

**PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN
FUNDAMENTADOS EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y
TELECOMUNICACIONES**

**SANDRA MILENA BURITICA GONZÁLES
OSCAR JULIÁN HERNÁNDEZ MOLINA
JAIRO ANTONIO HOYOS ARISTIZÁBAL**

TESIS

Presidente

Ing. CESAR AUGUSTO GARZON MENDIVELSO

Asesor Temático y Metodológico

Ing. LUIS CARLOS CORREA ORTIZ

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
MANIZALES
2007**

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Manizales, 15 de mayo 2007

A mis familiares, hermanos, especialmente a mis padres, mi novio Juan Felipe y amigos que han sido un apoyo incondicional, por estar conmigo en cada momento, impulsándome para seguir siempre adelante.

Sandra Milena Burítica Gonzáles

A mi madre por su amor y constante apoyo, a mi novia y a todos aquellos que de una manera u otra me ayudaron a conseguir este triunfo.

Jairo Antonio Hoyos Aristizábal

A mi Papá, mi hermano, mis compañeros de tesis y mi novia, en especial a mi mamá ya que sin su amor y comprensión en los momentos difíciles no estaría en aras de este logro tan importante en mi vida.

Oscar Julián Hernández Molina

A Dios por habernos dado la vida y con ella la capacidad para lograr lo que nos proponemos, superando obstáculos y llegando a las metas propuestas.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro asesor y amigo Luís Carlos Correa quien fue nuestra guía permanente en esta ardua labor, con su invaluable colaboración, y comprensión; logro llenarnos de entusiasmo para alcanzar así nuestros objetivos.

RESUMEN

En la actualidad, es innegable la presencia de las telecomunicaciones (en particular de las redes de datos) como un componente importante en los sistemas de información, adquiriendo una relevancia que va más allá de la simple función de interconexión.

Debido a este cambio radical de manipular la información donde ya se habla del ancho de banda, tasa de transferencia, segmentos de colisión, cuellos de botella y miles de términos que cada día se vuelven más cotidianos, como no hablar de ellos al hacer alusión a las métricas y métodos de calidad del software. Es indispensable tener en cuenta los estándares de calidad en las telecomunicaciones para poder analizar y diseñar redes. Gracias a la ingeniería del software, los sistemas de información tienen a su disposición diferentes métodos con los cuales las empresas pueden saber si el software que compraron o desarrollaron contiene unas normas mínimas de calidad y en donde sus procesos tienen el mejor funcionamiento para poder que la empresa obtenga los mejores beneficios. Es así como este trabajo se enfoca en la construcción de nuevos puntos de función ajustados los cuales evalúan las telecomunicaciones según los requerimientos de la empresa.

ABSTRACT

Nowadays, it is unavoidable the presence of telecommunications (especially data nets) as an important component of information systems acquiring a relevance that goes beyond the simple function of interconnection.

Due to this radical change of manipulating information where the bandwidth is dealt with transference rate, collision segments, "bottle necks" and thousands of other terms that every day become more routinary, why not talking about them when refering to the metric and methods of software quality. It is advisable to have in mind the standards of quality in telecommunications to analyze and desing nets. Thanks to the software engineering, information systems have different methods with which companies can know if the software they bought or developed has minimun norms of quality and where its processes have the best functioning to let the enterprise have the best benefits. This work is focused on the construction of new viewpoints of function adjusted which evaluate the telecommunications according to the requirements of the company.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
1. DESCRIPCION DEL AREA PROBLEMÁTICA	4
2. OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo General	5
2.2 Objetivo Específico	5
3. JUSTIFICACION	6
4. METODOLOGIA	8
4.1 TIPO DE TRABAJO	
4.2 PROCEDIMIENTO	
5. MARCO TEORICO	10
5.1 METRICAS	10
5.1.1 IFPUG	11
5.1.2 MKII-FPA	12
5.1.3 COSMIC-FFP	13
5.1.4 NESMA-FPA	14
6. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE APOYO QUE TRABAJAN CON INGENIERÍA DEL SOFTWARE EN EL CAMPO DE MÉTRICAS Y LAS MÉTRICAS DE PUNTOS DE FUNCIÓN	15
6.1 ISBSG	15
6.2 BFPUG	15
6.3 AEMES	15
6.4 GRUPO ALARCOS	16
6.5 TOTAL METRICS	16
6.6 ORGANIZACIÓN McCabe	16
6.7 ORGANIZACIÓN DASMA	17
6.8 ORGANIZACIÓN SPR	17
6.9 SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (SEI)	18
6.10 METRICAS DEL SOFTWARE	18
7. TELECOMUNICACIONES	19
7.1 ANSI/IEEE 1058	19
7.2 EURESCOM P227	21
7.3 TL 9000 - 2001	21
8. PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN FUNDAMENTADOS EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y TELECOMUNICACIONES	24

