
UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS

FACULTAD 6

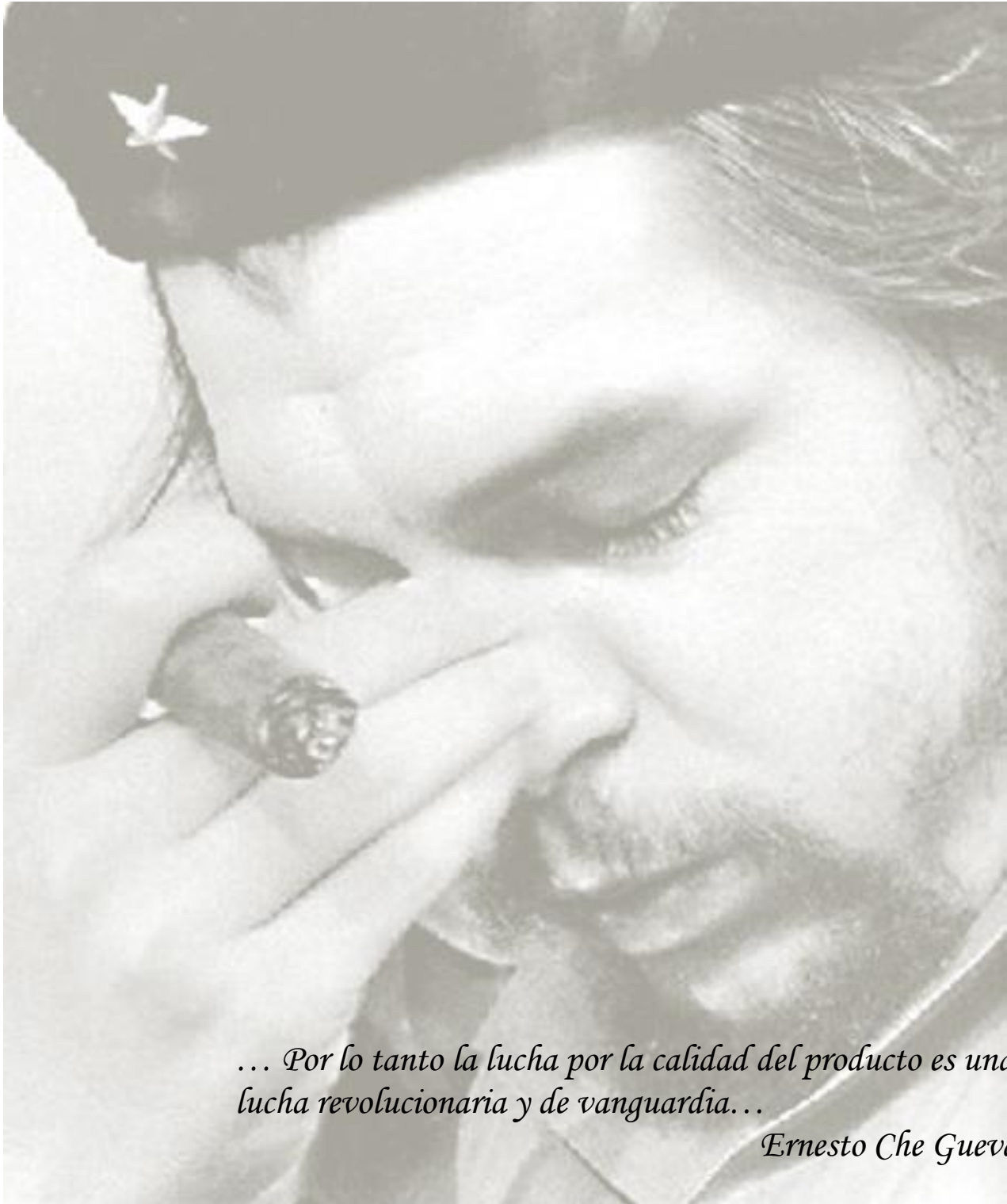


**ESTRATEGIA PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL
PROYECTO MINERÍA**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INFORMÁTICA**

AUTOR: YESSY OLIVA CRUZ

TUTOR: ING. ZAYLI RODRÍGUEZ LUIS



*... Por lo tanto la lucha por la calidad del producto es una
lucha revolucionaria y de vanguardia...*

Ernesto Che Guevara

DEDICATORIA

A mi madre por compartir otro sueño a mi lado, por ser especial y la estrella de mi vida.

A mi hermana y mi sobrina por ser las personas que más quiero en el mundo.

A todos los que me han ayudado incondicionalmente y me han dado su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Hay momentos en la vida en los que se unen dos sentimientos totalmente diferentes, alegría y tristeza, hoy es uno de esos días, tristeza porque dejas atrás una etapa bella de la vida y con ella amigos inolvidables y alegría porque se cumple el mayor sueño de todo joven universitario, porque te llevas en el corazón bellos recuerdos, porque estás frente a las personas a las que un día le prometiste que cuando llegará el instante de leer lo agradecimientos, tú que apoyaste esta lucha y la hiciste mutua, serías parte de ellos:

A la Revolución por haberme brindado la posibilidad de formarme bajo estos principios.

A la Universidad de las Ciencias Informáticas por los conocimientos y momentos tan bellos.

Al tribunal por las recomendaciones y orientaciones.

A mi oponente por las críticas constructivas.

A mi tutora por el tiempo y la dedicación.

A mi novio por estos tiempos juntos, en los que me ha entregado su comprensión y su amor incondicional.

A mi segunda familia, mis suegros y mi cuñada, por el afecto y ternura que me han entregado.

A Emilio por tanta experiencia transmitida y por los consejos tan sabios que solo él sabe dar.

A mi cuñado por ser una persona maravillosa.

A mis amigas de toda la vida Rosana y Claudia, que aunque estén lejos siempre las voy a recordar.

A Yeni por compartir los momentos buenos, lágrimas y risas.

A Yana por llegar a buena hora, cuando más se necesita a una persona como ella y quedarse para siempre.

A Krykry y Lilo por estar siempre a mi lado.

A Randy por transmitirme tan buenos valores.

A Vel, Carmita, Yunier y Rafa por esos días que compartimos juntos.

A una profe que se convirtió en una excelente consejera y amiga, Yordanys Piñeiro.

A Vivi, Noraima y a los buenos amigos de Cojedes.

A Karem por abrir sus puertas en momentos tan difíciles.

A todos los compañeros de grupo, apartamento, y proyecto por dejar historias para contar.

A todos los que confiaron en mí y me aconsejaron por el buen camino.

AGRADECIMIENTOS

A las personas más importantes de mi vida:

Mi hermana por el apoyo y el cariño brindado en todos estos años.

Mi sobrina por ser mi princesa y por tanta alegría que me ofrece.

Mi madre por ser lo que más quiero y respeto, por ser la luz de mi vida, mi guía, porque a ella le debo todo lo que soy, porque solo ella es capaz de regalar tanto amor y porque es la estrella que ha iluminado mi camino.

A ustedes les agradezco.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año _____.

Firma del autor
Yessy Oliva Cruz

Firma del tutor
Ing. Zaylí Rodríguez Luis

La calidad se define, como un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Todas las empresas y organizaciones trabajan con el fin de elaborar un producto y servicio que cumpla las expectativas del cliente. La Universidad de las Ciencias Informáticas, también se encuentra sumergida en este principio, ya que un incumplimiento de los requerimientos establecidos podría traer consigo la pérdida de confianza y prestigio.

El Proyecto Minería perteneciente a la facultad 6 no se encuentra ajeno a esta situación, por lo que la siguiente investigación: “Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería” persigue como objetivo principal confeccionar una estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos y productos del proyecto Minería.

Para ello se realizó un análisis de la situación actual del proyecto, detectando algunos problemas que podrían influir en la calidad del mismo, conociendo estos argumentos se proponen una serie de actividades que componen a la estrategia definida. La misma se ha aplicado hasta la etapa de desarrollo actual y los resultados alcanzados se encuentran registrados en esta investigación.

Palabras Claves: Calidad, Aseguramiento de la Calidad.

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| Introducción | 12 |
| Capítulo 1: Fundamentación Teórica | 16 |
| Introducción | 16 |
| 1.1 Definición de Calidad | 16 |
| 1.2 Calidad de Producto de Software | 18 |
| 1.3 Factores que determinan la calidad del software | 19 |
| 1.4 Gestión de la Calidad de Software | 21 |
| 1.4.1 Planificación de la calidad | 22 |
| 1.4.2 Control de la calidad | 22 |
| 1.4.3 Aseguramiento de la calidad | 24 |
| 1.4.4 Mejora de la calidad | 25 |
| 1.5 Modelos y Estándares de calidad de software | 25 |
| 1.5.1 Serie ISO 9000. | 26 |
| 1.5.2 Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI). | 27 |
| 1.6 Calidad del Software. Situación Actual. | 30 |
| 1.6.1 Calidad del Software a nivel Internacional | 30 |
| 1.6.2 Calidad del Software en Cuba. | 31 |
| 1.6.3 Calidad del Software en la UCI. | 32 |
| Capítulo 2. Situación del Proyecto Minería | 34 |
| Introducción | 34 |
| 2.1 Proyecto Minería. Antecedentes | 34 |
| 2.2 Impactos esperados | 35 |
| 2.3 Solución del problema | 35 |
| 2.4 Proyecto Minería. Estructura y Composición. | 35 |
| 2.4.1 Actores que integran el organismo e influyen en el proyecto | 36 |
| 2.4.2 Personal de dirección | 36 |
| 2.4.3 Roles y Responsabilidades | 37 |
| 2.5 Formulación de la Propuesta | 38 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.1 Objetivo general _____ | 38 |
| 2.5.2 Objetivos específicos _____ | 38 |
| 2.5.3 Alcance _____ | 39 |
| 2.5.4 Criterios de éxito _____ | 39 |
| 2.5.5 Riesgos _____ | 39 |
| 2.6 Proyecto de solución de software _____ | 40 |
| 2.6.1 Problemática a resolver _____ | 40 |
| 2.6.2 Objetivos Generales _____ | 40 |
| 2.6.3 Objetivos Específicos _____ | 40 |
| 2.7 Herramientas de software utilizadas en el proyecto. _____ | 41 |
| Conclusiones Parciales _____ | 41 |
| Capítulo 3. Descripción de la Solución _____ | 42 |
| Introducción. _____ | 42 |
| 3.1 Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería. _____ | 42 |
| 3.2 Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, conformando el equipo de calidad. _____ | 42 |
| 3.3 Entrenar al equipo de calidad conformado. _____ | 44 |
| 3.4 Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación. _____ | 46 |
| 3.5 Plan de Aseguramiento de la Calidad _____ | 47 |
| 3.5.1 Propósito _____ | 47 |
| 3.5.2 Alcance _____ | 48 |
| 3.5.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas _____ | 48 |
| 3.5.4 Objetivos de la Calidad _____ | 48 |
| 3.5.5 Métricas _____ | 49 |
| 3.5.6 Documentación _____ | 53 |
| 3.5.7 Estándares y Guías _____ | 53 |
| 3.5.8 Plan de Revisiones y Auditorías _____ | 54 |
| 3.5.9 Cronograma _____ | 58 |
| 3.5.10 Resolución de problemas y actividades de corrección _____ | 60 |
| 3.5.11 Herramientas, técnicas o metodologías usadas _____ | 60 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 3.5.12 Pruebas y Evaluación. _____ | 60 |
| 3.5.14 Gestión de Configuración _____ | 66 |
| 3.5.15 Registros de Calidad _____ | 66 |
| Conclusiones Parciales _____ | 68 |
| Capítulo 4: Resultados de la Solución _____ | 69 |
| Introducción _____ | 69 |
| 4.1 Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería _____ | 69 |
| 4.2 Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo. _____ | 69 |
| 4.3 Entrenar al equipo de calidad conformado. _____ | 70 |
| 4.4 Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación. _____ | 70 |
| 4.5 Elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad _____ | 71 |
| 4.6 Aplicar el Plan de Aseguramiento de la Calidad. _____ | 71 |
| Conclusiones Parciales _____ | 82 |
| Conclusiones Generales _____ | 83 |
| Recomendaciones _____ | 84 |
| Glosario de Términos _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexos _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexo 1: Niveles de CMMI. _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexo 2: Roles y responsabilidades del Proyecto Minería. _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexo 3: Responsabilidades para el Rol de Diseñador de Pruebas. _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexo 4: Responsabilidades para el Rol de Revisor Técnico. _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |
| Anexo 5: Responsabilidades para el Rol de Probador. _____ | <i>¡Error! Marcador no definido.</i> |

| | | |
|-------------------------------------------------------|-------|-------------------------------|
| Anexo 6: Tareas de Aseguramiento de la Calidad | _____ | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 7: Encuesta al Equipo de Calidad | _____ | ¡Error! Marcador no definido. |
| Anexo 8: Entrevista al Jefe de Proyecto | _____ | ¡Error! Marcador no definido. |
| Referencias Bibliográficas | _____ | 85 |

Introducción

En la actualidad la Industria del Software se desarrolla y crece paulatinamente, logrando numerosos avances a nivel mundial. Como rige la lógica, las necesidades dan paso a oportunidades, de aquí el notable auge de las empresas, ya que surgen nuevos retos que resolver.

Esta evolución mundial ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se le proporciona al consumidor y, en definitiva, a la sociedad, y cómo poco a poco se han ido involucrando todas las organizaciones en la consecución de este fin, para de esta forma lograr la satisfacción del cliente.

La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto, sino que es un factor estratégico del que dependen la mayor parte de las instituciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

Una de las principales fases dentro de la elaboración de un proyecto es el Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA), un modelo sistemático y planeado de todas las acciones necesarias para proveer la confianza adecuada, según los requerimientos técnicos establecidos, de cada producto e ítem del proyecto.

Cuba desde hace varios años se ha dedicado a desarrollar y expandir la industria de software a través de diversos proyectos y programas productivos, ejemplo de esto se evidencia en la creación de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), la cual se dedica al estudio, investigación y producción de software.

En la actualidad la universidad está desarrollando un programa de mejora de sus procesos basado en el modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) con la contratación de los servicios de consultoría del SIE Center (Software Industry Excellence Center) del Tecnológico de Monterrey.

El programa de mejora está encaminado a que el centro alcance una certificación internacional del nivel 2 del modelo CMMI, hecho que la convertiría en la primera empresa cubana certificada con este modelo.

En la universidad se han creado numerosos proyectos, y a su vez se han consolidado las estructuras productivas basándose en las potencialidades tecnológicas existentes, muchos de estos proyectos representan para el país un agudo crecimiento en cuanto a desarrollo productivo y económico.

En la UCI es de vital importancia el trabajo del grupo de calidad, el cual participa en la revisión de los productos seleccionados para determinar si son conformes o no a los procedimientos.

En el país en estos momentos, se explotan importantes yacimientos polimetálicos de cromo, níquel, cobalto, hierro y otros. Se ha incrementado la producción de materiales de la construcción y la extracción de petróleo.

Debido a los pasos positivos entorno al perfeccionamiento de la actividad minera, surge la necesidad de crear un software ecológico minero cubano y desarrollar una herramienta potente que permita calcular los recursos y reservas minerales, ya que el país compra dichas herramientas a un precio elevado y en algunas ocasiones se dificulta por el bloqueo.

En la facultad 6 se desarrollan numerosos proyectos, dentro de estos se encuentra el Proyecto Minería. El mismo con la colaboración de distintas entidades ecológicas mineras desarrollan la herramienta antes mencionada.

El Proyecto Minería cuenta con personal preparado para el desarrollo del mismo, pero existen limitantes en cuanto al Aseguramiento de la Calidad del proceso y producto. Estos problemas pueden conllevar a un producto final insuficiente, inconformidades por parte del cliente y pérdida de confiabilidad.

Con el conocimiento de estas limitantes surge el **problema científico**:

¿Cómo asegurar la calidad de los procesos y productos del proyecto Minería?

Una vez identificado el problema científico se determina que el **objeto de estudio** es la gestión de la calidad en el proceso de desarrollo de software del proyecto Minería.

Definiéndose como **campo de acción** el aseguramiento de la calidad para el Proyecto Minería.

Se plantea como **objetivo general** confeccionar una estrategia para el Aseguramiento de la Calidad de los procesos y productos del proyecto Minería.

Para darle cumplimiento al objetivo propuesto se plantean las siguientes tareas de la investigación:

1. Actualización del Estado del Arte sobre el Aseguramiento de la Calidad de los procesos de desarrollo de software.
2. Caracterización del proyecto Minería con respecto al Aseguramiento de la Calidad para la identificación de las deficiencias y dificultades en el mismo.

3. Caracterización de los modelos y estándares que existen internacionalmente para el proceso de aseguramiento de la calidad de un software.
4. Caracterización de las métricas que se utilizan en el proceso de evaluación del software.
5. Elaboración de un plan de Aseguramiento de la Calidad del proceso y el producto para el Proyecto Minería.
6. Aplicación del plan propuesto.
7. Documentación de los resultados de la aplicación para darle seguimiento.
8. Validación de la propuesta realizada.

Asegurando la **idea a defender**, la cual consiste en que con el diseño y puesta en práctica de una Estrategia de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto Minería se logrará que el desarrollo de los procesos y productos cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Con el desarrollo, fundamentación e investigación que se lleva a cabo se pretende como **posible resultado** la disminución de las No Conformidades de los productos del proyecto Minería.

