminado por los desarrolladores. En la Figura 7 se muestra como queda la propuesta de diseño de la Arquitectura Organizacional para Soluciones Empresariales de Software.

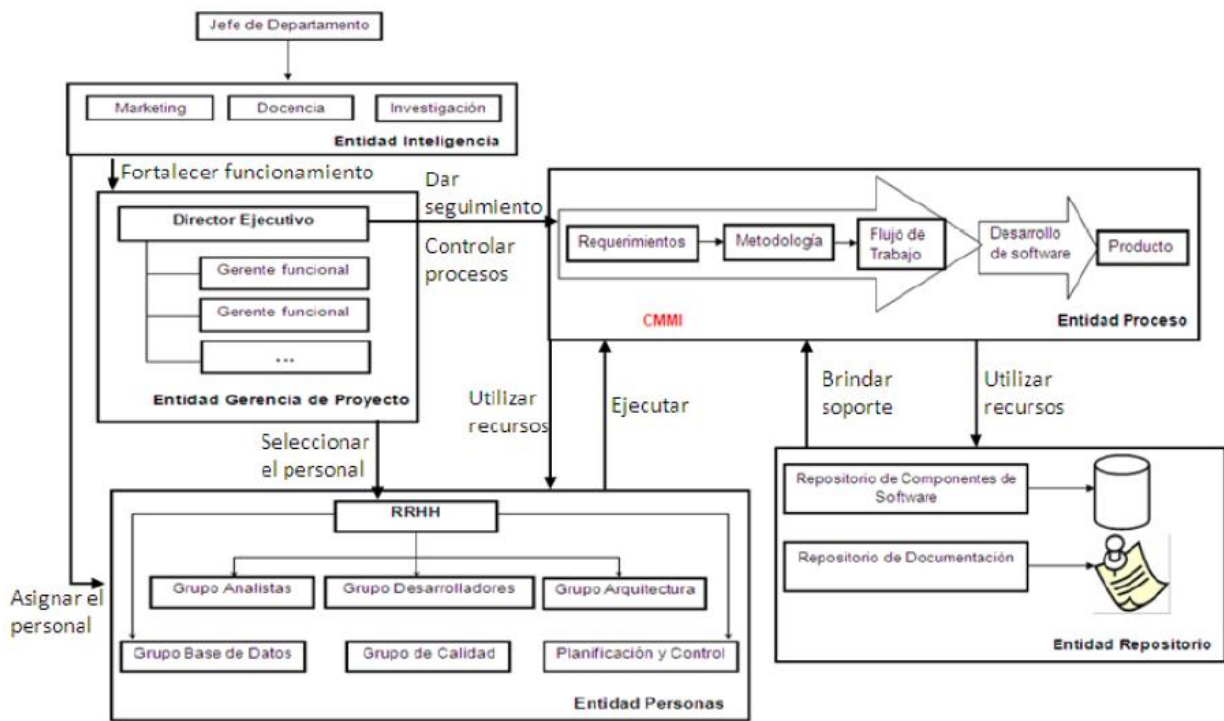


Figura 7. Arquitectura Organizacional para Soluciones Empresariales de Software.

Resultados y discusión

Luego de realizada la propuesta del Arquitectura Organizacional para Soluciones Empresariales de Software, se hace necesario validar la propuesta del mismo. Para la validación de la propuesta: Arquitectura Organizacional para Soluciones Empresariales de Software se utilizó el método Delphi (Alfaro López, et al., 2005), con el objetivo de obtener el criterio de un grupo. Este panel de expertos se conformó con especialistas que poseen experiencia en el tema relacionado con dicha investigación. Para la puesta en marcha de dicha validación se realizó la selección de los expertos basándose en los siguientes criterios:

- Graduado de Ingeniería en Informática, Ciencias Informáticas, Industrial o Licenciatura en Cibernética.
- Experiencia en el trabajo con Modelos organizacionales de la producción de software o de fábricas de software.
- Desempeñar el cargo de jefe de Departamento y tener experiencia en el mismo.
- Experiencia en como líder de proyecto productivo.
- Experiencia desempeñando un rol (analista, arquitecto, desarrollador, probador, etc.)