8.1 Factores de complejidad	24
8.1.1 Factor de complejidad: Comunicación de los Datos	24
8.1.2 Factor de complejidad: Proceso Distribuido	24
8.1.3 Factor de complejidad: Objetivos de Rendimiento	25
8.1.4 Factor de complejidad: Integración de la Aplicación	25
8.1.5 Factor de complejidad: Tasa de Transacciones	25
8.1.6 Factor de complejidad: Entrada de Datos En Línea	26
8.1.7 Factor de complejidad: Eficiencia para el Usuario Final	26
8.1.8 Factor de complejidad: Actualizaciones En Línea	27
8.1.9 Factor de complejidad: Lógica de proceso Interno Compleja	27
8.1.10 Factor de complejidad: Reusabilidad del Código	27
8.1.11 Factor de complejidad: Conversión e instalación	28
8.1.12 Factor de complejidad: Facilidad de Operación	28
8.1.13 Factor de complejidad: Instalaciones Múltiples	28
8.1.14 Factor de complejidad: Facilidad de Cambios	29
8.1.15 Factor de complejidad: Seguridad Física	29
8.1.16 Factor de complejidad: Escalabilidad Física	31
8.1.17 Factor de complejidad: Función Distribuida	32
8.1.18 Factor de complejidad: Requerimientos de otras Aplicaciones	32
8.1.19 Factor de complejidad: Uso directo de otras empresas	33
8.1.20 Factor de complejidad: Documentación	33
8.1.21 Factor de complejidad: Topología de Red	34
8.1.22 Factor de complejidad: Tolerancia a Fallos	35
8.1.23 Factor de complejidad: Soluciones de último kilómetro	36
9. Cálculo de los PFA	37
10. FACTORES ADICIONALES	38
10.1 Eficiencia	38
10.2 Calidad	38
10.3 Costo	38
10.4 Evaluación de Riesgos	38
11. CONCLUSIONES	41
12. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS	46

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Métodos de Medición Orientados a los Puntos de Función y su Respectiva Organización	11
Tabla 2 Significado del Valor de Complejidad	24
Tabla 3 Calculo de Factores de Complejidad (FC)	36
Tabla 4 Tipo de Riesgo – Factor	39
Tabla 5 Valoración de los Riesgos	39

LISTA DE ANEXOS

	Pág
Anexo 1 Carta Contacto	47
Anexo 2 Fichas bibliográficas	49
Anexo 3 Fichas bibliográficas	52
Anexo 4 Universidades que tienen énfasis en Ingeniería del Software	55

INTRODUCCION

A diferencia de otras disciplinas científicas o de ingeniería, en el mundo informático se adoptan métodos y técnicas sin la suficiente evidencia demostrable sobre su efectividad. Habitualmente los responsables de tales propuestas son la intuición de los ingenieros del software y las directrices de algunos “gurús” que no aportan una justificación apropiada de sus recomendaciones. Pero, incluso, las más prestigiosas publicaciones sobre ingeniería del software adolecen de una falta de justificación con datos empíricos con la que defender apropiadamente las propuestas que publican¹.

El software que constantemente se está desarrollando de acuerdo a las necesidades del exigente e innovador mundo de la ciencia y la tecnología se ha convertido en la espina dorsal de los desarrollos tecnológicos; es el elemento que conduce a la toma de decisiones comerciales y que además sirve como base de investigación científica moderna y de resolución de problemas de ingeniería. El software es el factor clave que diferencia los productos y servicios modernos, se encuentra inmerso en todo tipo de sistemas, tales como de transportes, médicos, telecomunicaciones, militares, procesos industriales, entretenimiento, productos de oficina, entre muchos otros, la lista es casi interminable. A medida que transcurre el siglo XXI, el software será uno de los pilares que conduzca a grandes cambios cubriendo un gigantesco rango que fácilmente irá desde la educación elemental hasta la ingeniería genética.

En la actualidad, el software se encuentra desempeñando un doble papel; al tiempo que es producto es un vehículo para hacer entrega de un producto. Como producto, realiza la entrega de la potencia informática del hardware, en este contexto el software es un transformador de información, gestionando, mostrando, produciendo, modificando, adquiriendo o transmitiendo información que puede ser tan simple como un solo bit, o tan complejo como una simulación en multimedia de una petición o proceso específico; y como vehículo el software es utilizado para hacer entrega del producto, en este caso, el software actúa como la base de control de la computadora (lo que se conoce como sistemas operativos), la comunicación de información (en su gran mayoría a través de redes), y la creación y control de otros programas (como las herramientas de software y entornos de operación).