Para el desarrollo de esta investigación se emplearán algunos métodos científicos de la investigación. Estos guiarán el estudio de cada tema y posibilitarán arribar fácilmente a la solución esperada.

Los métodos teóricos permiten estudiar las características del objeto de investigación que no son observables directamente, facilitando la construcción de modelos e hipótesis de investigación y creando las condiciones para ir más allá de las características superficiales de la realidad, contribuyendo al desarrollo de las teorías científicas.

Los métodos empíricos permiten determinar el método de recolección de datos y tipo de instrumento que se utilizará, para lo cual deberán tomarse en cuenta todos los momentos anteriores, en especial los objetivos y las categorías del estudio.

Se utilizará el método Analítico-Sintético a través del cual se analizan los elementos de la situación problemática, relacionándolos entre sí y vinculándolos con la situación como un todo y el Histórico-Lógico, que permite estudiar la trayectoria real de los fenómenos y acontecimientos en el decursar de su historia.

Ambos serán utilizados en la confección de la Fundamentación Teórica el primero permitirá identificar de toda la información que aborda el tema estudiado, los elementos

particulares para esta investigación y el Método Histórico-Lógico ayudará a comprender la lógica y el desarrollo del fenómeno analizado.

Por otra parte, en lo concerniente a la elaboración de la solución que será propuesta, se empleará el método Inductivo-Deductivo que permitirá a partir del estudio de hechos aislados arribar a proposiciones generales e inferir casos particulares a través de un razonamiento lógico.

Como método empírico se empleará la entrevista ya que se llevará a cabo una conversación planificada entre el investigador y el entrevistado para obtener información. Este método se utilizará en los momentos que se requiera, ya que la comunicación y entrevista es constante.

Se realiza una estructuración de los capítulos pertenecientes al presente trabajo con el objetivo de obtener una mayor organización, a continuación se muestra la estructura capitular:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica. En este se muestran teóricamente los conceptos, definiciones y aspectos importantes que tributan al trabajo, la definición del término de calidad, basado por varios criterios de diversos especialistas del tema, se reflejan los modelos y estándares de calidad de software haciendo hincapié en el modelo CMMI.

Capítulo 2: Situación del Proyecto Minería. En este capítulo se muestra la situación actual del Proyecto Minería, características específicas, se estudian los aspectos principales del mismo, como estructura y composición, los roles y responsabilidades definido, soporte tecnológico, entre otras particularidades, obteniendo una visión general del mismo.

Capítulo 3: Descripción de la Solución. En este capítulo, se describe la Estrategia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto Minería, se plantean las actividades a realizar, las tareas que se continuarán aplicando durante el proceso de desarrollo así como una mejor distribución de roles, se propone el Plan de Aseguramiento de la Calidad, entre otros aspectos, con el fin de lograr una mayor calidad.

Capítulo 4: Resultados de la Solución. En este capítulo se ponen en práctica las actividades de la Estrategia de Aseguramiento de la Calidad del Proyecto Minería, se aplica el Plan de Aseguramiento de la Calidad y se arriban a resultados consistentes.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Introducción

Actualmente, la satisfacción hacia el uso de un producto puede marcar una gran diferencia en el mercado de productos similares. Es así como el desarrollo de artículos que satisfacen las expectativas de los clientes y usuarios marcarán la diferencia entre dos organizaciones que desarrollan productos que compiten en el mercado.

La calidad del software en ocasiones se descuida, arrastrando consigo problemas a la hora de la entrega del producto final, ya que no se detectan todos los errores existentes, razón para que surjan inconformidades por parte de los clientes.

Con el fin de evitar estas situaciones, las cuales son muy engorrosas para cualquier empresa o institución, es preciso conocer todos los elementos relacionados con el aseguramiento de la calidad, garantizando confianza y prestigio.

En este capítulo se muestran teóricamente los conceptos, definiciones y aspectos importantes que tributan al trabajo de diploma. Se expone una definición del término calidad, basado en planteamientos de diversos especialistas y los propios autores de este trabajo.

1.1 Definición de Calidad

En la actualidad se pueden encontrar muchas definiciones en los textos de calidad, todas muy similares, según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) es la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a un objeto que permiten apreciarlo como mejor, igual o peor que otros objetos de su especie.

Pressman plantea que la calidad es la concordancia del software producido con los requerimientos explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente, que desea el usuario.

La palabra calidad tiene múltiples significados:

- Es un conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas.(1)
- Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos.(2)
- Conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones, o también como comúnmente es encontrar

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente.

La calidad es controlada por reglas, las cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto.

Existen varios autores calificados como Gurús de la Calidad que definen calidad como sigue:

- Calidad, significa desarrollar, diseñar, producir y mantener un producto que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. [Kaoru Ishikawa]
- Calidad, es la aplicación de los principios y técnicas estadísticas en todas las fases de la producción, dirigida a la fabricación más económica de un producto (servicio) que es útil en grado máximo y que tiene mercado. [William Edwards Deming]

La calidad del software es una preocupación a la que se dedican muchos esfuerzos, sin embargo, el software casi nunca es perfecto. Todo proyecto tiene como objetivo producir software de la mejor calidad posible, que cumpla, y si puede supere las expectativas de los usuarios.

La calidad de los productos puede medirse como una comparación de sus características y atributos.

La calidad de un producto de software se puede medir descomponiendo la calidad del producto en características y estas en criterios que pueden ser medidos mediante métricas. (3)

En cualquier caso, el incumplimiento de los requisitos de calidad en cualquiera de las dos dimensiones puede tener consecuencias negativas graves para cualquiera o todos los interesados en el proyecto. Por ejemplo:

- Cumplir con los requisitos del cliente haciendo trabajar en exceso al equipo del proyecto puede producir consecuencias negativas, tales como un desgaste elevado de los empleados, errores involuntarios.
- Cumplir con los objetivos del cronograma del proyecto ejecutando apresuradamente las inspecciones de calidad planificadas puede producir consecuencias negativas cuando los errores no se detectan. (4)

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Existen algunos requisitos implícitos o expectativas que a menudo no se mencionan, o se mencionan de forma incompleta (por ejemplo el deseo de un buen mantenimiento) que también pueden implicar una falta de calidad.

Los requisitos del software son la base de las medidas de calidad, si falta concordancia con los requisitos faltará a su vez calidad. Los estándares o metodologías definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la ingeniería del software, si no se sigue ninguna metodología siempre habrá falta de calidad. (5)

1.2 Calidad de Producto de Software

El objetivo principal de la calidad a nivel de producto es conocer el nivel de satisfacción de los clientes con el producto evaluado y con la empresa desarrolladora, también facilita ofrecerle al software la opinión de usuarios con experiencia en la utilización del producto.

Las entidades que intervienen son:

- Cliente o usuario
- Empresario o empresa desarrolladora
- Personal técnico

El problema es la disparidad de criterios de evaluación y la solución es la adopción de alguna metodología basada en estándares, adopción de un modelo para evaluar y métricas para medir, permitiendo evaluar y planificar acciones para las mejoras.

Los fundamentos de la metodología son los que se muestran a continuación:

- Investigación de campo cualitativa, realizada a través de entrevistas.
- Entrevistas estándares y estructuradas, con preguntas cerradas y abiertas.

Los entrevistados son expertos o usuarios con amplia experiencia de uso con el producto.

- Confidencialidad de las entrevistas.
- Búsqueda de convergencia de las respuestas en el conjunto de entrevistas.
- Coherencia en las respuestas de cada entrevista.
- En la apropiada capacitación del equipo ejecutor.

La aplicación de la metodología permite la reconfiguración de productos, acciones comerciales en conjunto con los clientes, resfuerzo de estrategias tecnológicas, presentación en planes de negocio.(3)

La calidad que pueden alcanzar los productos de software, y en general cualquier producto, está sometida a como se desarrolla cada una de las etapas de la vida del producto, partiendo por la definición de la idea del producto hasta la entrega y mantención del mismo.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Así la entrega de calidad a un producto considera actividades tales como:

- Administración de la calidad, asegurando minimizar las diferencias entre los recursos presupuestados y los recursos realmente utilizados en las distintas etapas. Dichos recursos incluyen el staffing, el equipamiento y tiempo de desarrollo.
- Uso de tecnología de ingeniería de software eficiente, considerando métodos de desarrollo y herramientas.
- Aplicación de técnicas formales a lo largo de todo el proceso.
- Minimización de las variaciones entre los productos, disminuyendo las diferencias y defectos entre versiones.
- Testeo acucioso en diferentes etapas del desarrollo.
- Control de la documentación, tanto de apoyo al desarrollo como la entregada al usuario final, generada en cada etapa, y verificación de los posibles cambios y modificaciones que pudiera sufrir.
- Correcta mantención y servicios de post-venta.(6)

Las normas en las que se apoya la metodología definen las características de calidad de software que deben estar presentes en todos los productos, estas son:

- ✓ **Mantenibilidad:** La capacidad del software de ser modificado. Las modificaciones pueden incluir las correcciones, mejoras o adaptación del software a los cambios en el ambiente, y en los requisitos y las especificaciones funcionales.
- ✓ **Funcionalidad:** La capacidad del software para proporcionar funciones que satisfacen las necesidades declaradas e implícitas cuando el software se usa bajo las condiciones especificadas.
- ✓ **Portabilidad:** La capacidad de software de ser transferido de un ambiente a otro.
- ✓ **Eficiencia:** La capacidad del software para proporcionar la requerida ejecución, en relación con la cantidad de recursos usados, bajo las condiciones declaradas.
- ✓ **Confiabilidad:** La capacidad del software para mantener su nivel de ejecución cuando se usa bajo las condiciones especificadas.
- ✓ **Usabilidad:** La capacidad del software de ser comprendido, aprendido, utilizado y de ser amigable para el usuario, cuando se emplee bajo las condiciones especificadas. (3)

1.3 Factores que determinan la calidad del software

Los factores que determinan la calidad del software se clasifican en tres grupos:

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

- Operaciones del producto: características operativas.
- Revisión del producto: capacidad para soportar cambios.
- Transición del producto: adaptabilidad a nuevos entornos.

Operaciones del producto: características operativas

- ✓ Corrección (¿Hace lo que se le pide?)
- El grado en que una aplicación satisface sus especificaciones y consigue los objetivos encomendados por el cliente.
 - ✓ Fiabilidad (¿Lo hace de forma fiable todo el tiempo?)
- El grado que se puede esperar de una aplicación lleve a cabo las operaciones especificadas y con la precisión requerida.
 - ✓ Eficiencia (¿Qué recursos hardware y software necesito?)
- La cantidad de recursos hardware y software que necesita una aplicación para realizar las operaciones con los tiempos de respuesta adecuados.
 - ✓ Integridad (¿Puedo controlar su uso?)
- El grado con que puede controlarse el acceso al software o a los datos a personal no autorizado.
 - ✓ Facilidad de uso (¿Es fácil y cómodo de manejar?)
- El esfuerzo requerido para aprender el manejo de una aplicación, trabajar con ella, introducir datos y conseguir resultados.

Revisión del producto: capacidad para soportar cambios

- ✓ Facilidad de mantenimiento (¿Puedo localizar los fallos?)
- El esfuerzo requerido para localizar y reparar errores
 - ✓ Flexibilidad (¿Puedo añadir nuevas opciones?)
- El esfuerzo requerido para modificar una aplicación en funcionamiento.
 - ✓ Facilidad de prueba (¿Puedo probar todas las opciones?)
- El esfuerzo requerido para probar una aplicación de forma que cumpla con lo especificado en los requisitos.

Transición del producto: adaptabilidad a nuevos entornos.

- ✓ Portabilidad (¿Podré usarlo en otra máquina?)
- El esfuerzo requerido para transferir la aplicación a otro hardware o sistema operativo.
 - ✓ Reusabilidad (¿Podré utilizar alguna parte del software en otra aplicación?)

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

- Grado en que partes de una aplicación pueden utilizarse en otras aplicaciones.
 - ✓ Interoperabilidad (¿Podrá comunicarse con otras aplicaciones o sistemas informáticos?)
- El esfuerzo necesario para comunicar la aplicación con otras aplicaciones o sistemas informáticos.

1.4 Gestión de la Calidad de Software

La gestión de la calidad del software es el conjunto de actividades de la función general de la dirección que determina la calidad, los objetivos y las responsabilidades, se implanta por los cuatro medios que se mencionan a continuación:

1. Planificación de calidad.
2. Control de la calidad.
3. Aseguramiento (garantía) de la calidad.
4. Mejora de la calidad. (5)

La gestión de la calidad se aplica normalmente a nivel de empresa, también puede haber una gestión de calidad dentro de la gestión de cada proyecto.(5)

La política de calidad son las directrices y objetivos generales de una organización, relativas a la calidad, tal como se expresan formalmente por la alta dirección. (ISO 9000)

La gestión de calidad moderna complementa la dirección de proyectos. Por ejemplo, ambas disciplinas reconocen la importancia de:

- Satisfacción del cliente. Entender, evaluar, definir y gestionar las expectativas, de modo que se cumplan los requisitos del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (el proyecto debe producir lo que dijo que produciría) y ser adecuado para su uso (el producto o servicio debe satisfacer las necesidades reales).
- La prevención sobre la inspección. El coste de prevenir errores es generalmente mucho menor que el coste de corregirlos cuando son detectados por una inspección.
- Responsabilidad de la dirección. El éxito requiere la participación de todos los miembros del equipo, pero proporcionar los recursos necesarios para lograr dicho éxito sigue siendo responsabilidad de la dirección.
- Mejora continua. El ciclo planificar-hacer-revisar-actuar es la base para la mejora de la calidad (según la definición de Shewhart, modificada por Deming, en el Manual de la ASQ, páginas 13–14, American Society for Quality, 1999). (4)

1.4.1 Planificación de la calidad

La planificación de calidad implica identificar qué normas de calidad son relevantes para el proyecto y determinar cómo satisfacerlas. Es uno de los procesos clave a la hora de llevar a cabo el grupo de procesos de planificación y durante el desarrollo del plan de gestión del proyecto, y debería realizarse de forma paralela a los demás procesos de planificación del proyecto. (4)

Uno de los principios fundamentales de la gestión de calidad moderna es: la calidad se planifica, se diseña e incorpora; no se incluye mediante inspección.

Herramientas y Técnicas

- Análisis Coste-Beneficio

La planificación de calidad debe tener en cuenta las concesiones entre costes y beneficios. El principal beneficio de cumplir con los requisitos de calidad es la mayor productividad, menores costes y mayor satisfacción de los interesados. El coste principal de cumplir con los requisitos de calidad son los gastos asociados con las actividades de Gestión de la Calidad del Proyecto.

- Estudios Comparativos

Un estudio comparativo implica comparar prácticas del proyecto reales o planificadas con las de otros proyectos, a fin de generar ideas de mejoras y de proporcionar una base respecto a la cual medir el rendimiento. Estos otros proyectos pueden estar dentro o fuera de la organización ejecutante, y pueden encontrarse dentro de la misma área de aplicación o en otra.

- Diseño de Experimentos

El diseño de experimentos (DOE) es un método estadístico que ayuda a identificar qué factores pueden influir sobre variables específicas de un producto o proceso en desarrollo o en producción. También desempeña un rol en la optimización de productos o procesos. El aspecto más importante de esta técnica es que proporciona un marco estadístico para cambiar sistemáticamente todos los factores importantes. (4)

1.4.2 Control de la calidad

Son las técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales:

- Mantener bajo control un proceso
- Eliminar las causas de los defectos en las diferentes fases del ciclo de vida(7)

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Es realizar una observación constante acerca del cumplimiento de las tareas que pueden ofrecer una calidad objetiva a la forma en cómo se está desarrollando un proyecto de ingeniería de software. Es decir, una vigilancia permanente a todo el proceso de desarrollo y ciclo de vida del software.

Esta meta puede alcanzarse mediante frecuentes inspecciones a las metodologías de trabajo y uso de herramientas, revisiones de prototipos y testeo exhaustivo de los productos finales.

El control de la calidad permite realizar las rectificaciones pertinentes al desarrollo en cuanto este empieza a desviarse de sus objetivos, alejando la inclusión de la calidad al trabajo. Estas rectificaciones son posibles gracias a una retroalimentación de las etapas superiores.(8)

En el control de calidad se debe tener presente los costos que esta involucra. Si se piensa en las tareas que se debe realizar en este control, puede observarse que es necesario llevar a cabo tareas de búsqueda de problemas, testeo, rectificación, elaboración, modificación y estudio de la documentación; entre otras actividades.

Todas ellas tienen costos involucrados (incluso puede darse la inclusión de equipos destinados al aseguramiento de la calidad: los grupos SQA). Pero debe existir un compromiso, ya que un excesivo costo en el control de la calidad puede hacer que este proceso se torne ineficiente. (6)

Los diagramas de control determinan si el proceso es estable o no, o si tiene un rendimiento predecible. Los diagramas de control pueden servir como una herramienta de obtención de datos para mostrar cuándo un proceso está sujeto a una variación por una causa especial, que crea una condición fuera de control. (4)

La revisión de reparación de defectos es una acción llevada a cabo por el departamento de control de calidad o por una organización con una denominación similar, para asegurar que los defectos de productos se reparen y cumplan con los requisitos o especificaciones. (4)

Las mediciones de control de calidad representan los resultados de las actividades de control de calidad (QC) que se retroalimentan del aseguramiento de la calidad para reevaluar y analizar las normas y procesos de calidad de la organización ejecutante.