Para la presente investigación se tuvieron en cuenta 7 expertos, por su experiencia en el tema abordado, sus conocimientos en todo el proceso desarrollado y por cumplir los criterios antes planteados. Se elaboró un cuestionario que pretendió identificar el nivel de aceptación de los beneficiados con la propuesta y si están de acuerdo con la misma. Para lograr extraer la información necesaria teniendo en cuenta los objetivos planteados se elaboraron preguntas precisas y necesarias. Los dos tipos de preguntas seleccionadas para aplicar a los panelistas fueron: preguntas de votación y Preguntas de control. Para facilitar la revisión de los cuestionarios y verificar la similitud en las respuestas en ocasiones se recurre a respuestas categorizadas, tales como: Sí/No/, y brindar las dificultades y sugerencias que le puedan brindar a la propuesta.

Se le asignaron valores relativos a cada criterio de acuerdo al porcentaje que representa cada grupo del total y los intereses a evaluar: *Criterio 1: 15, Criterio 2: 10, Criterio 3: 15, Criterio 4: 10, Criterio 5: 10, Criterio 6: 10,*

Criterio 7: 15, Criterio 8: 15. Luego de entregados al panel de expertos el documento sobre la propuesta de la investigación se recibe de ellos los valores del peso relativo dado por ellos a cada criterio y se elabora una tabla, donde C_n son los criterios a evaluar y E_n la evaluación de los expertos.

Tabla 1. Pesos otorgados por los expertos a los criterios.

Pesos de los Criterios	Criterios de Expertos	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E _p =ΣE/5
15	C ₁	15	15	15	15	15	15	15	15
10	C ₂	10	10	10	10	10	10	10	10
15	C ₃	15	15	15	15	15	15	15	15
10	C ₄	10	10	10	10	10	10	10	10
10	C ₅	10	10	10	10	10	10	10	10
10	C ₆	10	10	10	10	10	10	10	10
15	C ₇	15	15	15	15	15	15	15	15
15	C ₈	15	15	15	15	15	15	15	15
Total		10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²

Se verificó el trabajo de los expertos, utilizando el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo Chi cuadrado (X^2).

Tabla 2. Cálculo de la Dispersión (S) para hallar la concordancia entre expertos.

Expertos/Criterios	ΣE	ΣE/C	ΣE-ΣΣE/C	(ΣE-ΣΣE/C) ²
C ₁	105	9.375	12.5	156.25
C ₂	70	6.25	-12.5	156.25
C ₃	105	9.375	12.5	156.25
C ₄	70	6.25	-12.5	156.25
C ₅	70	6.25	-12.5	156.25
C ₆	70	6.25	-12.5	156.25
C ₇	105	9.375	12.5	156.25
C ₈	105	9.375	12.5	156.25
ΣΣE/C		62.5		
S=(ΣE-ΣΣE/C)²				1250

Tabla 3. Cálculo de concordancia de Kendall.

S	E ²	C ³ -C	E ² -(C ³ -C)	E ² -(C ³ -C)/8	W=S/ E ² -(C ³ -C)/8	X ² =E* (C-1) *W
1250	25	504	12600	1575	0.7936	27.776

Se compara el Chi cuadrado real calculado con el obtenido de la Tabla de Distribución Chi, se toma $1 - \alpha = 0.99$ donde $\alpha = 0.01$ es el error permisible. Si se cumple que el X^2 real $< X^2(\alpha, c-1)$ puede decirse que existe concordancia en el trabajo de los expertos.

Según el resultado del cálculo en la tabla anterior: $20.090 < 27.776$, por tanto, existe concordancia entre los expertos.

Tabla 4. Calificación de cada criterio e índice de aceptación.

Criterios	Cp	P	P*Cp
C ₁	5	0.2	1
C ₂	4.8	0.208	0.9984
C ₃	4.4	0.227	0.9988
C ₄	4.8	0.208	0.9984
C ₅	5	0.2	1
C ₆	4.6	0.217	0.9982
C ₇	4.4	0.227	0.9988
C ₈	5	0.2	1
∑(P*Cp)			7.9926
IA=∑(P*CP)/5			1.5985

Finalmente se determina la probabilidad de éxito de la propuesta, ubicando el IA calculado anteriormente en rangos que están predefinidos en la Tabla 5, en dependencia de donde se ubique será la probabilidad de éxito que tenga la propuesta.

- Fracaso seguro: no cumple con un mínimo de variables claves.
- Baja probabilidad de éxito: no cumple con las necesidades de integración.
- Media probabilidad de éxito: cumple solo con los criterios de flexibilidad.
- Alta probabilidad de éxito: cumple con las variables claves de usabilidad e impacto.

Tabla 5. Rangos de Probabilidad de Éxito.