¹ DOLADO C José Javier; FERNANDEZ S Luís. Medición para gestión de la Ingeniería del Software Madrid: Ra-ma. 2000. p.3

Pero sin la ingeniería, el software y todos sus alcances no hubieran sido posibles, es allí cuando entra a jugar un rol muy importante la disciplina de la ingeniería y a la vez una rama de la ingeniería de sistemas; la Ingeniería de Software, que para entender mejor su significado es necesario desglosar la frase en los términos que la componen; se recurre entonces a la definición que ofrece la universidad de Chile² de la palabra **ingeniería**;

Ingeniería:

“La ingeniería se define como la aplicación sistemática de la ciencia y la tecnología para utilizar y controlar eficientemente los recursos y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”.

Y por otro lado, la palabra **Software** que se concibe como un término genérico que se aplica a los componentes de un sistema informático que no son tangibles o físicos, tomando también en consideración el conjunto de programas de computador y técnicas informáticas; para muchos el alma del computador.

Así pues, se puede decir que la **Ingeniería del Software** reúne los principios de la ingeniería aplicados a los sistemas de software en beneficio de la humanidad; siendo también válida la consideración de una disciplina del Ingeniero para el desarrollo del software.

Es en este punto en donde la medición del software se ha constituido en un medio esencial para realizar las estimaciones oportunas del esfuerzo, tiempo y costo necesarios para el desarrollo de aplicaciones, al tiempo que tiene como objetivo permitir llevar a cabo diversos estudios relativos a la productividad y calidad de software; cabe recordar “No se puede controlar lo que no se puede medir” Tom de Marco

Lo anterior está bien para la Ingeniería de Sistemas, pero en la Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, presenta la incertidumbre de no poder contar con técnicas que permitan desarrollar proyectos como lo harían los Ingenieros en Electrónica, los Ingenieros Químicos o los Ingenieros Civiles, al igual que la ausencia de métodos que permitan estimar y medir los productos de tal rama de la ingeniería; lo cual generará la incompatibilidad en estilos de desarrollo y como consecuencia de esto la diferencia entre tiempos estimados, costos, y demás implicaciones técnicas como prácticas de un desarrollo específico.

²Universidad de Chile. ¿Qué es la Ingeniería? [En Línea] Fecha de Actualización: Febrero 8 de 2007. Inicio > Programas de estudio > Ingeniería civil en computación > Qué es la ingeniería. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/web/article-17494.html>

A lo largo de los últimos veinte años, se han desarrollado varios métodos de medición de software tales como los puntos de función, puntos de función extendidos, features points, entre otros. Durante muchos años el método de estimación de puntos de función introducido por Allan J. Albrecht, ha sido utilizado ampliamente por un gran número de instituciones y organizaciones, para medir el tamaño del producto software en diversos ámbitos de aplicación.

Así entonces, queda evidenciada la importancia de las métricas para la estimación de factores como la calidad, la complejidad, el costo de desarrollos y demás implicaciones de proyectos en una empresa; cualquiera que sea su connotación, pero todas esas estimaciones no estarán completas hasta que exista un método de medición que incluya tanto los sistemas como las telecomunicaciones como un solo elemento para tener la opción de evaluar con criterios firmes los desarrollos realizados en esta nueva área. Un autor clásico en Ingeniería del Software, Roger Pressman, cita en su obra:

“Cuando puedes medir aquello de lo que hablas y expresarlo con números, sabes algo acerca de ello; pero cuando no lo puedes medir, cuando no lo puedes expresar con números, tu conocimiento es pobre e insatisfactorio; puede ser el principio del conocimiento, pero apenas haz avanzando a la etapa de ciencia”³

Esta investigación tuvo origen hace 3 años, donde surgió la idea de realizar una metodología que complementara y soportara el desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Dicha investigación consta de 3 fases las cuales hacen parte de un macroproyecto, las cuales serán desarrolladas de forma independiente gracias a una sugerencia del Comité de Trabajos de Investigación de la Facultad de Ingeniería, con el fin de no ver supeditado el trabajo de cada fase a la anterior. El presente informe muestra los resultados obtenidos en el desarrollo de la fase dos del macroproyecto mencionado previamente.

Para desarrollar este proyecto se tomó como línea base la metodología de Roger Pressman ya que a través de los tiempos se ha convertido en la más utilizada, gracias a esto, tanto la optimización como la maduración de sus procesos han producido en las empresas buenos resultados.

³ THOMSOM K., William. Citado por PRESSMAN, Roger. Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico. 3 Edición. Madrid: McGraw Hill, 1995. P. 47

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

Las métricas de Sistemas de Información fundamentados en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones se refieren a un amplio elenco de medidas para el software de computadoras que integran como componente indispensable las telecomunicaciones. La medición se puede aplicar al proceso de desarrollo con el intento de mejorarlo sobre una base continua. Se puede utilizar en el proyecto de Sistemas de Información fundamentados en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones para ayudar en la estimación, el control de calidad, la evaluación de productividad y el control de proyectos. Finalmente, el Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones puede utilizar la medición para ayudar a evaluar la calidad de los productos de trabajos técnicos y para ayudar en la toma de decisiones tácticas a medida que el proyecto evoluciona.