Las acciones correctivas implican acciones llevadas a cabo como resultado de una medición de QC que indica que el proceso de fabricación o desarrollo excede los parámetros establecidos.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

El plan de gestión del proyecto se actualiza a fin de reflejar los cambios en el plan de gestión de calidad que resultan de los cambios al realizar el proceso de QC. Los cambios solicitados (adiciones, modificaciones o supresiones) al plan de gestión del proyecto y sus planes subsidiarios se procesan mediante revisión y disposición a través del proceso control integrado de cambios. (4)

1.4.3 Aseguramiento de la calidad

Aseguramiento de calidad (QA) es la aplicación de actividades planificadas y sistemáticas relativas a la calidad, para asegurar que el proyecto emplee todos los procesos necesarios para cumplir con los requisitos. (4)

Algunos autores prefieren decir garantía de calidad en vez de aseguramiento, según los autores de este trabajo de diploma se considera el término aseguramiento más adecuado ya que pretende dar confianza en que el producto tiene calidad.

El aseguramiento de calidad del software está presente en:

- Métodos y herramientas de análisis, diseño, programación y prueba.
- Inspecciones técnicas formales en todos los pasos del proceso de desarrollo del software.
- Estrategias de prueba multiescala.
- Control de la documentación del software y de los cambios realizados.
- Procedimientos para ajustarse a los estándares (y dejar claro cuando se está fuera de ellos).
- Mecanismos de medida (métricas).
- Registro de auditorías y realización de informes.(9)

Una de las actividades para el aseguramiento de calidad del software es la verificación y validación del software a lo largo del ciclo de vida, incluyendo las pruebas y los procesos de revisión e inspección.

El análisis del proceso sigue los pasos esbozados en el plan de mejoras del proceso para identificar las mejoras necesarias desde una perspectiva técnica y organizativa. Este análisis examina también los problemas y las restricciones experimentadas, y las actividades que no agregan valor, identificadas durante la operación del proceso.

El análisis del proceso incluye el análisis causal, una técnica específica para analizar un problema / situación, determinar las causas subyacentes que lo provocan y crear acciones preventivas para problemas similares. (4)

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

El aseguramiento de calidad del software se diseña para cada aplicación antes de comenzar a desarrollarla y no después.

1.4.4 Mejora de la calidad

La mejora de la calidad es la parte de la Gestión de la Calidad que contribuye, por medio de las mediciones, a los análisis de los datos y auditorías, a efectuar mejoras en la calidad del software. Orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad. Los requisitos pueden estar relacionados con cualquier aspecto tal como la eficacia, la eficiencia o la trazabilidad.

Los resultados se revisan, cuando es necesario, para determinar oportunidades adicionales de mejora. De esta manera, la mejora es una actividad continua. La información proveniente de los clientes y otras partes interesadas, las auditorías, y la revisión del sistema de gestión de la calidad pueden, asimismo, utilizarse para identificar oportunidades para la mejora.

Una auditoría de calidad es una revisión estructurada e independiente para determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, los procesos y los procedimientos del proyecto y de la organización. El objetivo de una auditoría de calidad es identificar las políticas, procesos y procedimientos ineficientes y no efectivos usados en el proyecto. (4)

La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad por medio de la utilización de la política de la calidad, objetivos de la calidad, resultados de las auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

Para implementar un programa de mejoras es necesario definir procesos, decidir qué se quiere mejorar, definir qué medidas serán necesarias recoger, cómo y dónde tomarlas, gestionarlas mediante herramientas, utilizarlas para la toma de decisiones y reconocer las mejoras.

Cuando el proceso a mejorar es el de desarrollo del software, es importante definir qué objetivos se quieren alcanzar, para reducir el número de medidas y, en consecuencia, el coste de recopilarlas y el impacto sobre la actividad de producción de software.

1.5 Modelos y Estándares de calidad de software

El objetivo de las organizaciones fabricantes del software es producir software de buena calidad de una manera sistemática y predecible, para lograr esto es necesario aplicar modelos y estándares que aseguren y guíen la calidad del software.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Los modelos y estándares de calidad de software forman parte de la ingeniería del software, es la disciplina cuyo fin es la producción de software, libre de fallas, entregado a tiempo, dentro del presupuesto y que satisfaga las necesidades del cliente. (10)

La IEEE define los modelos y estándares de calidad como la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del software, es decir la aplicación de ingeniería al software.

Cuando se cumplen con las normas y parámetros se consigue una disminución de los defectos, satisfacción del cliente, y la ansiada calidad.

1.5.1 Serie ISO 9000.

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) es una federación de alcance mundial integrada por cuerpos de estandarización nacionales de 130 países, uno por cada país.

La Organización Internacional para la Estandarización estipula que sus estándares son producidos de acuerdo a los siguientes principios:

- **Consenso:** Son tenidos en cuenta los puntos de vistas de todos los interesados: fabricantes, vendedores, usuarios, grupos de consumidores, laboratorios de análisis, gobiernos, especialistas y organizaciones de investigación.
- **Aplicación Industrial Global:** Soluciones globales para satisfacer a las industrias y a los clientes mundiales.
- **Voluntario:** La estandarización internacional es conducida por el mercado y por consiguiente basada en el compromiso voluntario de todos los interesados del mercado.(11)

Los estándares de ISO contribuyen a hacer el desarrollo, la fabricación y la fuente de los productos y de los servicios más eficientes, más seguros y más limpios. El plan estratégico 2005-2010 de ISO conforma la visión global de la organización en 2010, junto con los siete objetivos estratégicos precisados para resolver las expectativas de los miembros y accionistas de la ISO. (12)

Las normas se revisan cada 5 años para garantizar el ajuste a las tendencias y dinámica del contexto mundial.

Cuando una organización cuenta con una Certificación en ISO 9000 generalmente experimenta:

- Aumento en la aceptación de los clientes.
- Reducciones en los costos de operación.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

- Implementación de un modelo o sistema controlado y documentado.
- Un mejoramiento continuo en la manera de trabajar. (2)

La norma ISO 9000 contiene las directrices para seleccionar y utilizar las normas para el aseguramiento de la calidad, es decir, es la que permite seleccionar un modelo de aseguramiento de calidad, entre las que se describen las ISO 9001/9002/9003.

La norma ISO 9004 establece directrices relativas a los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan a la calidad del producto, es decir, establece directrices para la gestión de la calidad.

La norma ISO 9004-2 establece directrices relativas a los factores técnicos, administrativos y humanos que afectan a la calidad de los servicios, es decir, se refiere especialmente a los servicios.

Las normas ISO 9001/9002/9003 establecen requisitos de determinan que elementos tienen que comprender los sistemas de calidad, pero no es el propósito imponer uniformidad en los sistemas de calidad. Son genéricas e independientes de cualquier industria o sector económico concreto.(11)

1.5.2 Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI).

El CMM - CMMI es un modelo de calidad del software que clasifica las empresas en niveles de madurez. Estos niveles sirven para conocer la madurez de los procesos que se realizan para producir software.(13)

Su implementación aumenta la fiabilidad del software producido, la visibilidad de los procesos de producción y soporte, la reusabilidad de componentes, y como resultado de la combinación de este tipo de mejoras, disminuye los costes de producción y mantenimiento de las aplicaciones.

Los objetivos de este modelo son diseñar un sistema de calidad adecuado y adaptado a sus necesidades, definir los roles del grupo de aseguramiento de la calidad, conocer los requisitos de los distintos niveles de madurez de CMMI, valorar y definir posibles estrategias de implantación de CMMI. (13)

El Modelo de Madurez y Capacidad Integrado posee dos enfoques que tienen como finalidad atender a las diversas necesidades de las organizaciones que quieren realizar la mejora de sus procesos, estos son:

1. Continuo.
2. Escalonado.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Cada organización puede adoptar la que se adapte a sus características y prioridades de mejora.

La visión continua de una organización mostrará la representación de nivel de capacidad de cada una de las áreas de proceso del modelo. La visión escalonada definirá a la organización dándole en su conjunto un nivel de madurez del 1 al 5.

Los 6 niveles definidos en CMMI para medir la capacidad de los procesos son:

1. Incompleto: El proceso no se realiza, o no se consiguen sus objetivos.
2. Ejecutado: El proceso se ejecuta y se logra su objetivo.
3. Gestionado: Además de ejecutarse, el proceso se planifica, se revisa y se evalúa para comprobar que cumple los requisitos.
4. Definido: Además de ser un proceso gestionado se ajusta a la política de procesos que existe en la organización, alineada con las directivas de la empresa.
5. Cuantitativamente gestionado: Además de ser un proceso definido se controla utilizando técnicas cuantitativas.
6. Optimizado: Además de ser un proceso cuantitativamente gestionado, de forma sistemática se revisa y modifica o cambia para adaptarlo a los objetivos del negocio.

Los 5 niveles definidos para determinar la madurez de la organización son:

[\(Ver Anexo 1\)](#)

- Inicial o Nivel 1 CMM - CMMI. Este es el nivel en donde están todas las empresas que no tienen procesos. Los presupuestos se disparan, no es posible entregar el proyecto en fechas, te tienes que quedar durante noches y fines de semana para terminar un proyecto.
- Gestionado o Nivel 2 CMM - CMMI. Quiere decir que el éxito de los resultados obtenidos se puede repetir. La principal diferencia entre este nivel y el anterior es que el proyecto es gestionado y controlado durante el desarrollo del mismo. El desarrollo no es opaco y se puede saber el estado del proyecto en todo momento.
- Definido o Nivel 3 CMM - CMMI. Resumiéndolo mucho, alcanzar este nivel significa que la forma de desarrollar proyectos (gestión e ingeniería) está definida, por definida quiere decir que está establecida, documentada y que existen métricas (obtención de datos objetivos) para la consecución de objetivos concretos.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

- Cuantitativamente Gestionado o Nivel 4 CMM - CMMI. Los proyectos usan objetivos medibles para alcanzar las necesidades de los clientes y la organización. Se usan métricas para gestionar la organización.
- Optimizado o Nivel 5 CMM - CMMI. Los procesos de los proyectos y de la organización están orientados a la mejora de las actividades. Mejoras incrementales e innovadoras de los procesos que mediante métricas son identificadas, evaluadas y puestas en práctica.(14)

CMMI identifica 22 áreas de procesos. Un área de proceso es un conjunto de prácticas relativas a un área, que desarrolladas de manera colectiva, satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para hacer una mejora en dicha área. Estas áreas de procesos vistas desde la representación continua del modelo, se agrupan en 4 categorías según su finalidad: Gestión de proyectos, Ingeniería, Gestión de procesos y Soporte a las otras categorías. Vistas desde la representación escalonada, se clasifican en los 5 niveles de madurez.

Aseguramiento de la Calidad según CMMI

El Aseguramiento de la Calidad pretende dar confianza en que el producto abarca todas las características necesarias para satisfacer los requisitos previamente establecidos. Para lograr esto es necesario que el grupo de aseguramiento funcione como una representación del cliente en casa, es decir se debe mirar el software desde el punto de vista del cliente.

CMMI posee un área de proceso nombrada Aseguramiento de la Calidad de los Procesos y los Productos del trabajo. El objetivo de dicho modelo en esta área de procesos es proveer al equipo y la administración de un mejor entendimiento de los procesos y los trabajos relacionados al producto.

Para asegurar la calidad exige 2 objetivos específicos, los cuales incluyen a su vez dos prácticas específicas, compuestas por subprácticas específicas.

Objetivo Específico: Evaluar objetivamente los procesos y los productos del trabajo.

- Evaluar objetivamente los procesos.
- Evaluar objetivamente los productos y los servicios del trabajo.

Objetivo Específico: Proporcionar un entendimiento objetivo.

- Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades emitidas.
- Establecer los registros.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.6 Calidad del Software. Situación Actual.

1.6.1 Calidad del Software a nivel Internacional

Con la llegada de Internet, y la tecnología, se hace cada vez más esencial estar al mando de la información, la competencia mundial cada vez se hace más pronunciada. En algunas ocasiones el éxito o fracaso del proyecto no solamente está en la tecnología disponible y en el conocimiento que se tenga de ella, sino también en la forma en que el proyecto no lleva un control de calidad durante su desarrollo.

Es notable como los países desarrollados siguen llevando el liderazgo en cuanto a desarrollo de las nuevas tecnologías y como puede apreciarse el ranking de disponibilidad de las nuevas tecnologías lanzado por el Foro Económico Mundial (2009) para el año comprendido desde 2008 hasta 2009, los diez primeros lugares, de 134 países incluidos, son ocupados por economías del primer mundo. (15)

Aun cuando Estados Unidos es el mayor productor y consumidor de servicios informáticos y de software, en las últimas dos décadas tres naciones han tenido un alto nivel de desarrollo en esta industria. Se trata de las tres famosas "I": India, Irlanda e Israel. Estos países proporcionan una gran variedad de servicios a la industria, inclusive realizan la parte más sofisticada del desarrollo del software.

La India es uno de los países con más empresas con certificación CMM (Capability Maturity Model) nivel cinco (se trata del nivel de capacidad y madurez en todas las áreas de servicios de desarrollo y prueba de software). Contar con una certificación de nivel tres al menos, es importante para participar en el mercado mundial de software. (16)

Latinoamérica

Los países de América Latina no han tenido políticas estatales hechas públicas con vistas a conocer sus pronunciamientos sobre la informatización social, excepto México que presenta un trabajo consecuente desde la década de los 90. Sin embargo, la actualidad está marcada por numerosos convenios y alianzas para el desarrollo de las nuevas tecnologías en el continente.

Desde 1997, como uno de los primeros pasos, el gobierno federal de Brasil creó 20 centros de capacitación, Asesoría en certificación de calidad y contaba con 25 empresas certificadas ISO 9001. Ya en septiembre de 2006 Brasil contaba con 39 evaluaciones CMMI, según Marcelo (2007).

Hasta Septiembre de 2006, México y Chile contaban con menos de 10 evaluaciones CMMI y Costa Rica no reporta evaluaciones CMMI pero cuenta con 2 evaluaciones SW-

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

CMM desde Julio de 2004 y 2 empresas de software certificadas con la norma ISO 9000. (15)

En Argentina el 90% de las 229 empresas que se acogieron a la Ley de Software, disponen de una certificación de calidad internacional, hecho muy auspicioso que revela la creciente necesidad de actuar en un mercado altamente competitivo, donde los precios no son la única variante para ganar mercados. (15)

Estas cifras mejorables antes mencionadas dan a pensar que alcanzar una certificación o cumplir con ciertos estatus de normas, no solo es una meta, sino que las empresas latinoamericanas tienen la capacidad de competir con empresas de economía de primer mundo, se quiere contar con certificaciones de reconocimiento mundial, solo basta comprometerse.

1.6.2 Calidad del Software en Cuba.

Un universo de posibilidades abren las comunicaciones satelitales, la telefonía inalámbrica, Internet, la televisión digital, la computación, a un país como Cuba, a pesar del bloqueo económico, comercial y financiero con el que Estados Unidos, le impide a la Isla el acceso a su mercado y la obliga a invertir varias veces más recursos al tener que recurrir a mercados muy distantes.

A pesar de eso, basándose sobre todo en sus recursos humanos y optimizando sus recursos materiales y financieros, Cuba avanza en su informatización, priorizando el uso social y colectivo, de las TICS lo que da al país una connotación diferenciada al resto de los países del mundo en cuanto a Tecnologías de la Información se trata.

Como antecedente histórico, una primera aproximación de la estrategia cubana, fue presentada al Organismo encargado de regir el proceso de Informatización Social en 1999 lo cual sitúa a Cuba entre los primeros países en organizar un trabajo coherente en este sentido. Trabajando a partir de 5 estrategias maestras:

- Formación, preparación y perfeccionamiento de los Recursos Humanos.
- Red Telemática de la Salud.
- Seguridad Informática
- Desarrollo Informático Territorial. Proyectos Sectoriales e Intersectoriales.
- Alianzas externas para el desarrollo (17)

En el país existen empresas productoras de software, ejemplo Softel, la cual ofrece soluciones informáticas para el Sistema de Salud, con experiencia en diseño, implantación y gestión de estas soluciones.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

La mayoría de estas empresas no poseen una estrategia de Aseguramiento de la Calidad definida, los procesos son inestables e inmaduros, debido a que son empresas con poca experiencia en la producción del Software y no se encuentran certificadas con ningún modelo de calidad.

En mayo se realizó en Cuba la XI Convención Informática, en el inicio de los debates, según el Comité Organizador del evento, se efectuó la conferencia magistral titulada "La calidad del software: introducción a PSP, TSP y su relación con CMMI", la cual fue dictada por el profesor Miguel Serrano, del Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT, de México.

1.6.3 Calidad del Software en la UCI.

La UCI es una universidad productiva, cuya misión es producir software y servicios informáticos a partir de la vinculación estudio – trabajo como modelo de formación.

La Producción de Software y Servicios Informáticos se basa en la integración de los procesos de formación, investigación y producción en torno a una temática para convertirla en una rama productiva.

La UCI cuenta con una Infraestructura Productiva formada por:

Polos Productivos que desarrollan proyectos temáticos ubicados en las Facultades, estas cuentan con un Vicedecanato de Producción e Investigación.