0.7 < IA	Alta Probabilidad de Éxito
0.5 < IA < 0.7	Media Probabilidad de Éxito
0.3 < IA < 0.5	Baja Probabilidad de Éxito
IA < 0.3	Fracaso Seguro

Finalmente se puede decir que existe alta probabilidad de éxito en el Modelo de Fábrica de Software propuesto, ya que el índice de aceptación es de 1.5985, por lo que la propuesta contribuye al perfeccionamiento del trabajo en el departamento y hace una correcta distribución de los recursos humanos.

Conclusiones

Se llevó a cabo el análisis de los Modelos de Fábrica de Software existentes en el mundo para tener en cuenta elementos esenciales para un mejor funcionamiento de la fábrica donde se vaya a aplicar la propuesta. Se realiza la explicación de la estructura organizacional basada en componentes, estructura a tener en cuenta para la elaboración del nuevo modelo de fábrica de software.

La validación realizada por el método Delphi muestra como resultado la existencia de una alta probabilidad de éxito en el Modelo de Fábrica de Software propuesto, debido a que el índice de aceptación es de 1.5985, lo que demuestra que la propuesta realizada contribuye a una mejor organización estructural y productiva del trabajo en el departamento de Señales Digitales del centro GEYSED.

Referencias

- ALFARO LÓPEZ, RICARDO MAURICIO, CASTRO RIVERA, VICTOR DANILO Y ROMERO LAINEZ, BALMORE OSMAR. Pronóstico Delphi. *Pronóstico Delphi*. El Salvador: s.n., 11 de abril de 2005. p. 14-39.
- BRUALLA, CECILIA RIGONI. CMMI: Mejora del proceso en fábricas de software. España : s.n. págs. 9-44.
- CABEZUELO, JUAN JOSÉ. Redindustria. [en línea] 2009 [Consultado el: 15 de mayo de 2010]. Disponible en: [<http://redindustria.blogspot.com/2009/06/el-origen-de-las-fabricas-de-software.html>].
- FERREIRA, GEYSA. 2011. *Gerencia de proyectos y producción de software*. Villa Clara, Cuba: s.n., 2011.
- GROUP, KERNEL TECHNOLOGIES. Metodología PSP/TSP. [en línea] 2008 [Consultado el: 13 de abril de 2010]. Disponible en: [http://www.kernel.com.mx/documentos/psp_tsp.pdf].
- HERNÁNDEZ LEGRÁ y JORGE LUIS. *Repositorio de Componentes*. Habana: s.n., 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN. *Estudio sobre el modelo de factorías de software con un enfoque nearshore*. España: s.n., 2008.
- INTECO. *Estudio sobre el modelo de factorías de software con un enfoque nearshore*. España : Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, 2008. p. 15-50.
- LI, CHAO, LI, MINGSHU Y LI, HUAIZHANG. *A Software Factory Model Based on ISO9000 and CMM for Chinese Small Organizations*. IEEE Computer Society Washington, DC, USA: Proceeding APAQS '01 Proceedings of the Second Asia-Pacific Conference on Quality Software, 2001. 0-7695-1287-9.
- MARANTE VALDIVIA, MARBYS. Geothesis. *Geothesis*. [en línea] 2008 [Consultado el: 16 de enero de 2010]. Disponible en: [<http://www.geothesis.com/index.php?>]
- NODA GARCÍA, SAYLI Y ORTEGA MONTOYA, YINIMARY. *Entidad proceso del modelo de factoría de software aplicando in-teligencia*. Habana: s.n., 2007.
- SÁLICO, MARIANO SOSA. wikilearning. *wikilearning*. [en línea] 2006 [Consultado el: 15 de febrero de 2010]. Disponible en: [http://www.wikilearning.com/curso_gratis/recursos_humanos-sistema_organizacional_estructura_organizacional_conceptos_afines/15225-17].
- Bachmann, Felix, Bass, Len y Buhman, Charles. *Technical Concepts of Component-Based Software Engineering*. s.l.: 2da, Mayo de 2000, Vol. II, p. 3-10.
- TRAMULLAS, JESÚS . Introducción a la Documática. *Sección 3: La recuperación de la información*. [en línea] 2008. [Consultado el: 20 de noviembre de 2010]. Disponible en: [<http://tramullas.com/documatica/3-1.html>]
- TRUJILLO, YAIMÍ. *Modelo de Factoría de Software aplicando inteligencia. Modelo de Factoría de Software aplicando inteligencia*. Habana: s.n., 2007. p. 6-30.