Se ha encontrado gran dificultad en el momento de cuantificar o medir el esfuerzo y la calidad del trabajo utilizado en determinado proyecto, lo cual permitiría hacer una mejor planeación y proyección en el desarrollo de un nuevo proyecto.

Las métricas orientadas a los puntos de función ajustados consideran aspectos de la Ingeniería de Software y de las Telecomunicaciones que se integran en una medición unificada, la cual sería el objeto de investigación para nuestras pretensiones. “Como antecedente se puede citar el trabajo de grado realizado por el ingeniero Albeiro Cuesta Meza, para la Especialización en Administración de Sistemas Informáticos de la Universidad Nacional de Colombia en el año 2.000”⁴, en el cual se tomó como base esta Metodología y se ajustó a los requerimientos reales en cuanto a desarrollo de Sistemas de Información con herramientas orientadas a objetos.

Para el programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones ofrecido por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Manizales, es perentorio evidenciar la coherencia de la denominación académica del programa con procesos académicos que integren los sistemas y las telecomunicaciones como una sola área de conocimiento.

⁴ ALBEIRO CUESTA M. Medición de software utilizando métricas orientadas a la función aplicadas al sistema integrado de valorización. Tesis de grado T88 C965. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Enero del 2006.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Construir los puntos de función ajustados (PFA) de un método, para realizar mediciones en productos de sistemas y telecomunicaciones en forma unificada con la Ingeniería del Software.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los modelos de evaluación y medición cualitativos en proyectos de telecomunicaciones más reconocidos internacionalmente para determinar que factores se pueden utilizar.
- Adicionar las Telecomunicaciones a la Ingeniería de Software para obtener los puntos de función ajustados como objeto de estudio en la adecuación de una metodología de medición orientada a los Puntos de Función.
- Determinar las características más comunes en los sistemas de evaluación y medición en las telecomunicaciones de los grupos nacionales e internacionales para tener una visión global de las métricas ya existentes y la aplicabilidad o no de las mismas.
- Adecuar el ajuste de los puntos de función de la metodología de medición, para que permita realizar mediciones acertadas en proyectos de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones.

3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de un Sistema de Información fundamentado en la Ingeniería de Software y las Telecomunicaciones es una tarea que consta de diferentes fases o etapas en las que se pueden considerar los lineamientos ofrecidos por la Ingeniería de Software; para el Administrador de Sistemas la parte más importante es la Gestión del Proyecto como tal, puesto que esta función es determinante para poder satisfacer las necesidades de los clientes.

Para llevar a feliz término un proyecto de desarrollo de Sistemas de Información fundamentado en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones se deben considerar muchos aspectos (a nivel de Administrador) tales como los riesgos que se deben asumir, los recursos requeridos, las tareas a ejecutar, el plan exacto a seguir y uno de los más importantes: el esfuerzo a consumir, que es actualmente uno de los puntos que los Administradores de Sistemas no consideran dentro de sus diferentes proyectos. La gestión del proyecto proporciona ese conocimiento, específicamente las Métricas, que se convierten en un aspecto fundamental para cualquier disciplina.

La utilidad de empezar a incursionar en las técnicas de Métricas Orientadas a la Función para Sistemas de Información fundamentados en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones, se verá reflejada en todo el entorno de las organizaciones, puesto que el líder o gestor de determinado proyecto tendrá elementos de juicio suficientes para poder estimar de una forma más acertada el esfuerzo y la calidad utilizados en determinado proyecto.

La investigación y el desarrollo de técnicas y métodos de ingeniería del software son constantes y suelen suponer interesantes avances en la resolución de problemas de desarrollo de software. Sin embargo, es habitual que en la práctica diaria profesional no se incluya prácticamente ninguna de las recomendaciones más elementales de la Ingeniería del Software; y mucho menos para el área que combina de manera armónica y unificada la Ingeniería de Software y las Telecomunicaciones.

La importancia de la elaboración de un método que involucre software y telecomunicaciones desemboca en una realidad donde muchas empresas no saben cuales son sus requerimientos de software ni telecomunicaciones y se ven obligados a cambios constantes para poder subsistir en un mundo donde la sincronización de las partes deben ser tan coherentes que el mínimo error puede conducirlos a la quiebra o al mal funcionamiento de la empresa, allí surge la necesidad de un método conjunto que avale en que estado está la empresa con

respecto tanto al software como los requisitos de telecomunicaciones para que la empresa este a la vanguardia del mundo actual.