Direcciones especializadas para coordinar y brindar servicio al ciclo completo de las producciones de software que cuenta con personal capacitado que trabaja en la documentación del proceso y lineamientos que rigen la producción de la universidad. Un capital humano capaz de generar resultados equivalentes a 6 millones de horas hombres al año lo que significa el desarrollo de 100 grandes sistemas al año si se crean las condiciones técnico – organizativas necesarias.

El servicio de consultoría que ofrece el SIE Center permite:

- Ayudar a la UCI a revisar su estrategia de mejora de procesos de software, para asegurar que su organización está basada en procesos y con un programa de mejora continua alineado con sus objetivos de negocio.
- Ayudar a la UCI a establecer las bases y fundamentos para seguir mejorando sus procesos y fortalecer su cultura de calidad en el desarrollo de software.
- Alinear los procesos de desarrollo de software con los principios y requisitos del modelo CMMI, estableciendo planes de mejora con los que la organización oriente sus procesos hacia la consecución de sus metas.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

En la UCI se han dado importantes pasos relacionados con la superación, como son diversos cursos que se han impartido con el fin de mejorar el trabajo:

- Curso de Ingeniería de Requisitos.
- Curso de postgrado dedicado a la capacitación de analistas, líderes de proyecto y otros agentes involucrados con el área de proceso de Administración de Requisitos.

También es válido mencionar que se ha logrado establecer una serie de documentos y plantillas que tributan a la organización interna de cada proyecto, donde se registran todas las actividades, artefactos y procesos realizados en un proyecto dando lugar al Expediente del Proyecto.

La estrategia seguida para el Programa de Mejoras de los procesos basado en el modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) que se lleva a cabo en la Universidad, incluye fases de capacitación en las áreas de procesos del Nivel 2 de CMMI.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se estudiaron los principales conceptos de la calidad, se realizó un análisis de los elementos que están presentes dentro del proceso de Aseguramiento de la Calidad. Se analizó la situación actual del uso de los estándares y modelos de calidad de software a nivel mundial, en Cuba y en la Universidad de Ciencias Informáticas, entre otros aspectos de gran importancia para lograr la calidad en los procesos y productos.

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

Capítulo 2. Situación del Proyecto Minería

Introducción

En este capítulo se realiza una descripción detallada de las características del Proyecto Minería, se estudian los aspectos principales del mismo, como estructura y composición, los roles y responsabilidades definidos, equipo de trabajo, soporte tecnológico, entre otras particularidades, obteniendo una visión general, para posteriormente realizar un análisis de los procesos de Aseguramiento de la Calidad, tomando como guía las prácticas que propone el modelo CMMI.

2.1 Proyecto Minería. Antecedentes

En el año 2006 la ONRM y la UCI establecieron lazos de cooperación en aras de informatizar diferentes áreas de la geología cubana, lo que comenzó como la informatización de la ONRM se convirtió más adelante en el “Programa Nacional de Información del Conocimiento Geológico”. En este programa se trabajó en la elaboración conceptual del programa GeoDato y del Banco de Datos Geológicos de la República de Cuba.

Durante estos años de colaboración se sentaron las bases para el desarrollo de un software geólogo-minero cubano para establecer una soberanía tecnológica en la utilización del software del área y disminuir gastos por concepto de importaciones.

En ocasiones anteriores se realizaron intentos por lograr un software con estas particularidades, tanto es así que hoy se cuenta en la empresa Cuba Níquel con una aplicación informática denominada TIERRA. En otras empresas de Cuba se han desarrollado soluciones similares, ninguna de ellas cumple a cabalidad con las expectativas que requiere un software geólogo-minero.

A continuación se muestran los beneficiarios:

- Oficina Nacional de Recursos Minerales
- Servicio Geológico Cubano
- Grupo Empresarial Geominsal
- Cuba Níquel
- Ministerio de la Construcción
- Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
- Universidad de Pinar del Río
- Demás instituciones geólogo-minera del país

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

2.2 Impactos esperados

- Obtención de un software minero multiplataforma de carácter y propiedad nacional.
- Disminución considerable del gasto económico asociado a la compra y mantenimiento de licencias de software extranjeros.
- Eliminación del riesgo de pérdida de software asociado a las limitaciones del bloqueo económico.
- Aumento en la calidad de los procesos de la actividad geológica y minera cubana.

2.3 Solución del problema

Software geólogo minero: permitirá disminuir los gastos asociados a la compra, capacitación y soporte actuales.

Documentación técnica generada: permitirá gestionar positivamente el conocimiento y mantener el software sin dependencia del equipo, listo para futuras modificaciones y/o ampliaciones.

2.4 Proyecto Minería. Estructura y Composición.

La Facultad 6 de la Universidad de las Ciencias Informáticas cuenta con el Centro de Desarrollo GEySED el cual desarrolla productos, servicios y soluciones informáticas en el campo del procesamiento de imágenes y la Geoinformática. Entre sus proyectos se encuentra el Proyecto Minería. El mismo con la colaboración de distintas entidades ecológicas mineras se encuentra desarrollando una herramienta potente que permita calcular los recursos y reservas minerales, ya que el país los compra en el mercado a un precio elevado.

El desarrollo actual no contempla la participación de los clientes, no obstante se detallan las entidades involucradas:

ONRM

- Fiscalizar y controlar la actividad minera y el uso racional de los recursos minerales, según lo dispuesto en la legislación vigente.
- Fiscalizar y controlar las actividades de exploración-producción de hidrocarburos líquidos y gaseosos, según las disposiciones legales vigentes.
- Asesorar al Ministerio de la Industria Básica y demás organismos de la administración central del estado sobre las actividades mineras de exploración producción de hidrocarburos, sin perjuicio de sus debidas competencias.

SGC

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

- Incrementar el conocimiento geológico del territorio nacional.
- Promover el desarrollo de sus recursos minerales.
- Brindar Servicios Geológicos y Geofísicos así como consultoría y /o asesoramiento a entidades nacionales y extranjeras.

2.4.1 Actores que integran el organismo e influyen en el proyecto

Los actores que intervienen e influyen en el desarrollo del proyecto son los siguientes:

Por la ONRM:

- Dirección de Informática.
- Dirección Técnica.

Por el SGC:

- Dirección de Investigaciones. (IGP)
- Dirección de Prospección. (IGP)
- Dirección Técnica (EGMO)
- UEB Servicios Mineros. (EGMO)

2.4.2 Personal de dirección

La dirección del proyecto está definida según lo expresado en los organigramas siguientes:

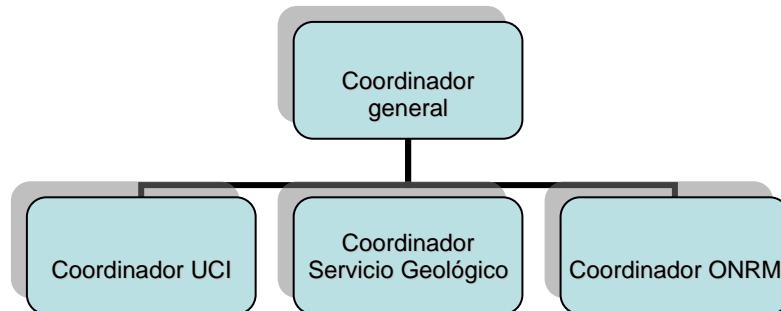


Figura 1: Organigrama general de la dirección del proyecto

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

Por la UCI:

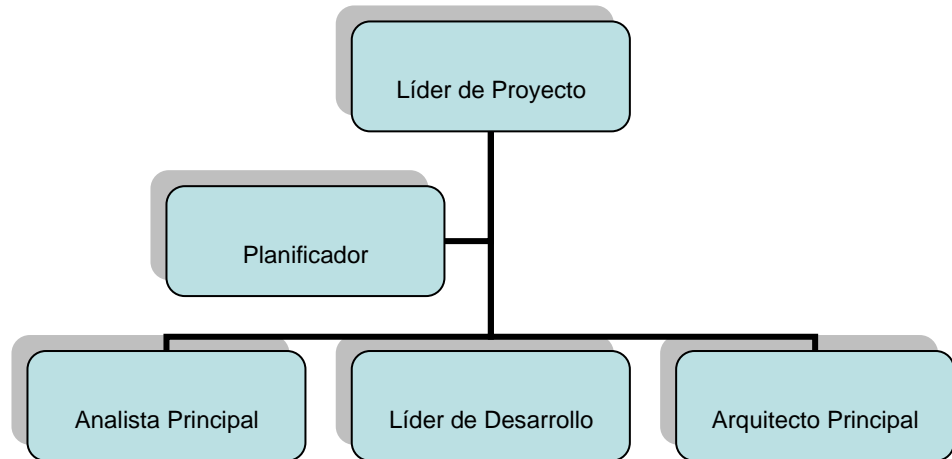


Figura 2: Organigrama de la dirección del proyecto en la UCI

2.4.3 Roles y Responsabilidades

El proyecto Minería cuenta con un total de 27 integrantes, de los cuales 8 son profesionales y 19 estudiantes. Los mismos están distribuidos según los conocimientos y competencias que desarrollan para disminuir las deficiencias y errores en las tareas y aumentar la calidad de las mismas.

En el Proyecto Minería se definieron un conjunto de roles y responsabilidades con el fin de mejorar el trabajo y la organización del equipo, cada rol va asociado a la capacidad, disposición y motivación de cada personal de trabajar individualmente y en equipo. En el [Anexo 2](#) se muestra dichos roles y responsabilidades.

El rol de administrador de la calidad definido dentro del proyecto no satisface las necesidades del mismo lo que trae consigo que al final existan deficiencias que se pueden corregir a tiempo. Al rol antes mencionado se le han asignado varias responsabilidades y actividades como son:

- Se encarga de revisar la documentación y el software.
- Vela que se cumpla en todo momento las normas de calidad establecidas.

La realización de las tareas antes expuestas asegura un avance en el proyecto, pero no la calidad que se requiere en su totalidad, para esto se requiere de otra serie de actividades:

- Planificar el proceso de Aseguramiento de la Calidad en el proyecto (Plan de Calidad).

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

- Realizar el Plan de Prueba, de Revisión y Auditoría de cada iteración.
- Coordinar el proceso de recopilación, análisis y reporte de las estadísticas de calidad (Plan de mediciones).
- Dar seguimiento a estos planes.
- Guiar las revisiones técnicas formales.
- Guiar las pruebas que se realicen.
- Guiar las auditorías que se realice.
- Manejar todo lo relacionado con los riesgos de calidad (Lista de Riesgos).
- Realizar el Resumen de Evaluación
- Identificar técnicas apropiadas, herramientas e instrucciones para la implementación de las pruebas.
- Diseñar los casos de pruebas.
- Definir listas de chequeo para las pruebas.

Estas actividades son demasiadas para estar asociadas a un solo miembro del equipo de trabajo del proyecto. Por lo que posteriormente se elaborará una estrategia donde una de las actividades tiene como fin resolver el problema antes detectado.

2.5 Formulación de la Propuesta

2.5.1 Objetivo general

Dotar a la industria minera cubana de un producto de software que permita modelar, estimar, y reportar los recursos minerales, así como optimizar, diseñar y planificar la actividad minera cubana, reduciendo los costos por conceptos de licencia, soporte y capacitación, adecuándose de igual forma a las exigencias internacionales en el área.

2.5.2 Objetivos específicos

- Desarrollar cursos de capacitación al equipo de desarrollo en el área del negocio.
- Gestionar la información geológica y minera.
- Visualizar espacialmente la información geológica y minera.
- Realizar análisis estadísticos y geoestadísticos de la información geológica y minera.
- Permitir la creación y manipulación de objetos geométricos.
- Realizar operaciones booleanas con los objetos geométricos definidos.
- Calcular el volumen de los cuerpos geométricos definidos y los recursos minerales.
- Realizar estimaciones utilizando diferentes interpoladores.

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

- Permitir la optimización, el diseño, planificación y control de la actividad minera en sus 3 etapas (corto, mediano y largo plazo).
- Desarrollar manuales de usuario para garantizar el dominio de la herramienta.
- Proveer Soporte Técnico y Transferencia Tecnológica para el equipamiento y los sistemas desarrollados.

2.5.3 Alcance

- Importar y exportar datos a partir de los estándares reconocidos en el mercado de software Geólogo - Mineros, CAD, GIS, así como los formatos y estructura propios de la gestión de la información geológica primaria.
- Guardar información de forma persistente.
- Modelar y estimar recursos minerales utilizando diferentes métodos.
- Gestionar la información topográfica.
- Optimizar los modelos de recursos y generar secuencias de minado.
- Diseñar laboreos mineros cielo abierto y subterráneo.
- Permitir la planificación minera a corto, mediano y largo plazo.

2.5.4 Criterios de éxito

- Documentar correcta y debidamente la captura de requisitos para cada uno de los software (Entradas, Salidas, Entregables, Aprobaciones).
- Designar el personal adecuado para la validación de los requerimientos de software.
- Realizar un seguimiento sistemático del avance del proyecto.
- Cumplimiento del cronograma pactado.
- Asimilación por el equipo de desarrollo de los contenidos impartidos durante las etapas de capacitación y transferencia tecnológica.
- Estabilidad en el proyecto de los especialistas de Ambas Partes.
- Accesibilidad a la información necesaria para la ejecución del proyecto.

2.5.5 Riesgos

- Retrasos en el cronograma de trabajo.
- Falta de comunicación entre el equipo de trabajo y los especialistas funcionales.
- Demoras en la revisión y aprobación de la documentación por Ambas Partes.
- El personal seleccionado para ser capacitado no cumpla las competencias requeridas para el completo aprovechamiento de los cursos.

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

- Incumplimiento del cronograma para el desarrollo de los cursos.
- Incumplimiento del cronograma de entrevistas para el levantamiento de información.
- Desconocimiento por los especialistas funcionales seleccionados de los procesos que están relacionados con el funcionamiento del proyecto.
- Cambios en la estructura de dirección y de las personas o roles del proyecto por Ambas Partes.
- Acceso limitado a la información, las áreas y personal necesario para la ejecución del proyecto.

2.6 Proyecto de solución de software

2.6.1 Problemática a resolver

- Ausencia de una herramienta informática nacional que permita modelar, estimar, reportar los recursos minerales, optimizar, diseñar y planificar la actividad minera.
- Ausencia de una herramienta que permita realizar cálculos y operaciones complejas con objetos geométricos obtenidos a partir de información geológica.
- Ausencia de una herramienta que permita realizar un análisis geo-estadístico de la información geológica.
- Ausencia de una herramienta que permita optimizar el diseño de una mina.
- Ausencia de una herramienta multiplataforma que permita la modelación geológica y la planificación minera.

Estos problemas provocan que las entidades geológicas y mineras cubanas dependan de software extranjeros que realicen estas actividades. Las licencias de este software tienen un alto costo monetario en el mercado internacional.

2.6.2 Objetivos Generales

Desarrollar una aplicación informática multiplataforma que permita el modelado geológico y la planificación minera utilizando tecnologías de última generación, permitiendo la disminución de gastos económicos de algunas entidades geológicas y mineras cubanas por la compra de sistemas similares a compañías extranjeras.

2.6.3 Objetivos Específicos

- Identificar y modelar los procesos existentes en las entidades geólogo-mineras cubanas.
- Definir y validar los requisitos de la aplicación informática a desarrollar.

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DEL PROYECTO MINERÍA.

- Realizar los modelos de Análisis y Diseño de la aplicación informática a desarrollar.
- Implementar las funcionalidades definidas para la aplicación informática.
- Realizar las pruebas de calidad de software a la aplicación informática.
- Desplegar la aplicación informática en las diferentes entidades geólogo-mineras del país.
- Brindar soporte y mantenimiento a la aplicación informática desarrollada.

2.7 Herramientas de software utilizadas en el proyecto.

Qt Creator:

Qt Creator es un IDE multiplataforma muy completo, creado para desarrollar aplicaciones en C++ de manera sencilla y rápida. Algunas de sus principales características son: posee un avanzado editor de código C++, diseñador de formularios integrado, herramientas para la administración y construcción de proyectos, completado automático, depurador visual. (18)

Conclusiones Parciales

En este capítulo se han reflejado las características principales del proyecto Minería, su estructura y composición, los roles y actividades que se han definido en el proyecto, las herramientas de software utilizadas, entre otros aspectos importantes, que han permitido detectar una serie de dificultades, a partir de las cuales se propondrá en el siguiente capítulo una estrategia de aseguramiento de la calidad.

Capítulo 3. Descripción de la Solución

Introducción.

En este capítulo, se describe la Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería, planteando las actividades a realizar, las tareas que se continuarán aplicando durante el proceso de desarrollo así como una mejor distribución de roles, se propone el Plan de Aseguramiento de la Calidad, entre otros aspectos, con el fin de lograr una mayor calidad.

3.1 Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería.

La Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería estará guiada por una serie de actividades que contribuyen al buen funcionamiento de la misma:

- ❖ Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, conformando el Equipo de Calidad.
- ❖ Entrenar al equipo de calidad conformado.
- ❖ Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación.
- ❖ Elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- ❖ Aplicar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

El Plan de Aseguramiento de la Calidad está conformado por diversas tareas:

- Revisión Inicial.
- Revisiones Técnicas Formales.
- Revisión a la Medición y Análisis.
- Revisiones externas al Proyecto Minería.
- Actividades de corrección a las recomendaciones de las revisiones.
- Pruebas al producto.