La importancia de aplicar la Medición a los proyectos, radica en que permite sembrar la "Línea Base"^{*}, para hacer los comparativos pertinentes con otros Sistemas de Información fundamentados en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones ya desarrolladas y los que se piensan desarrollar en el futuro. Además, permitiría tomar decisiones más acertadas en cuanto a planeación y proyección de los diferentes sistemas de información que se desarrollen posteriormente. Citando de nuevo a Pressman, como apoyo a la idea que da pie a este proyecto, "Si no se mide, no hay forma de establecer si se está mejorando. Y si no se está mejorando, el trabajo es improductivo."⁵

* Línea base: Son parámetros que de acuerdo con su maduración a través del tiempo sirven como referencia para la construcción de otros métodos.

⁵ PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico. 3 Edición. Madrid: McGraw Hill, 1995. Pág.47

4. METODOLOGIA

4.1. TIPO DE TRABAJO:

Investigación Documental.

Este trabajo de grado se desarrolló primordialmente con el objetivo de presentar una propuesta en la cual se pretende medir los puntos de función ajustados en un sistema de información que contenga componentes de software y telecomunicaciones, ya que no se evidencia una metodología escrita en la cual se puedan evaluar estas dos áreas en conjunto. Por ende se vio la necesidad de proponer, por medio de un documento las pautas necesarias para evaluar cuantitativamente estos dos componentes, tomando como base lo que expertos han dicho y escrito.

4.2. PROCEDIMIENTO

En primer lugar se adelantó la recolección de información para determinar las Instituciones mundiales que cuentan y trabajan con sistemas de mediciones para sus proyectos de telecomunicaciones; de esta manera se definió como una consulta de carácter documental, la cual manifiesta métodos empleados durante muchísimos años y reconocidos por sus buenos resultados a la hora de la implementación.

Para la obtención de la información fue necesario emplear fuentes de búsqueda por cada uno de los integrantes del proyecto. El grupo GISTUM (Grupo de Ingeniería de Software y Telecomunicaciones de la Universidad de Manizales) en el cual se encuentra matriculado este proyecto colaboró empleando técnicas de investigación para la búsqueda de la información, como consultas por Internet e igualmente contactos vía e-mail con la más reconocidas empresas y grupos relacionados con este tema en el mundo.

El procedimiento para agrupar los datos de cada uno de los grupos nacionales e internacionales se tomó de un documento realizado por el grupo GISTUM, en el cual se dan a conocer los métodos y sistemas de evaluación más reconocidos en el mundo y que por ende cuentan con un completo contenido y herramienta a emplear en el caso dado.

Tomando como base las diferentes características extraídas de las más reconocidas organizaciones nacionales e internacionales para sus mediciones, se emplearon como herramienta base para la construcción y elaboración del proyecto

y también del documento de medición del grupo de Investigación en Ingeniería del Software y Telecomunicaciones de la Universidad de Manizales.

Para tal fin se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cuadro de Tareas: Resumen de la Bitácora de Sesiones de Trabajo en donde se especifica la sesión, las tareas pendientes y una fecha máxima de ejecución de estas tareas. Se usará como medio de coordinación para la recolección de la información y para saber en que punto del proceso se está.
- Carta Contacto: Se usará para entrar en contacto con personas representativas de grupos de discusión, instituciones y universidades.
- Ficha Bibliográfica: Se utilizará para tener un registro bibliográfico de toda la información que obtengamos.

Por último este proyecto se desarrolló dividiéndolo en varias actividades:

- Se identificaron los grupos nacionales e internacionales que cuentan con un sistema de evaluación de la calidad del software y telecomunicaciones, mediante una revisión bibliográfica y diálogos con un experto en el tema.
- Se señalaron los grupos nacionales e internacionales que manejan y determinan sistemas de mediciones para el área de las telecomunicaciones y el software.
- Se determinaron las características comunes en los sistemas de evaluación y medición en las telecomunicaciones y el software de los grupos nacionales e internacionales, tomando en cuenta los factores mas utilizados por estas organizaciones.
- Se determinaron los elementos que deben ser considerados para una buena medición en el área de las Telecomunicaciones y el software.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 MÉTRICAS

Tal como se habló en la descripción del problema, se recurre entonces a la definición que ofrece la Universidad de Chile⁶ de la palabra **ingeniería**;

Ingeniería:

“La ingeniería se define como la aplicación sistemática de la ciencia y la tecnología para utilizar y controlar eficientemente los recursos y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”.

Ya definido el término “ingeniería”, se definirá ingeniería del software para ir relacionando términos que se utilizarán frecuentemente en los puntos de función ajustados para sistemas de información fundamentados en ingeniería de software y telecomunicaciones. Así pues, se puede decir que la **Ingeniería del Software** son los principios de la ingeniería aplicados a los sistemas de software en beneficio de la humanidad; siendo también válida la consideración de una disciplina del Ingeniero para el desarrollo del software.