3.2 Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, conformando el equipo de calidad.

En el Capítulo 2 se mostraron los roles y responsabilidades definidos en el Proyecto Minería, se detectó la ausencia de un equipo de calidad, a través del cual se podría asegurar la rapidez y facilidad a la hora de detectar los errores. La limitante de que solamente un miembro del proyecto ocupe la tarea de administrador de la calidad trae consigo demora en la entrega de las tareas y dificultades en la realización de las actividades de este rol.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para la aplicación de la estrategia definida se propone que exista un Equipo de Calidad definido dentro del proyecto, el cual debe realizar las actividades de Aseguramiento de la Calidad en el mismo.

Los siguientes son los roles que se proponen:

- ✓ Administrador de calidad (Gerente de Calidad)
- ✓ Diseñador de Pruebas (Jefe de Prueba)
- ✓ Revisor Técnico
- ✓ Probador

Cada uno de estos roles deben realizar actividades que se corresponden con el papel que se les ha definido:

El Administrador de la Calidad es el responsable de:

- Asegurar que la aplicación producida se ajusta a las especificaciones y está razonablemente libre de errores.
- Proporcionar una estrategia de prueba.
- Coordinar las pruebas de calidad interna, las pruebas de liberación y aceptación.
- Evalúa los resultados de las pruebas de calidad.
- Rige y dirige las actividades de aseguramiento de la calidad.

El Jefe de Prueba: [\(Ver Anexo 3\)](#)

- Diseña los casos de prueba
- Define las listas de chequeo

El Revisor Técnico es el responsable de [\(Ver Anexo 4\)](#)

- Ejecutar las RTF
- Elaborar el informe de las RTF.

El Probador es el responsable de: [\(Ver Anexo 5\)](#)

- Ejecutar las pruebas diseñadas
- Anotar los resultados obtenidos

En el [anexo 6](#) se encuentran definidas las tareas y las responsabilidades definidas en el aseguramiento de la calidad.

El equipo de calidad estará compuesto por:

1 Administrador de la Calidad

1 Jefe de prueba

2 Revisores Técnicos

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

1 Probador

3.3 Entrenar al equipo de calidad conformado.

El naciente equipo de calidad conformado no presenta experiencia en cuanto a las nuevas responsabilidades que según sus roles se les serán asignadas. Esto constituye un problema ya que el poco conocimiento que muestran no será suficiente para realizar un trabajo con la calidad requerida y a la vez se establece un obstáculo laboral por el nulo entendimiento de las tareas que se les adjuntan.

Para solucionar lo antes detectado y expuesto es necesario brindar al equipo de calidad un conjunto de actividades de entrenamiento que servirán para que se ejecuten las actividades de aseguramiento de la calidad establecidos en el plan, logrando buenos resultados.

Es necesario que todas las personas que estén involucradas en el desarrollo del proyecto, tengan el nivel de conocimiento requerido para el cumplimiento de las actividades que le correspondan según el rol que desempeñen para esto es necesario que cursen una serie de asignaturas:

| Cursos y Capacitaciones | Descripción |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proceso de Desarrollo de Software | Caracterizar las principales metodologías que se utilizan para modelar el ciclo de vida de un software. Profundizar en RUP como proceso, y en sus principales artefactos. |
| Introducción a la Calidad | Caracterizar los conceptos fundamentales asociados a la Calidad del software. Caracterizar los procesos asociados al Aseguramiento de la Calidad. |
| | |

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Administración de la Calidad de Software | <p>Administrar elementos y funciones del Aseguramiento de la Calidad del Software.</p> <p>Valorar el estado de un proceso a través de evaluaciones.</p> |
| Pruebas de Software | <p>Definir los conceptos de pruebas de software, caso de uso, caso de pruebas, estrategias de pruebas, niveles, métodos.</p> <p>Elaborar el reporte de no conformidad.</p> <p>Aplicar Casos de pruebas y listas de chequeos</p> |
| Revisiones y Auditorías | <p>Estudiar revisiones y auditorías que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software educativo.</p> |
| Diseño de Casos de Prueba | <p>Realizar de forma satisfactoria las pruebas a los diferentes módulos.</p> |
| Estándares y Guías | <p>Estudiar estándares y guías que servirán de apoyo para el desarrollo de las actividades de cada trabajador según el rol que desempeñe.</p> |

Tabla 1: Cursos y Capacitaciones

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

3.4 Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación.

Es la comunicación el proceso a través del cual se materializan cada uno de los valores y acciones de un equipo o empresa, el mismo centra su atención en el análisis, diagnóstico, organización y perfeccionamiento de todos los elementos que conforman los procesos comunicativos, a fin de mejorar la interrelación entre sus miembros, y entre estos y el público externo, lo que conduce a un mejor funcionamiento de la empresa o institución, y al fortalecimiento de su identidad.

La comunicación organizacional es la unión de todas las formas de comunicación existentes que permite la gestión y coordinación de los procesos comunicativos internos y externos en una institución. Es la encargada de la interrelación y modificación de los comportamientos y funciona a través del intercambio de información. Es el punto clave para lograr una imagen positiva y fortalecer la identidad.

Se detectó que el naciente equipo de calidad está compuesto por miembros con características positivas, los integrantes del mismo son responsables, laboriosos, eficaces y dispuestos, pero a su vez se encuentran realizando tareas desconocidas, en un ambiente inexplorado, esto puede traer consigo dificultades a la hora de tomar decisiones ya que puede surgir inseguridad ante la reacción del resto del equipo, conllevando al retraso e incumplimiento de las actividades.

Para dar solución a este problema es necesario lograr un ambiente de trabajo adecuado, sobre la base de una amena comunicación.

A continuación se muestran los objetivos del desarrollo de un adecuado proceso de comunicación en el equipo de calidad:

- Consolidar la cultura organizacional del equipo y un adecuado ambiente laboral basado en la aplicación consecuente de sus políticas y valores.
- Fortalecer la imagen como un equipo moderno, ágil, y con resultados significativos en las labores a realizar.
- Crear y mantener un clima armónico y profesional.
- Solucionar problemas de forma interna sin necesidad de terceros.
- Dar respuesta a las necesidades trabajando en equipo y con una buena comunicación.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Se realiza un diagnóstico orientado a caracterizar el proceso de comunicación del equipo de calidad a fin de conocer e identificar la gestión comunicativa que se lleva a cabo en el mismo y evaluar la situación de la retroalimentación. (Ver Anexo 7)

Se analiza la comunicación interna, es decir la interacción humana que ocurre dentro del equipo y entre los miembros del mismo. Como también se estudia la comunicación del equipo con el Proyecto Minería.

La comunicación interna persigue favorecer el establecimiento de relaciones entre los miembros del equipo, promoviendo el conocimiento, valores y objetivos a alcanzar, así como los parámetros, dificultades y éxitos en el desempeño. Está estrechamente relacionada con la idea de "solucionar nuestros problemas". La solución de los problemas y deficiencias internas sólo es posible cuando los miembros dominan las deficiencias y problemas, se encuentran motivados y se respira un área de trabajo armónico y sin diferencias de criterios.

Por lo anterior, es imprescindible lograr una explicación clara, con los detalles necesarios, despejada de discrepancias, que logren convocar a cada miembro a la solución de los problemas y al cumplimiento exitoso de las tareas para su erradicación definitiva.

La comunicación entre el equipo de calidad y el proyecto Minería es de vital importancia, posibilita el conocimiento de la razón por la que se está trabajando, actividades y resultados. Su gestión se realiza mediante acciones de comunicación directa con los miembros del proyecto que con el equipo se relacionan y mediante el trabajo con los medios de comunicación a fin de poder garantizar un adecuado trabajo, resultados, y ganar cultura organizacional. En esta comunicación es imprescindible la ética y profesionalidad de los miembros del equipo en su actuar con integrantes y directivos del proyecto Minería y otros entes del entorno, deviene en el más efectivo canal para su garantía.

3.5 Plan de Aseguramiento de la Calidad

3.5.1 Propósito

Propósito es definido como la intención firme de hacer algo, o como bien es conocido, es el objetivo que se desea conseguir de una situación específica. Esta sección especifica el propósito que tiene el Plan de Aseguramiento de la Calidad, que no es más que describir como se llevará a cabo el Aseguramiento de la Calidad del Proyecto Minería.

3.5.2 Alcance

El alcance es definido como la distancia a la que llega la acción, su importancia y su trascendencia. El presente Plan de Aseguramiento de la Calidad se realiza para el Proyecto Minería.

3.5.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

- Infraestructura productiva (IP).
- Revisiones Técnicas Formales (RTF).
- Proceso Unificado de Racional (RUP).
- Centro de calidad de software (CC).
- Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA).
- Modelo de Capacidad y Madurez Integrado (CMMI).
- Organización Internacional para la Estandarización (ISO).

3.5.4 Objetivos de la Calidad

En este punto se incluyen los requerimientos de proyecto que están alineados con los requerimientos de calidad, es importante destacar que los objetivos de calidad definidos parten de los objetivos básicos del proyecto, para así asegurar su cumplimiento. Los objetivos de la calidad establecidos durante el desarrollo del Proyecto Minería son:

- Asegurar la calidad del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo, velando por que el producto de software cumpla con los requerimientos establecidos teniendo como base estándares y normas internacionales existentes.
- Prever que estén planificadas en el proyecto las pruebas internas y de liberación.
- Asegurar que las soluciones tecnológicas del proyecto estén alineadas con las pautas y regulaciones establecidas por la dirección técnica e informatización de la IP.
- Gestionar la documentación y registros de calidad del software.
- Garantizar que los miembros del proyecto cuentan con las habilidades necesarias para realizar las tareas del proyecto.
- Garantizar un sistema comprensible y apropiado para las necesidades del usuario.
- Garantizar que los usuarios se sientan satisfechos con la interfaz de usuario.
- Garantizar que el sistema no pierda o corrompa nunca la información.

3.5.5 Métricas

Se define métricas como la aplicación continua de mediciones en el proceso de desarrollo de software y sus productos, para suministrar información relevante a tiempo. Tiene el objetivo de mejorar tanto el proceso como los productos.

Las métricas del software comprenden un amplio rango de actividades diversas, estas son algunas:

- Aseguramiento y control de calidad
- Modelos de fiabilidad
- Modelos y evaluación de ejecución
- Modelos y medidas de productividad

Las métricas mejoran la calidad del producto final y del trabajo realizado, evalúan la efectividad del proceso y además permiten descubrir y corregir problemas potenciales en etapas tempranas del software. Aportan argumentos en la toma de medidas preventivas, necesarias para mejorar el proceso de revisiones.

Para una evaluación temprana del software en producción, se utilizan métricas durante los primeros flujos de trabajo del ciclo de vida, esto permite predecir cuan buena será la calidad del producto final y comenzar con la aplicación de acciones correctivas desde etapas tempranas del desarrollo del software. (19)

Aunque hay muchas medidas de la calidad de software, la corrección, facilidad de mantenimiento, integridad, y facilidad de uso proporcionan indicadores útiles para el equipo del proyecto. Gilb [GIL88] ha sugerido definiciones y medidas para cada uno de ellos.

Corrección: Un programa debe operar correctamente o proporcionará poco valor a sus usuarios. La corrección es el grado en el que el software lleva a cabo su función requerida. La medida más común de corrección es defectos por KLDC, en donde un defecto se define como una falta verificada de conformidad con los requisitos.

Facilidad de mantenimiento. El mantenimiento del software cuenta con más esfuerzo que cualquier otra actividad de ingeniería del software. La facilidad de mantenimiento es la facilidad con la que se puede corregir un programa si se encuentra un error, se puede adaptar si su entorno cambia, o mejorar si el cliente desea un cambio de requisitos. No hay forma de medir directamente la facilidad de mantenimiento; por consiguiente, se deben utilizar medidas indirectas. Una simple métrica orientada al tiempo es el tiempo medio de cambio (TMC), es decir el tiempo que se tarda en analizar la petición de cambio,

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

en diseñar una modificación adecuada, en implementar el cambio, en probarlo y en distribuir el cambio a todos los usuarios. Como media, los programas que se pueden mantener tendrán un TMC más bajo (para tipos equivalentes de cambios) que los programas que no son más fáciles de mantener.

Integridad. En esta época de hackers y firewalls, la integridad del software ha llegado a tener mucha importancia. Este atributo mide la capacidad de un sistema para resistir ataques (tanto accidentales como intencionados) contra su seguridad.

El ataque se puede realizar en cualquiera de los tres componentes del software: programas, datos y documentos. Para medir la integridad, se tienen que definir dos atributos adicionales: amenaza y seguridad.

Amenaza es la probabilidad (que se puede estimar o deducir de la evidencia empírica) de que un ataque de un tipo determinado ocurra en un tiempo determinado. La seguridad es la probabilidad (que se puede estimar o deducir de la evidencia empírica) de que se pueda repeler el ataque de un tipo determinado. La integridad del sistema se puede definir como:

$$\text{Integridad} = [(1 - \text{amenaza}) \times (1 - \text{seguridad})]$$

Donde se suman la amenaza y la seguridad para cada tipo de ataque.

Facilidad de uso. El calificativo amigable con el usuario se ha convertido en un factor imprescindible en las discusiones sobre productos de software. Si un programa no es amigable con el usuario, frecuentemente está abocado al fracaso, incluso aunque las funciones que realice sean valiosas. La facilidad de uso es un intento de cuantificar lo amistoso que puede ser con el beneficiario y se puede medir en función de cuatro características:

- Habilidad intelectual y/o física requerida para aprender el sistema.
- Tiempo requerido para llegar a ser moderadamente eficiente en el uso del sistema.
- Aumento neto en productividad (sobre el enfoque que el sistema reemplaza) medida cuando alguien utiliza el sistema moderadamente y eficientemente.
- Valoración subjetiva (a veces obtenida mediante un cuestionario) de la disposición de los usuarios hacia el sistema.

De un grupo de métricas definidas para evaluar la calidad se escogieron las más efectivas, a partir del resultado que se obtendría de las mismas y la utilidad de estas, a continuación se muestran las métricas elegidas:

1. Comprensibilidad

Integridad de la descripción del producto: Valora el grado en que los usuarios potenciales van a entender las capacidades del producto en cuanto a los factores relacionados con el aprendizaje y la educación una vez que se hayan leído la descripción del mismo.

$$X = A / B$$

Donde A - número de funciones comprendidas por el usuario en la descripción del producto.

B - número total de funciones.

Localidad de funciones por evidentes: Indica si los usuarios son capaces de localizar las funciones, relacionadas con el aprendizaje y la educación por medio de la simple exploración de la interfaz (por ejemplo interpretando un menú).

$$X = A / B$$

Donde: A - número de funciones (o tipos de funciones) del producto son evidentes para el usuario.

B - número total de funciones (o tipos de funciones).

2. Atracción

Atracción de la interacción: Cuán atractiva son las interfaces relacionadas con el aprendizaje y la educación con el usuario.

Donde: Se emplea mediante la conducción de encuestas para evaluar la atracción de las interfaces con el usuario, tomando en cuenta elementos de la interfaz del sistema tales como el color y el diseño gráfico.

Adaptabilidad de la apariencia de la interfaz: Qué proporción de los elementos de la interfaz relacionada con el aprendizaje y la educación puede ser, por su apariencia, adaptado por el usuario para la satisfacción del mismo.

$$X = A / B$$

Donde A-número de elementos de la interfaz del sistema cuya apariencia no puede ser entendida por el usuario.

B-número de tipos de elementos de la interfaz.

Ambas métricas se completan en el contexto del grupo de expertos para la usabilidad.

Métricas de calidad: (19)

- **Eficacia de la Eliminación de Defectos**

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Una métrica de la calidad que proporciona beneficios tanto a nivel del proyecto como del proceso, es la eficacia de la eliminación de defectos (EED).

En esencia, EED es una medida de la habilidad de filtrar las actividades de la garantía de calidad y de control a1 aplicarse a todas las actividades del marco de trabajo del proceso. Cuando un proyecto se toma en consideración globalmente, EED se define de la forma siguiente:

$$EED = E / (E + D)$$

Donde E es el número de errores encontrados antes de la entrega del software al usuario final y D es el número de defectos encontrados después de la entrega.

El valor ideal de EED es 1. Esto es, no se han encontrado defectos en el software. De forma realista, D será mayor que cero, pero el valor de EED todavía se puede aproximar a uno.

Cuando E aumenta (para un valor de D dado), el valor total de EED empieza a aproximarse a 1. De hecho, a medida que E aumenta, es probable que el valor final de D disminuya (los errores se filtran antes de que se conviertan en defectos). Si se utilizan como una métrica que proporciona un indicador de la habilidad de filtrar las actividades de la garantía de la calidad y del control, EED anima a que el equipo del proyecto de software instituya técnicas para encontrar todos los errores posibles antes de su entrega. (19)

- **Efectividad de eliminar los defectos de la fase j en la revisión i.**

EED también se puede utilizar dentro del proyecto para evaluar la habilidad de un equipo en encontrar errores antes de que pasen a la siguiente actividad estructural o tarea de ingeniería del software. Por ejemplo, la tarea del análisis de los requisitos produce un modelo de análisis que se puede revisar para encontrar y corregir errores.

Esos errores que no se encuentren durante la revisión del modelo de análisis se pasan a la tarea de diseño (en donde se pueden encontrar o no). Cuando se utilizan en este contexto, EED se vuelve a definir como:

$$EED_i = E_i / (E_i + E_{i+1})$$

En donde E_i es el número de errores encontrado durante la actividad de ingeniería del software i y E_{i+1} es el número de errores encontrados durante la actividad de ingeniería del software $i + 1$ que se puede seguir para llegar a errores que no se detectaron en la actividad de la ingeniería del software i . (19)

- **Detección de errores.**

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Cuántos fallos fueron detectados en las revisiones al producto. Se define de la siguiente forma:

$$X = A / B$$

A es el número absoluto de defectos encontrados en las RTF

B es el número de errores estimados para esta revisión.

El valor de esta métrica debe oscilar entre [0; 1].

Mientras más cercano a 1 mayor cantidad de fallos encontrados.

3.5.6 Documentación

En esta sección debe aparecer un listado de todos los documentos que fueron utilizados por el Plan de Aseguramiento de la Calidad. Para su elaboración se utilizaron los siguientes documentos:

1. Plan de Roles y Responsabilidades

3.5.7 Estándares y Guías

Se plasman en esta sección un listado de todos los estándares y guías utilizados por el plan de SQA. Es recomendado que el siguiente listado de los principales estándares y guías sean estudiados por el equipo de calidad de cada proyecto para decidir por cuáles optar. La ubicación la define el proyecto.

| Estándar | Comentarios |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| IEEE 8281998 | Gestión de configuración |
| NC-ISO 9000 | Para el Sistema de Administración de Calidad. Conceptos de Calidad. |
| NC-ISO 10006/7/12/13/14/15 | Gestión de Calidad. |
| NC-ISO 19011 | Para auditorías. |
| | |

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| | |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| NC-ISO/IEC 9126 | Para definir los objetivos de calidad y métricas. |
| NC-IEEE Std. 1058-1998. | Para la Sección de Gestión del Plan. |
| CMMI v1.2 | Para el aseguramiento de la calidad, gestión de configuración, gestión de requisitos. |

Tabla 2: Estándares y Guías.

3.5.8 Plan de Revisiones y Auditorías

Tareas Generales de Revisiones y Auditorías

Existen varios tipos de revisiones que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software:

- Reuniones Informales: Una reunión que tiene lugar alrededor de una máquina, u otro espacio en el cual se discuten problemas técnicos. Cualquier producto de trabajo puede ser objeto de este tipo de revisión.
- Presentación formal: Una presentación formal de un diseño de software, una aplicación o cualquier producto de trabajo que se realiza bajo la audiencia de clientes, ejecutivos o personal técnico. Los productos de trabajo/artefactos que serán objeto de este tipo de revisión son los siguientes:
 - ✓ Los diseños de arquitectura de información.
 - ✓ Diagramas de despliegue
 - ✓ Diagramas de arquitectura
 - ✓ Propuesta de soluciones tecnológicas
 - ✓ Prototipos funcionales y no funcionales
 - ✓ Configuración del sistema
 - ✓ Presentación y análisis de informes.
- Las revisiones Pass Around: Revisión informal en la cual el autor distribuye el documento a varias personas para su revisión. La efectividad de este método depende del conocimiento y motivación de los revisores.
- Revisiones técnicas formales: Actividad desarrollada por los ingenieros del software que tiene como objetivo descubrir errores en la función, la lógica o la implementación de cualquier representación de software, verificar que el software bajo

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

revisión alcanza los requisitos, garantizar que el software ha sido representado de acuerdo a varios estándares predefinidos, conseguir un software desarrollado de forma uniforme.(19)

La Revisión Técnica Formal (RTF) es realmente una clase de revisión que incluye recorridos, inspecciones, revisiones cíclicas y otro pequeño grupo de evaluaciones técnicas del software.

Cada RTF se lleva a cabo mediante una reunión y sólo tendrá éxito si es bien planificada, controlada y atendida.

Los productos de trabajo/artefactos que serán objeto de este tipo de revisión son los siguientes:

- ✓ Documentación del sistema (informes, registros de calidad, expediente de proyecto, modelos, diagramas).
- ✓ Productos desarrollados y la GCS.

Independientemente del formato que se elija para la RTF, cualquier reunión de revisión debe acogerse a las siguientes restricciones: deben convocarse para la revisión (normalmente) entre tres y cinco personas; se debe preparar por adelantado, pero sin que requiera más de dos horas de trabajo a cada persona; y la duración de la reunión de revisión debe ser menor de dos horas.

Procedimiento para realizar una RTF

De forma general el procedimiento para realizar una RTF según IPP-3522

- Realizar la reunión de inicio donde se presentan los objetivos, el alcance de la revisión y se llena el acta de la reunión de inicio.
- Se aplican las listas de chequeo y entrevistas.
- Se preparan los resultados de la evaluación actualizándose los registros de las NC y las AC y redactándose el informe de la evaluación.
- Se comunican los resultados de la evaluación a través de una reunión de cierre donde se actualizan los registros de NC y AC, se redacta la minuta de reunión de cierre y se actualiza el informe de la evaluación.
- El Jefe del Proyecto y su equipo de trabajo analizan los resultados de la evaluación.
- Luego se entregan las acciones correctivas con los documentos de NC y AC actualizados y se redacta las evaluaciones de los revisores.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

A continuación se muestra un conjunto mínimo de directrices para las revisiones técnicas formales: (19)

- Revisar al producto, no al productor.
- Fijar una agenda y mantenerla.
- Limitar el debate y las impugnaciones.
- Enunciar áreas de problemas, pero no intentar resolver cualquier problema que se ponga de manifiesto.
- Tomar notas escritas.
- Limitar el número de participantes e insistir en la preparación anticipada.
- Desarrollar una lista de chequeo para cada producto que vaya a ser revisado.
- Disponer recursos y una agenda para las RTF.
- Llevar a cabo un buen entrenamiento de todos los revisores.
- Repasar las revisiones anteriores.

Para la realización de las Tareas de revisiones se tendrán en cuenta las revisiones administrativas, las revisiones a la especificación de requisitos, las revisiones a la arquitectura, la revisión al diseño, la revisión a la documentación y la revisión a la gestión de configuración de cambios, todas ellas tendrán artefactos de entrada y de salida según los proyectos, para llevarlas a cabo es necesario elaborar las listas de chequeo a través de los lineamientos de calidad, expuestos por el CC de la Universidad; la realización de las revisiones se hará a pequeños componentes, lo que al finalizar cada flujo de trabajo con una revisión general conllevaría a que el esfuerzo del grupo de revisiones y auditorías y el equipo de desarrolladores sea menor evitando que se atrase el cronograma del proyecto.

Ventajas de las Revisiones Técnicas Formales.

- ✓ **Reduce sustancialmente el costo del software:** Esto provoca que las pruebas realizadas al producto final sean menos costosas ya que va a hacer la menor cantidad de errores cometidos por parte de los participantes en el proyecto de desarrollo del software. En otras palabras, las revisiones efectuadas a lo largo del proceso de desarrollo tienen más efectividad que las realizadas solamente en el momento de la implantación del producto.
- ✓ **Tiene gran valor educativo para los participantes:** Esto permite que los participantes en el proceso de desarrollo no cometan los mismos errores a la hora de realizar un nuevo software.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

- ✓ **Se utiliza para comunicar la información técnica:** Cuando se efectúan las revisiones, es un momento en que la información que fluye durante el proceso de desarrollo sea conocida por todos los involucrados en el proyecto.
- ✓ **Fomenta la seguridad y la continuidad:** Estas revisiones dan cierto grado de seguridad y continuidad para el producto, ya que deben cumplir con diferentes parámetros o factores de calidad del software que permiten el desarrollo continuo y seguro del proyecto.

Para realizar una RTF es muy importante tener en cuenta la lista de chequeo, que es una plantilla creada para ayudar a desarrolladores, especialistas o expertos técnicos en la verificación y evaluación de las especificaciones de los artefactos.

Una **auditoría** es un examen objetivo realizado por personal calificado independiente del responsable de la actividad que se va a auditar. Los resultados de la auditoría serán utilizados para establecer acciones correctivas y preventivas en las áreas donde se encontraron no conformidades. Se debe planificar un programa de auditorías tomando en cuenta la importancia de los procesos y los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. (20)

Para realizar una auditoría se deben tener criterios de auditoría que no son más que un conjunto de políticas, procedimientos o requisitos que se utilizarán como referencia para comparar con los artefactos de la organización auditada. Como resultado de una auditoría se tienen hallazgos de la auditoría que son resultados de la evaluación de los registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información obtenida como parte del proceso de auditoría. Los hallazgos de la auditoría pueden indicar tanto conformidad o no conformidad con los criterios de auditoría como oportunidades de mejora. Al culminar con el proceso de auditoría se da una conclusión de la auditoría que es el resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor tras considerar los objetivos de la auditoría y todos los hallazgos de la misma. (21)

Principios de auditoría

Para realizar una auditoría se deben tener varios principios como los que a continuación se plantean (21):

- ✓ El equipo auditor debe tener una conducta ética, donde la confidencialidad, la integridad y la confianza sean sus principales valores.
- ✓ Se debe revelar con veracidad y exactitud los hallazgos de la auditoría.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

- ✓ Deben tener un sentido de responsabilidad elevado puesto que estos deben proceder con el debido cuidado, de acuerdo con la importancia de la tarea que desempeñan y la confianza depositada en ellos por el cliente de la auditoría y por otras partes interesadas.
- ✓ Los auditores deben mantener una actitud objetiva a lo largo del proceso de auditoría para asegurarse de que los hallazgos y conclusiones de la auditoría estarán basados sólo en la evidencia de la auditoría.

Pasos para realizar auditorías

Los pasos para realizar auditorías son (21):

- ✓ Fijar fecha de entrega.
- ✓ Fijar fecha de entrega de la documentación a los auditores.
- ✓ Realizar la revisión de la documentación.
- ✓ Realizar la reunión para dar informes parciales de la auditoría con el jefe del proyecto, jefe de desarrollo auditado y auditores.
- ✓ Realizar reunión de cierre con los auditores.

En el Departamento se realizarán todas las auditorías que se crean necesarias, entre ellas se proponen por cada revisión técnico formal que se realice al finalizar un flujo de trabajo, debe existir una auditoría que verifique los procesos por los que se rigen los proyectos.

Auditorías en proceso: son aleatorias y se envía un aviso con anticipación. Su propósito será revisar el trabajo actual que se realiza en el proyecto.

Auditorías funcionales: se realizarán para verificar que el producto que se entrega satisface los requerimientos especificados.

Auditorías físicas: se realizarán para verificar que realmente se entreguen el software físico y su documentación designados a la entrega.

Auditoría a la configuración: Se pregunta sobre elementos como cambios, revisión a la corrección técnica, corrección de los estándares de ISW, las modificaciones en los ECS, especificación y registro de las fechas del cambio y el autor.

3.5.9 Cronograma

En la siguiente tabla se especifican los tipos de revisiones que se deben realizar, los objetivos de estas revisiones, la fase del proyecto en la que ocurre la revisión y el grupo responsable de cada una.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| No de Revisiones | Tipo | Objetivos | Fase del Proyecto |
|------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Revisión Inicial | Revisar la documentación elaborada durante la etapa inicial del proyecto. | Inicio del Proyecto |
| 2 | Revisiones de gestión | Revisar el Plan de SQA. Revisar el Plan de gestión del riesgo. Revisar el Plan del Proyecto. | Inicio |
| 3 | Revisiones Técnicas | Requerimientos del Software. Arquitectura. □ Documentación de prueba. Manual de mantenimiento. | Todo el ciclo de desarrollo |
| 4 | Revisión al proceso de prueba. | Verificar el proceso de pruebas. | Flujo de trabajo Prueba |
| 5 | Auditorías | Informes y Datos. Plan del Proyecto. Planes de Gestión de | Final de cada fase |

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| | | | |
|--|--|----------------------------------------------------------|--|
| | | Riesgo. Planes de Garantía de Calidad. Artefactos. | |
|--|--|----------------------------------------------------------|--|

Tabla 3: Cronograma

3.5.10 Resolución de problemas y actividades de corrección

Solo se emitirán no conformidades a partir de las RTF, una vez terminada la reunión de revisión el revisor debe emitir un documento de no conformidades, de existir alguna, este documento debe ser enviado al jefe de desarrollo del componente bajo revisión, el jefe de desarrollo y los desarrolladores del componente que fue objeto de revisión procederán a resolver cada una de las no conformidades encontradas, una vez resueltas las no conformidades el jefe de desarrollo debe emitir un documento de respuesta a no conformidades para el líder del proyecto quien decidirá si es necesaria una nueva revisión. Los documentos de no conformidades y respuesta a las no conformidades deben almacenarse como registros de calidad.

3.5.11 Herramientas, técnicas o metodologías usadas

- Para realizar las revisiones se utilizará la RTF así como el procedimiento descrito y sus directrices.
- Las listas de chequeo para el desarrollo de las revisiones.
- Se utilizarán los estándares y normas de la IEEE y la ISO, el modelo CMMI y la metodología RUP o XP.
- Procedimientos definidos por la IP.
- Expediente de proyecto.

3.5.12 Pruebas y Evaluación.

Las pruebas son un conjunto de actividades que se pueden planificar por adelantado y llevar a cabo sistemáticamente.

La prueba del software es un elemento de un tema más amplio que, a menudo, es conocido como verificación y validación. La verificación se refiere a un conjunto de actividades que aseguran que el software implementa correctamente una función específica. La validación se refiere un conjunto diferente de actividades que aseguran que el software construido se ajusta a los requisitos del cliente.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Las pruebas constituyen el último bastión desde el que se puede evaluar la calidad y, de forma más pragmática descubrir los errores. Pero las pruebas no deben ser vistas como una red de seguridad. Como se suele decir “no se puede probar la calidad, si no está ahí antes de comenzar la prueba, no estará cuando se termine”

El objetivo de la prueba de software es descubrir errores. Para conseguir este objetivo se planifica y se ejecuta una serie de pasos que van revisando todos los elementos del software. La prueba es aplicada para diferentes tipos de objetivos, en diferentes escenarios o niveles de trabajo.

En todo proceso de desarrollo de aplicaciones es indispensable la presencia de un proceso de pruebas de software que coexista y se integre con este primero para garantizar así el buen funcionamiento y la calidad del producto final. Para lograr lo antes expuesto se debe partir del concepto de que las mismas desempeñan un papel fundamental en esta disciplina. (19)

Se distinguen los siguientes niveles de pruebas:

- Prueba de Desarrollador. Es la prueba diseñada e implementada por el equipo de desarrollo. Tradicionalmente estas pruebas han sido consideradas solo para la prueba de unidad, aunque en la actualidad en algunos casos pueden ejecutar pruebas de integración. Se recomienda que estas pruebas cubran más que las pruebas de unidad.
- Prueba Independiente. Es la prueba que es diseñada e implementada por alguien independiente del grupo de desarrolladores. El objetivo de estas pruebas es proporcionar una perspectiva diferente y en un ambiente más rico que los desarrolladores. Una vista de la prueba independiente es la prueba de los stakeholder, que son pruebas basadas en las necesidades y preocupaciones de los stakeholders.
- Prueba de Unidad. Es la prueba enfocada a los elementos más pequeño del software que pueden ser probados. Es aplicable a componentes representados en el modelo de implementación para verificar que los flujos de control y de datos están cubiertos, y que ellos funcionen como se espera. La prueba de unidad siempre está orientada a caja blanca.
- Prueba de Integración. Es ejecutada para asegurar que los componentes en el modelo de implementación operen correctamente cuando son combinados para ejecutar un caso de uso. Se prueba un paquete o un conjunto de paquetes del

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

modelo de implementación. Estas pruebas descubren errores. Esta prueba debe ser responsabilidad de desarrolladores y de independientes, sin solaparse las pruebas.

- Prueba de Sistema. Son las pruebas que se hacen cuando el software está funcionando como un todo. Es la actividad de prueba dirigida a verificar el programa final, después que todos los componentes de software y hardware han sido integrados. En un ciclo iterativo estas pruebas ocurren más temprano, tan pronto como subconjuntos bien formados de comportamiento de caso de uso son implementados.
- Prueba de Aceptación. Prueba final antes del despliegue del sistema. Su objetivo es verificar que el software está listo y que puede ser usado por usuarios finales para ejecutar aquellas funciones y tareas para las cuales el software fue construido.

Los autores de este trabajo recomiendan que las pruebas se apliquen en el nivel de sistema, lo que permite probar el funcionamiento del producto en su totalidad, después de integrados sus módulos y a través de la interfaz de usuario. Se define este nivel debido a que se pretende probar la integridad y funcionalidad del sistema, tratando de encontrar la mayor cantidad de errores. Las técnicas de pruebas de dicho nivel permiten que el sistema se ejercite, además se comprueba la integración de la información y el funcionamiento de las interfaces.

Tipos de Prueba

Las pruebas en conjunto tienen como objetivo general verificar y validar un software, independientemente de las características y el entorno donde se desarrollen, además de los recursos y los factores vinculados al proceso de desarrollo.

Funcionalidad

- ✓ Función: Pruebas fijando su atención en la validación de las funciones, métodos, servicios, caso de uso.
- ✓ Seguridad: Asegurar que los datos o el sistema solamente es accedido por los actores deseados.
- ✓ Volumen: Enfocada en verificar las habilidades de los programas para manejar grandes cantidades de datos, tanto como entrada, salida o residente en la Base de Datos.