Una vez definido el término Ingeniería del Software, como no hablar de métricas ya que estas van de la mano con este proyecto, por lo que todo método de medición esta inundado de métricas y lo que se busca no es aplicar métrica por métrica sino un todo y poder lograr así la interacción de los proyectos de un ingeniero de sistemas y telecomunicaciones.

“Métricas de calidad. El concepto de métrica es el término que describe muchos y muy variados casos de medición. Siendo una métrica una medida estadística (no cuantitativa como en otras disciplinas ejemplo física) que se aplica a todos los aspectos de calidad de software, los cuales deben ser medidos desde diferentes puntos de vista como el análisis, construcción, funcional, documentación, métodos, proceso, usuario, entre otros.”⁷

⁶ Universidad de Chile. ¿Qué es la Ingeniería? [En Línea] Fecha de Actualización: Febrero 8 de 2007. Inicio > Programas de estudio > Ingeniería civil en computación > Qué es la ingeniería. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/web/article-17494.html>

⁷ GIRALDO R., Juan P. Ingeniería del Software. Métricas. [En Línea]. Manizales. Fecha de Consulta: 12 de marzo de 2006. Ruta desde la página principal hasta el documento. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos15/ingenieria-software/ingenieria-software2.shtml>

Esta definición está bien para un Ingeniero de Sistemas, pero no para un Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, ya que en la actualidad los pocos productos que existen sobre estas dos áreas no cuentan con un método que evalúe el desarrollo en términos de productividad y calidad, desatendiendo los primeros pasos que se deben tener en cuenta en el desarrollo de cualquier sistema de información.

Para conocer más a fondo los puntos de función ajustados para sistemas de información fundamentados en Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, se indagó acerca de las organizaciones y grupos de trabajo que existen nacional e internacionalmente para conocer que métodos o metodologías se pueden utilizar para evaluar y medir la productividad y la calidad.

La recopilación de información se llevó a cabo por medio de la Web, esta obtención de resultados dio unas pautas para poder clasificar la información y tener una idea global de la forma en que estas instituciones que trabajan con la Ingeniería del Software manejan su información y como se desarrollo el proceso de maduración de la misma.

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos de la investigación, así como una breve reseña metodológica de los métodos utilizados para mediciones de calidad.

La tabla 1 muestra un panorama con respecto a los métodos más utilizados para medir el software en aspectos de calidad, productividad y complejidad; así mismo como las organizaciones a los cuales ellos pertenecen.

Tabla 1. Métodos de Medición Orientados a los Puntos de Función y su respectiva Organización

PAIS	ORGANIZACIÓN	MÉTODO	NORMAS / ESTÁNDARES
USA	IFPUG	IFPUG	ISO/IEC 20926:2003
Reino Unido	UKSMA	MKII	ISO/IEC 14143, 2003
USA	COSMICON	COSMIC-FFP	ISO/IEC 19761:2003
Países Bajos	NESMA	FPA	ISO/IEC 24570, 2003

5.1.1 IFPUG: Este método tiene en cuenta factores como productividad, calidad, complejidad e incluso implicaciones psicológicas; su objetivo es medir el software cuantificado basándose en el diseño lógico, se tienen en cuenta algunos parámetros como son los elementos de función, los cuales se llaman PFSA (puntos de función sin ajustar).

Estos son: entradas, salidas, consultas, ficheros lógicos internos, ficheros de interfaz externos. A cada uno de estos se le asigna un peso de acuerdo a su nivel de complejidad y se multiplican por la cantidad de factores.

En cuanto a los factores de ajuste estos son calificados cualitativamente así:

0	Factor no presente
1	Muy bajo
2	Moderado o bajo
3	Media o normal
4	Significativa
5	Esencial

Este método utiliza 14 factores de ajuste, y son: comunicación de datos, proceso distribuido, rendimiento, configuración operacional compartida, tasa de transacciones, entrada de datos en línea eficiencia para el usuario final, actualizaciones en línea, lógica de proceso interno compleja, reusabilidad del código, contempla conversión e instalación, facilidad de operación, instalaciones múltiples, facilidad de cambios. Estos son calificadas en una escala de 0 a 5 después son sumadas para aplicar la respectiva fórmula. Cada uno de estos factores afecta en +/- 2,5% los PFSA.

Este método es la línea base que se a estudiado en primera instancia ya que su proceso de maduración a través del tiempo ha brindado resultados validos acordes con las expectativas que se generaron en la medida que el método elevaba su grado de credibilidad al ser utilizado en muchos sistemas de información.