Usabilidad

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

- ✓ Prueba enfocada a factores humanos, estéticos, consistencia en la interfaz de usuario, ayuda sensitiva al contexto y en línea, asistente documentación de usuarios y materiales de entrenamiento.

Fiabilidad

- ✓ Integridad: Enfocada a la valoración exhaustiva de la robustez (resistencia a fallos).
- ✓ Estructura: Enfocada a la valoración a la adherencia a su diseño y formación. Este tipo de prueba es hecho a las aplicaciones Web asegurando que todos los enlaces están conectados, el contenido deseado es mostrado y no hay contenido huérfano.
- ✓ Stress: Enfocada a evaluar cómo el sistema responde bajo condiciones anormales. (extrema sobrecarga, insuficiente memoria, servicios y hardware no disponible, recursos compartidos no disponible).

Rendimiento

- ✓ Benchmark: Es un tipo de prueba que compara el rendimiento de un elemento nuevo o desconocido a uno de carga de trabajo de referencia conocido.
- ✓ Contención: Enfocada a la validación de las habilidades del elemento a probar para manejar aceptablemente la demanda de múltiples actores sobre un mismo recurso (registro de recursos, memoria).
- ✓ Carga: Usada para validar y valorar la aceptabilidad de los límites operacionales de un sistema bajo carga de trabajo variable, mientras el sistema bajo prueba permanece constante. La variación en carga es simular la carga de trabajo promedio y con picos que ocurre dentro de tolerancias operacionales normales.

Soportabilidad

- ✓ Configuración: Enfocada a asegurar que funciona en diferentes configuraciones de hardware y software. Esta prueba es implementada también como prueba de rendimiento del sistema.
- ✓ Instalación: Enfocada a asegurar la instalación en diferentes configuraciones de hardware y software bajo diferentes condiciones (insuficiente espacio en disco, etc.) (22)

Dentro de los tipos de prueba que se realizan se escogieron para aplicar en el proyecto Minería los siguientes:

Pruebas de seguridad: Estas pruebas presentan un alto nivel de importancia, ya que todo sistema computacional que maneje información sensible constituye un blanco de

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

entradas indebidas o ilegales al mismo. Otra de las razones principales por las que se escogió las pruebas de seguridad es debido a que nunca se podrá construir una aplicación segura sin realizarle este tipo de pruebas.

Al realizar esta prueba se debe comprobar: la capacidad del software para proteger información y los datos, para que personas o sistemas desautorizados no puedan leer o pueden modificar los mismos, y a las personas o sistemas autorizados no les sea denegado el acceso a ellos.

Para que estas pruebas logren su objetivo, requieren de tiempo y recursos suficientes que permitan una correcta ejecución. La comprobación de seguridad no garantiza que puedan comprobarse todas las formas en que un atacante puede colgar una aplicación, pero sí ha demostrado ser un factor clave para cualquier organización que necesita confiar en el software que usa o produce.

Con tiempo y recursos suficientes, una buena prueba de seguridad terminará por acceder al sistema. El papel del diseñador del sistema es hacer que el coste de la entrada ilegal sea mayor que el valor de la información obtenida.

Pruebas de usabilidad: Prueba encaminada a factores humanos, estéticos, consistencia en la interfaz de usuario, ayuda sensitiva al contexto y en línea, asistente documentación de usuarios y materiales de entrenamiento.

Al realizar esta prueba se debe comprobar varios aspectos que a continuación son expuestos:

- ✓ La capacidad del producto de software para permitirle al usuario entender si el software es conveniente, y cómo puede usarse para las tareas particulares y condiciones de uso.
- ✓ La capacidad del producto del software para permitirle al usuario aprender su aplicación.
- ✓ La capacidad del producto del software para permitirle al usuario operarlo y controlarlo.
- ✓ La capacidad del producto del software de ser amigable para el usuario.

Prueba de Stress (Resistencia): Se escoge esta prueba ya que a través de ella se podrá evaluar cómo el sistema responde bajo condiciones anormales. (Extrema sobrecarga, insuficiente memoria, servicios y hardware no disponible, recursos compartidos no disponible).

Métodos de Prueba

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Prueba de Caja Blanca: Con este método se comprueban los caminos lógicos del software proponiendo casos de prueba que ejerciten conjuntos específicos de condiciones y/o bucles.

Técnicas de Prueba de Caja Blanca

- ✓ La prueba del camino básico: Esta prueba permite al diseñador de casos de prueba obtener una medida de la complejidad lógica de un diseño procedimental y usar esa medida como guía para la definición de un conjunto básico de caminos de ejecución.
- ✓ La prueba de condición: Es un método de diseño de casos de prueba que ejercita las condiciones lógicas contenidas en el módulo de un programa.
- ✓ La prueba de flujo de datos: Se seleccionan caminos de prueba de un programa de acuerdo con la ubicación de las definiciones y los usos de las variables del programa.
- ✓ La prueba de bucles: Es una técnica de prueba de caja blanca que se centra exclusivamente en la validez de las construcciones de bucles.

Prueba de Caja Negra: Son las pruebas que se llevan a cabo sobre la interfaz del software.

Técnicas de Prueba de Caja Negra. Para desarrollar la prueba de caja negra existen varias técnicas, entre ellas están: (19)

- ✓ Técnica de la Partición de Equivalencia: esta técnica divide el campo de entrada en clases de datos que tienden a ejercitar determinadas funciones del software.
- ✓ Técnica del Análisis de Valores Límites: esta técnica prueba la habilidad del programa para manejar datos que se encuentran en los límites aceptables.
- ✓ Técnica de Grafos de Causa-Efecto: es una técnica que permite al encargado de la prueba validar complejos conjuntos de acciones y condiciones.

Después de estudiados todos los aspectos referentes a las pruebas de caja blanca y caja negra se ha detectado que lograr una prueba exhaustiva a través del uso del método de caja blanca se hace imposible para grandes sistemas de software, este requiere de tiempo y energía para probar las minuciosidades lógicas, paralelamente se podría emplear mejor este esfuerzo asegurando que se han alcanzado los requisitos a través del método de prueba de caja negra.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Por lo antes expuesto se escoge la prueba de caja negra ya que le permite al ingeniero del software obtener conjuntos de condiciones de entrada que ejerciten completamente todos los requisitos funcionales de un programa.

Dentro del Método de Caja Negra se hará uso de la técnica de Partición de Equivalencia. Esta técnica divide el campo de entrada de un programa en clases de datos de los que se pueden derivar casos de prueba. Un caso de prueba ideal descubre de forma inmediata errores (por ejemplo, proceso incorrecto de todos los datos de carácter) que, de otro modo, requerirían la ejecución de muchos casos antes de detectar el error genérico. La partición equivalente reduce el número total de casos de prueba que hay que desarrollar.

3.5.13 Herramientas, Técnicas y Metodologías utilizadas en el Plan.

En este punto se define un listado con las herramientas, técnicas y metodologías que se utilizan para el desarrollo de las actividades dirigidas a garantizar la calidad del software durante todo su ciclo de vida. A continuación se mencionan las herramientas, técnicas y metodologías utilizadas en las actividades del Plan de Calidad:

- Se utilizarán varias técnicas de revisiones como son las RTF y sus directrices
- Serán utilizadas listas de chequeo para el desarrollo de las revisiones.
- Plantillas del expediente de proyecto establecido por la CC para registrar la documentación del proyecto.
- Estándares y Normas de IEEE, ISO.
- Libro oficial de CMMI v1.2.
- Regulaciones y normas establecidas por la dirección de informatización, dirección de diseño y la dirección de técnica de la IP.

3.5.14 Gestión de Configuración

La gestión de configuración es un aspecto de vital importancia dentro del proyecto por lo que el Equipo de Calidad estará todo el tiempo pendiente de este proceso. Con un proceso de calidad de la gestión de configuración, se logra mantener la integridad de los productos que se obtienen a lo largo del desarrollo de los sistemas de información. Se propone consultar el Plan de Gestión de Configuración del proyecto Minería.

3.5.15 Registros de Calidad

La siguiente tabla ofrece una lista de los registros de calidad que serán gestionados a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| Registro | Tiempo de Duración | Ubicación | Descripción |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Informes de revisiones | Durante todo el ciclo de vida del proyecto. | Repositorio del proyecto. | Este informe contendrá el resultado de las evaluaciones de los elementos que poseen diferencias con los resultados planeados y las recomendaciones de mejoras. |
| Informes de auditorías | Durante todo el ciclo de vida del proyecto. | Repositorio del proyecto. | En este documento se explican los hallazgos, las causas y condiciones que originan las deficiencias detectadas. |
| Informe de No Conformidades | Durante todo el ciclo de vida del proyecto | Repositorio del proyecto. | En el mismo se documentará detalladamente los defectos encontrados |
| Informe de respuesta a No Conformidades | Durante todo el ciclo de vida del proyecto | Repositorio del proyecto. | A través de este registro se le da seguimiento a las no conformidades identificadas |
| Diseños de Casos de Pruebas | Durante todo el ciclo de vida del proyecto | Repositorio del proyecto. | Aquí se registrarán aspectos del caso de prueba ejecutado. |
| Listas de Chequeos | Durante todo el ciclo de vida del proyecto | Repositorio del proyecto. | Se usarán como herramientas para desarrollar las actividades de revisiones y auditorías. Servirán además para dejar constancia de la realización de las actividades y como fuente de datos para la aplicación de |

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

| | | | |
|--|--|--|-----------|
| | | | métricas. |
|--|--|--|-----------|

Tabla 4: Registros de Calidad

Conclusiones Parciales

Con este capítulo ha quedado definida la estrategia de aseguramiento de la calidad para el proyecto Minería. Han quedado plasmados con detalles cada uno de los puntos y la importancia de ellos para el proyecto.

La aplicación de un plan de aseguramiento de la calidad, debidamente estructurado y basado en las peculiaridades de un proyecto, ayuda a determinar una metodología a seguir donde se controle la calidad de cada uno de los procesos del mismo.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

Capítulo 4: Resultados de la Solución

Introducción

En el capítulo anterior quedó definida la estrategia de aseguramiento de la calidad para el proyecto Minería, dentro de esta se plantearon una serie de actividades que tienen como objetivo asegurar durante el desarrollo del proyecto la calidad del proceso y el producto, y lograr una mayor organización y seguimiento de las tareas a realizar.

En este capítulo se ponen en práctica estas actividades, se aplica el plan de aseguramiento de la calidad y se arriban a resultados consistentes.

4.1 Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería

La Estrategia de Aseguramiento de la Calidad para el Proyecto Minería estuvo guiada por una serie de actividades que contribuyen al buen funcionamiento de la misma:

- ✚ Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, conformando el Equipo de Calidad.
- ✚ Entrenar al equipo de calidad conformado.
- ✚ Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación.
- ✚ Elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- ✚ Aplicar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.
- Revisión Inicial.
- Revisiones Técnicas Formales.
- Revisión a la Medición y Análisis.
- Revisiones externas al Proyecto Minería.
- Actividades de corrección a las recomendaciones de las revisiones.
- Pruebas al producto.

4.2 Redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo.

Se realizó una reunión con el fin de redefinir los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, se analizaron las competencias de cada integrante y se conformó el equipo de calidad para que en su conjunto se realice un trabajo con las características que se requieren, la siguiente tabla muestra dicha distribución:

| Rol | |
|-----------------------------|------------------|
| Administrador de la Calidad | Yessy Oliva Cruz |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Revisor Técnico | Arrianna Llorente Vargas |
| Jefe de Prueba | Ana Mary Serafín |
| | |



Tabla 5: Equipo de Calidad.

Se realiza la tarea alcanzando un 60% de la misma. No se pudo completar el 100% de la actividad debido a las características y situaciones propias del proyecto Minería, pero se seguirá trabajando para lograr la finalidad de dicha tarea.


4.3 Entrenar al equipo de calidad conformado.

Para obtener buenos resultados en todas las tareas a realizar se le impartieron actividades de entrenamiento a cada uno de los roles correspondientes, evitando que existan obstáculos por falta de preparación. Se impartieron talleres con diversos temas:


Introducción a la Calidad:

-  Caracterizar los conceptos fundamentales asociados a la Calidad del software.
-  Caracterizar los procesos asociados al Aseguramiento de la Calidad.

Revisiones y Auditorías:

-  Estudiar revisiones y auditorías que pueden llevarse a cabo durante el proceso de desarrollo de software educativo.

Estándares y Guías:

-  Estudiar estándares y guías que servirán de apoyo para el desarrollo de las actividades de cada trabajador según el rol que desempeñe.

Se realiza la tarea alcanzando un 100 %.

4.4 Perfeccionar los valores y acciones del equipo de calidad a través de un adecuado proceso de comunicación.

Del total de integrantes del equipo de calidad (3), el 100 % son mujeres y el 0 % hombres, de ellos 1 es Universitario lo que representa el 34 %, 2 presentan 12 grado con el 66 %, significando relativamente un gran porcentaje representado por personal con madurez y capacidad profesional.

Los integrantes del proyecto Minería presentan un alto grado de profesionalidad en el desempeño de sus funciones contribuyendo a un clima laboral adecuado. El nivel de los mismos es relativo y similar al del equipo de calidad lo que facilita la comunicación y la expresión abierta y franca de sus opiniones.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

Es importante aclarar que aunque reconocen el elemento de retroalimentación como parte del proceso total, la concepción de la comunicación concentra su atención en la información que se transmite – y que se recibe- y en la claridad de la recepción del mensaje. Como resultado de la aplicación de cuestionarios se pudo comprobar que el 100% de los encuestados manifiesta que los mensajes que reciben están relacionados con la orientación de tareas y labores a realizar. Un 33% afirma que generalmente la información está orientada a temas vinculados con normativas, reglas y modos de trabajo. Se recomienda que se transmitan mensajes de apoyo, reconocimiento, estímulo y felicitaciones en lo profesional.

Se detectó que la participación de los integrantes en la toma de decisiones se toma en cuenta y que no se encuentran muy identificados con el trabajo que realizan, para solucionar esta limitante se realizaron tareas al gusto de los mismos para eliminar el trabajo impuesto y no deseado.

Al expandir e incrementar la comunicación en el grupo de calidad, y después de impartidos los entrenamientos se comprueba una mejora en el desarrollo de las actividades y tareas.

Se realiza la tarea alcanzando un 100%.

4.5 Elaborar el Plan de Aseguramiento de la Calidad

El plan se elaboró de forma satisfactoria cumpliéndose un 100%.




4.6 Aplicar el Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Objetivo: Garantizar que los productos y componentes de productos que se desarrollan cumplan con las exigencias de los clientes.




Responsable: Administrador de la calidad.

Participantes: Todos los miembros del proyecto.

Artefactos de entradas:

-  Plan de aseguramiento de la calidad.
-  Plan de mediciones.
-  Expediente de Proyecto.

Artefactos de salidas:

-  No conformidades.
-  Registro de incidencias de las revisiones técnicas formales.
-  Minuta de reunión.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

- ✚ Informe del análisis y evaluación de las mediciones.

Resultados de la Aplicación del Plan de Aseguramiento de la Calidad.

Cronograma

En la tabla expuesta en el capítulo 3: Descripción de la Solución, en el Cronograma se especifican los tipos de revisiones que se deben realizar, los objetivos de estas revisiones, la fase del proyecto en la que ocurre la revisión y el grupo responsable de cada una, siguiendo la guía que esta propone se le da cumplimiento a la revisión inicial y a la RTF.

Revisión Inicial

Objetivo: Revisar la documentación elaborada durante la etapa inicial del proyecto, así como su ajuste a las plantillas establecidas en el Expediente del Proyecto.

Artefactos de entrada:

- ✚ Lista de Chequeo para la Revisión Inicial.
- ✚ Documento de Roles y Responsabilidades.
- ✚ Plan de Mitigación de Riesgos.
- ✚ Documento Visión.
- ✚ Plan de Capacitación.
- ✚ Proyecto Técnico.

Artefactos de Salida:

- ✚ Documento de No Conformidades.
- ✚ Minuta de Reunión.

Etapas de aplicación: Inicio del proyecto.

Se elabora y se aplica una Lista de Chequeo, para verificar la elaboración correcta de los artefactos generados durante el inicio del proyecto.

Esta actividad se clasifica como crítica dentro del proceso de desarrollo del producto, ya que de su realización depende que el proyecto inicie correctamente y con una estructura lo más sólida posible.