5.1.2 MKII-FPA

Con este método se obtienen los puntos de función por medio del tamaño de procesamiento de la información y el ajuste de complejidad técnica, este método utiliza dos elementos fundamentales para cuantificar la calidad y la productividad son los siguientes: entidades, transacciones lógicas. Con esto se determinan las transacciones y su respectivo conteo y se califican así:

0	Ninguno
1	Insignificante
2	Moderada
3	Media
4	Significativa
5	Fuerte

Posee 20 factores de ajuste que son: comunicación de datos, función distribuida, rendimiento, configuración utilizada masivamente, tasas de transacción, entrada en línea de datos, diseño para la eficiencia de usuario final, actualización en línea, complejidad del procesamiento, utilizable en otras aplicaciones, facilidad de instalación, facilidad de operación, puestos múltiples, facilidad de cambio, requerimientos de otras aplicaciones, seguridad, privacidad y auditoria, necesidad

de adiestramiento al usuario, uso directo de otras empresas, documentación, características definidas por el cliente. Su valor es de 0 a 5.

Para estimar los valores del MKII se debe calcular el tamaño y esfuerzo de desarrollo.

Este método es muy parecido a los puntos de función ajustados de Allan Albrecht, pero su desarrollador Charles Symons decidió añadir otros puntos de función ajustados que entendió o descubrió hacían falta en el método que el desarrollo.

Symons optó por incluir en su método otros factores de complejidad como requerimientos de otras aplicaciones, Seguridad, privacidad y auditoria, necesidad de adiestramiento al usuario, uso directo de otras empresas, documentación y características definidas por el cliente.

Los factores que Symons decidió añadir a su propuesta son una muestra importante de los diferentes ajustes que se deben tener en cuenta en una empresa para desarrollar software con calidad.

5.1.3 COSMIC-FFP

Este se creo con el objetivo de contar con datos precisos para la estimación y medición de las características del software, esto con el fin de conocer la talla funcional del software y los requerimientos del software, con el propósito de calcular los costos del proyecto.

Con este método se puede conocer software de aplicación, de tiempo real, híbrido, sistemas expertos, de aprendizaje, de proyección meteorológica, y simulaciones de sonido, voz y video. Cosmic hace referencia a dos tipos de software: el miss típico y el multipieza.

El Cosmic utiliza un modelo de contexto, una fase de medición y una de representación. El modelo de contexto tiene tres elementos: capas, frontera y usuarios del software.

Este método como entradas utiliza los requerimientos funcionales del usuario, sus fases de representación son: identificar las capas, identificación de las fronteras, identificar procesos funcionales, identificar grupos de datos, identificar atributos de datos.

Cosmic se dedicó por varios años a recolectar información sobre proyectos de software, para luego establecer patrones con estos datos y dar a conocer Cosmic-ffp. La madurez de este método nos dará unas pautas para implementar nuestro

propio método ya que ellos indagaron en muchos software desarrollado que fue estudiado y sus resultados les sirvieron para desarrollar el propio.

5.1.4 NESMA-FPA

Su objetivo principal es determinar el tamaño funcional de un sistema o de un proyecto de información, se puede utilizar para diferentes propósitos como presupuesto y otras.

FPA realiza los siguientes pasos para determinar el tamaño de un proyecto del sistema de información o del desarrollo del sistema:

- Paso 1: Identifique las funciones del sistema que son relevantes al usuario
- Paso 2: Determine la complejidad funcional de cada función
- Paso 3: Cálculos no ajustados de los puntos de función del sistema
- Paso 4: Clasifique los requisitos generales para el sistema usando las 14 características generales del sistema
- Paso 5: Cálculos ajustados de los puntos de la función del sistema

Las características principales de un sistema de información o cualquier proyecto de software son aquellos que controlan las necesidades funcionales del usuario, dando este método unas pautas para lograr una cohesión entre los requerimientos de usuario y los del sistema.

6. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES DE APOYO QUE TRABAJAN CON INGENIERÍA DEL SOFTWARE EN EL CAMPO DE MÉTRICAS Y LAS MÉTRICAS DE PUNTOS DE FUNCIÓN

En este momento en el mundo existen grupos y organizaciones que colaboran con los diferentes métodos, para poder incursionar en las diferentes organizaciones y demostrar que la Ingeniería del Software es más que una necesidad en las empresas que trabajan o desarrollan software. Se dará una mirada a las organizaciones y diferentes grupos de apoyo:

6.1 ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group)

ISBSG es una asociación australiana cuyo objetivo es facilitar el intercambio de datos sobre métricas de productividad de proyectos reales. Para ello mantiene una base de datos, un breve resumen de la cual se puede ver en el propio servidor.

ISBSG proporciona productos y servicios para permitir a los diseñadores de software estimar esfuerzo, tiempo y costo; con más precisión, calcular el riesgo más bajo de desarrollo, reducir “tiempo para comercializar” sus productos, incremento de la productividad, y la construcción de una base de datos de experiencia de la productividad de su organización.