La revisión inicial se realizó a principio del mes de marzo, se detectaron 37 no conformidades y los señalamientos son archivados en el documento de No Conformidades ubicado en el Expediente de Proyecto, a continuación se muestra la tabla con dichos resultados.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| 1 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Propósito , se utiliza la abreviatura GEySED antes de declararla en la sección 1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas . | No utilizar la abreviatura antes de ser declarada. | B | R | PD |
| 2 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Alcance y Antecedentes, Estructura y organización se repite indebidamente la palabra "y". | Eliminar la repetición de la "y". | B | R | PD |
| 3 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico en la sección Antecedentes se usa la abreviatura GeoDato, y no está declarado de la misma manera que en la sección 1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas . | Utilizarlo de la misma manera que en la sección 1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas . | B | R | PD |
| 4 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico en la sección Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas no se organizan alfabéticamente las abreviaturas declaradas. | Se debe organizar alfabéticamente las abreviaturas declaradas. | B | R | PD |
| 5 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Antecedentes , el segundo y tercer párrafo son ideas muy corta. | Se recomienda abordar un poco más o unirlo a otro párrafo. | B | R | PD |
| 6 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Antecedentes , se utiliza la palabra software , dicha palabra no existe en el DRAE. | Utilizar la palabra en singular. | M | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| 7 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Problema a resolver no se define claramente el problema a resolver. | Declarar claramente el Problema a resolver. | A | R | PD |
| 8 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Problema a resolver considero que no se utiliza indebidamente una pausa en la primera oración. | Eliminar la pausa. | B | R | PD |
| 9 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Beneficiarios la palabra minera debe ir en plural. | Corregir el número de la palabra minera. | B | R | PD |
| 10 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Actores que integran el organismo e influyen en el proyecto la palabra organismo debe ir en singular. | Corregir el número de la palabra organismo. | B | R | PD |
| 11 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Control de la Calidad se plantea que se le realizarán pruebas a documentos, esta afirmación no es correcta. | Corregir afirmación. | B | R | PD |
| 12 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Control de la Calidad se plantea que las pruebas serán realizadas por el Centro de Calidad del Software de Cuba (CALISOFT). | Revisar porque CALISOFT no es el Centro de Calidad del Software de Cuba. | B | R | PD |
| 13 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Control de la Calidad la | Corregir dicha palabra. | B | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|-----|------|
| | | palabra “cambio” está en singular. | | | | |
| 14 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Riesgos específicamente en el 5to riesgo no está correctamente redactada. | Corregir la redacción. | B | R | PD |
| 15 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Responsabilidades de las Partes, en las responsabilidades Por el SGC y la ONRM la utilización de la acción “Suministrar” no es oportuna. | Utilizar otra acción para indicar lo mismo. | B | R | PD |
| 16 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Planificación del despliegue/Equipamiento a desplegar la palabra solo está escrita sin tilde. | Corregir error ortográfico. | A | R | PD |
| 17 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Planificación del despliegue/Equipamiento a desplegar se debe revisar la redacción del segundo párrafo. | Eliminar la repetición de la palabra “para”. | B | R | PD |
| 18 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Planificación del despliegue/ Medio de transporte seguro y disponible se debe revisar la ortografía de la palabra “ día ”. | Corregir error ortográfico. | A | R | PD |
| 19 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección Transferencia | Esta palabra debe ir | B | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| | | Tecnológica la palabra “ realizado ” está en singular. | en plural. | | | |
| 20 | Adherencia al producto | En el documento Proyecto Técnico, sección 7.3 Objetivos específicos se utiliza cómo acción de los objetivos “ estudiar ” | Esta acción no es medible, se debe utilizar otro verbo. | B | R | PD |
| 21 | Adherencia a producto | En el documento Roles y Responsabilidades en la página i la sección clasificación se encuentra en blanco. | Se recomienda que en la página i del documento roles y responsabilidades se coloque la clasificación del mismo. | M | R | PD |
| 22 | Adherencia a producto | En el documento Roles y Responsabilidades en la página i no se representa la entidad “empresa cliente” | Se recomienda que en la página i del documento Roles y Responsabilidades se represente la entidad “empresa cliente”. | M | R | PD |
| 23 | Adherencia a producto | En el documento Roles y Responsabilidades el total de páginas del documento no coincide con el expuesto en la página i. | Se recomienda que se especifique correctamente el número de páginas del documento. | M | R | PD |
| 24 | Adherencia a producto | En el documento Roles y Responsabilidades a la hora de definir los miembros que ocuparán determinados Roles solamente se coloca el nombre lo que no se ve muy formal. | Se recomienda que en el documento Roles y Responsabilidades en la definición de los roles se coloque al menos el primer | M | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| | | | apellido para que se vea más formal. | | | |
| 25 | Adherencia a producto | En el documento Roles y Responsabilidades en el índice no aparece bien estructurado el número de páginas. | Se recomienda que en el documento Roles y Responsabilidades se arregle correctamente la numeración del índice | M | R | PD |
| 26 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación de Riesgo en la página 2 y 3 existe una lista de riesgos, esta lista presenta aspectos vacíos. | Se recomienda que en el documento Plan de Mitigación se complete la lista de riesgo ubicada en la página 2 y3. | A | R | PD |
| 27 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación de Riesgo en la página 4 - 6 están especificados alguno de los riesgos determinando los indicadores, estrategia de mitigación, plan de contingencia. En el mismo no está especificado cada uno de los riesgos. | Se recomienda que en el documento Plan de Mitigación en la especificación de los riesgos determinando los indicadores, estrategia de mitigación, plan de contingencia, se detallen cada uno de los riesgos. | A | R | PD |
| 28 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación en el aspecto Alcance se utiliza el término GeySED antes de declararlo en abreviatura. | Se recomienda que no se utilice el término GEySED ya que no está declarado en | M | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| | | | abreviatura. | | | |
| 29 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación de Riesgo en la página 6 y 7 se realiza una gestión de riesgos que abarca estimaciones de la probabilidad de ocurrencia, impacto, plan de mitigación asociado, monitoreo y administración del riesgo, la misma se realiza para algunos riesgos no para todos. | Se le debe hacer estimaciones de la probabilidad de ocurrencia, impacto, plan de mitigación asociado, monitoreo y administración del riesgo, a todos los riesgos identificados. | A | R | PD |
| 30 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación de Riesgo en la página 8 existe una lista de grupos o personas involucradas en la gestión de los riesgos y la descripción de sus responsabilidades, la misma no es muy explícita. | En la página 8 del documento explicar con más detalle la sección de Responsabilidades. | M | R | PD |
| 31 | Adherencia a producto | El documento Plan de Mitigación tiene un aspecto en el índice que pertenece a la tabla ubicada en la página 3. | Arreglar en el índice un aspecto que pertenece a la tabla de la página 3 | M | R | PD |
| 32 | Adherencia a producto | En el documento Plan de Mitigación de el número de página que aparece en el índice no coincide con el contenido que se refleja realmente en dicha página | Rectificar el índice para que el número de página que aparece en el índice coincida con el contenido que se refleja realmente en dicha página | M | R | PD |

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

| No. | Criterio de evaluación | Elemento | Recomendaciones | IMP | E D | ES T |
|-----|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| 33 | Adherencia a producto | En el documento Plan de capacitación se trabaja con el término GEySED y el mismo no está declarado en Abreviaturas | Se recomienda declarar en la sección Abreviaturas el término GEySED. | M | R | PD |
| 34 | Adherencia a producto | En el documento Plan de Capacitación en la sección Recursos no está actualizada la cifra con respecto al recurso humano. | Se recomienda actualizar la cifra que hace referencia al recuso humano del proyecto. | A | R | PD |
| 35 | Adherencia a producto | En el documento Plan de Capacitación no se hace referencia al presupuesto del mismo | Se recomienda que en el documento Plan de Capacitación se detalle el presupuesto del mismo. | A | R | PD |
| 36 | Adherencia a producto | En el documento Visión en la página 4 en la declaración del producto la sección a diferencia no se entiende con la claridad requerida. | Se recomienda que en el documento Visión en la página 4 en la declaración del producto la sección a diferencia se complete con a diferencia de para que se entienda con más claridad. | M | R | PD |
| 37 | Adherencia a producto | En el documento Visión la abreviatura GeoDato está escrita en la definición de la abreviatura totalmente diferente. | Se recomienda que en el documento visión se defina una sola forma de definir el término GeoDato. | B | R | PD |

Tabla 6: Lista de Recomendaciones. Revisión Inicial.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN


Se realiza la tarea logrando 100 % en su cumplimiento.

Revisión a la Gestión de la Configuración del Proyecto Minería

Objetivo: Verificar que se está realizando el estricto control de los cambios realizados sobre los procesos destinados a asegurar la eficacia de todo producto obtenido durante cualquiera de las etapas de desarrollo y de la disponibilidad inquebrantable de una versión estable de cada elemento.

Responsable: Revisor Técnico.

Artefactos de Entrada:

 Lista de Chequeo para la Revisión de la Gestión de la Configuración del Proyecto Minería.

 Plan de Gestión de Configuración del proyecto Minería.

Artefactos que genera:

 No Conformidades.

 Minuta de Reunión.

Etapa de aplicación: Antes de incluir la línea base del proyecto en el repositorio de elementos de configuración, en cada iteración realizada en cada una de las líneas del proyecto.


Para llevar a cabo esta revisión, se elabora y se aplica una Lista de Chequeo, para verificar que se están realizando las actualizaciones a las solicitudes de cambio por parte de los desarrolladores y que se encuentran identificados todos los elementos de configuración del software.

Revisiones Técnicas Formales.

Objetivo: Las revisiones técnicas formales se realizan para evaluar la aplicación de los procedimientos establecidos para la producción, para comprobar que se está cumpliendo con el cronograma, y para lograr que los proyectos cuenten con la calidad requerida.

Responsable: Revisor Técnico.

Artefactos de Entrada:

 Lista de Chequeo para la Revisión.

 Cronograma.

 Lista de Riesgos del Proyecto.

 Plan de Mitigación de Riesgos.

 Documento Visión.

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

- ✚ Documento de Roles y Responsabilidades.
- ✚ Plan de Capacitación.
- ✚ Plan de Medición y Análisis del Proyecto

Artefactos que genera:

- ✚ Documento de No Conformidades.
- ✚ Minuta de Reunión.

Etapas de aplicación: Deben realizarse durante toda la vida del proyecto, en un período no mayor a 2 meses.

Descripción: Se aplica las dos listas de chequeo:

- Listas de chequeo de la Revisión Inicial
- Listas de chequeo de la Gestión de Configuración

Luego de realizar la revisión inicial en un período no mayor a 2 meses, se revisan todos los documentos fundamentales para el proyecto, verificando el avance del proyecto según el cronograma, a través de esta revisión se revelan un número de No Conformidades, estos resultados se analizan y se comparan con las revisiones anteriores.

Esta comparación permite detectar si ha existido un avance y si se han cumplido las correcciones recomendadas en ocasiones anteriores.

Resolución de problemas y actividades de corrección

Se emitieron no conformidades a partir de las RTF, una vez terminada la reunión de revisión el revisor emitió un documento de no conformidades, el cual fue enviado al jefe de desarrollo del componente bajo revisión, el jefe de desarrollo y los desarrolladores del componente que fue objeto de revisión resolvieron cada una de las no conformidades encontradas. Los documentos de no conformidades y respuestas a las no conformidades se almacenaron como registros de calidad.

Registros de Calidad

En el capítulo 3: Descripción de la Solución, en Registros de Calidad se expone una tabla donde se especifica una lista de los registros de calidad que serán gestionados a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Siguiendo la guía que esta propone se le da cumplimiento de una forma satisfactoria.

Cumplimiento de las actividades

CAPÍTULO 4.RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN

A continuación se muestra una tabla en la cual aparecen los valores del cumplimiento de las actividades propuestas en la Estrategia de Aseguramiento de la calidad para el Proyecto Minería.

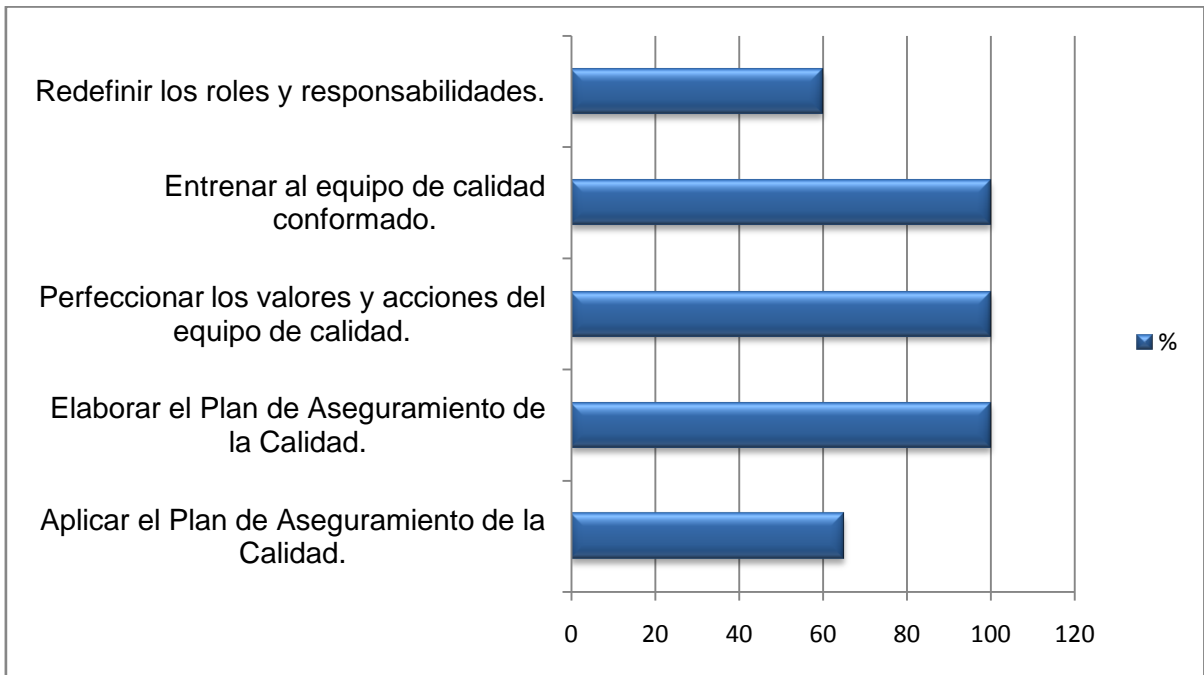


Figura 3: Cumplimiento de Actividades.

Conclusiones Parciales

En este capítulo se puso en práctica la Estrategia de Aseguramiento de la Calidad definida con anterioridad, se aplican cada una de las actividades planteadas en la misma, conllevando a resultados convincentes que mejoran los procesos y productos del Proyecto Minería.

CONCLUSIONES GENERALES

Conclusiones Generales

Durante el proceso de la investigación se cumplió con los objetivos propuestos ya que:

- Se hizo un análisis profundo sobre aspectos concernientes al aseguramiento de la calidad de software, adquiriendo así los conocimientos necesarios para poder desarrollar la propuesta y para que el proceso de la investigación fuera factible.
- Se realizó la propuesta agrupando las actividades de aseguramiento de la calidad.
- Se elaboró el plan de aseguramiento y se aplicó a medida que fue avanzando el desarrollo del Proyecto Minería.

La realización de estas tareas conlleva a un mejor funcionamiento y desarrollo de los procesos del Proyecto Minería y se logró una disminución de las no conformidades.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

- Continuar aplicando la Estrategia de Aseguramiento de la Calidad en el Proyecto Minería.
- Completar el equipo de calidad con los integrantes que requiere para un buen funcionamiento y desarrollo de las actividades.
- Aplicar el proceso de prueba y métricas del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas

1. 9000, ISO Sistema de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario. 2005.
2. 9000, ISO. Sistema de Gestión de la Calidad. 2000.
3. **Grosso, Luis Alberto.** [En línea] Marzo de 2006. <http://gridtics.frm.utn.edu.ar>.
4. **Project Management, Institute.** *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Tercera Edición. 2004.
5. **Lovelle, Juan Manuel Cueva.** [En línea] 2000. <http://gidis.ing.unlpam.edu.ar>.
6. **Monsalve, Luis.** [En línea] Agosto de 2002. <http://www.inf.udec.cl/revista/edicion1/lmonsalve.htm>.
7. **Lovelle, Juan Manuel Cueva.** [En línea] 2000. <http://gidis.ing.unlpam.edu.ar>.
8. **Monsalve, Luis.** [En línea] 2002. <http://www.inf.udec.cl>.
9. **Lovelle, Luis Manuel Cueva.** [En línea] 2000. <http://gidis.ing.unlpam.edu.ar>.
10. **Garcia, Romero.** [En línea] 2001. <http://catarina.udlap.mx>.
11. **Jurán, Joseph M.** Autores de la Gestión de la Calidad/GestioPolis. [En línea] 1993. <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/aucalid.htm>.
12. **9000, Normas.** Herramientas para que logres implementar ISO 9001:2008. [En línea] 1993. <http://www.normas9000.com/importancia-gestion-calidad.html>.
13. **Gracia, Joaquin.** IngenieroSoftware. [En línea] 29 de Noviembre de 2005. <http://www.ingenierosoftware.com/calidad/cmm-cmmi-nivel-2.php>.
14. —. IngenieroSoftware. [En línea] 2003. <http://www.ingenierosoftware.com>.
15. **Vega Lebrún, Carlos, Rivera Prieto, Laura Susana y García Santillán, Arturo.** Eumed.net. [En línea] <http://www.eumed.net/libros/2008a/351/ESTABLECIMIENTO%20Y%20ASEGURAMIENTO%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20SOFTWARE%20situacion%20actual.htm>.
16. **Martín, Gabriela Seoane San y Ramírez, Rodolfo Cano.** ENTER@TEenlinea. [En línea] 2008. <http://www.enterate.unam.mx>.
17. **Hernández, Vismar Santos.** eumed.net. [En línea] <http://www.eumed.net>.
18. [En línea] [Citado el: 15 de febrero de 2011.] <http://qt.nokia.com>.
19. **Pressman, Roger.** *Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*. 2002. 5.
20. **ISO 9000.** 2000.
21. **Almira.** 2009.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