Todo lo que se debe hacer es mantener la información de su proyecto, tal como estimaciones de tamaño y esfuerzo real expedido en cada uno de estos; e ingresar esta información en el almacén de ISBSG para proyectos completados.

6.2 BFPUG (Brazilian Function Point Users Group)

Es un grupo constituido con el objetivo de estimular y divulgar la utilización de métricas en el desenvolvimiento de sistemas, en particular, los análisis de punto de función o FPA.

Cuenta con el apoyo de SUCESU-RJ (sociedad de usuarios de las computadoras y equipamientos de telecomunicaciones de Río de Janeiro), además del apoyo del IFPUG en los Estados Unidos (International Function Point Users Group) y sus subgrupos en otros países.

6.3 AEMES (Asociación Española de Métricas del Software)

La Asociación Española de Métricas del Software es una asociación sin ánimo de lucro, constituida por un grupo de empresas, instituciones universitarias y entidades públicas interesadas en la mejora de los métodos cuantitativos de gestión del software. Fue constituida bajo los auspicios de la Facultad de

Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, y tiene su sede en la propia Facultad, ubicada en el Campus de Montegancedo, en el municipio de Boadilla del Monte, Madrid. Actualmente AEMES es miembro de las Asociaciones de Métrica I.F.P.U.G. (*International Function Point User Group*) e I.S.B.S.G. (*International Software Benchmarking Standards Groups Ltd.*).

6.4 GRUPO ALARCOS

El Grupo Alarcos tiene como principal objetivo investigar sobre la **calidad de los sistemas de información**, contribuyendo a la mejora de la docencia en las Ingenierías Informáticas y a aportar soluciones a la industria del sector, especialmente en la Comunidad de Castilla-La Mancha. Está formado por profesores del Departamento de Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha y tiene su sede en la Escuela Superior de Informática de Ciudad Real, donde cuenta con un Laboratorio de I+D.

6.5 TOTAL METRICS

Total Metrics es una compañía australiana que se encarga de entregar información acerca de la medida del software, asisten a sus clientes mundiales para que aprendan a manejar mejor y a controlar su ambiente en el uso del software, supervisando su funcionamiento.

Aseguran a sus clientes el aumento de las ventajas de su medida, trabajando con ellos, para que la métrica que utilizan sea táctica y estratégica.

Total Metrics, junto con su organización SELAM en Canadá, inició el concepto de los medios objetivos cuantitativos para revisar cuentas de los puntos de función. En la metodología de esta organización el interventor identifica áreas posibles de discrepancias en la validación de alto nivel y después progresa a una investigación detallada que se centra en las áreas destacadas. Durante la intervención, se esfuerzan siempre en maximizar la transferencia de las habilidades a sus contadores, a los errores de cuenta correctos y para revisar reglas de cuentas básicas. Un informe de intervención escrito toma un día adicional. Total Metrics también se encarga de entrenar a su equipo acerca de métricas y principios de la validación además de modificar los procedimientos en validaciones para requisitos a determinadas necesidades para así dar confianza en la toma de decisiones basadas en datos exactos y validos.

Los integrantes de esta organización son pan morris, ewa wasylkowski, elwyn hurst, rob fabata, yenny place, kerry freeland, martín d`souza.

6.6 ORGANIZACIÓN McCabe

McCabe es una organización estadounidense que abastece principalmente la gerencia de la calidad del software de las corporaciones comerciales superiores

del software, de las finanzas, de la defensa, y de las telecomunicaciones en soluciones de gerencia en la configuración por todo el mundo. El índice de inteligencia de McCabe se ha utilizado para analizar la calidad y para probar cobertura sobre 100 mil millones líneas de código, utilizando un sistema comprensivo de métrica avanzada del software incluyendo la complejidad. Las herramientas del índice de inteligencia de McCabe son el estándar sobre el cual se mide la misión, los usos críticos del ciclo de vida y del negocio. Además maneja cambios en el software de manera más eficientemente permitiendo asegurar calidad a través del ciclo de vida.

6.7 ORGANIZACIÓN DASMA

Grupo de lengua alemana que sirve a los usuarios de software metriken y la valoración de parámetros como el gasto*. El software Metriken es una de las técnicas dominantes para la gerencia y la dirección de los procesos del desarrollo del software. La aplicabilidad práctica de Metriken y de la eficacia es de tal modo el tema de discusiones científicas repetidas veces. los integrantes de esta organización son: Sr. Fehrling, Roberto Bosch gmbH y Sr. Fehlmann, profesor Dumke, Ebert, Bundschuh y Schmietendorf.

6.8 ORGANIZACIÓN SPR (Software Productivity Research)

Su objetivo es proporcionar herramientas y servicios utilizando la herramienta award-winning de la valoración del software. Provee un sistema de puntos de referencia útiles, tangibles para la preparación de proyectos de software, lo que hace es analizar los datos cuantitativos sobre defectos integrados y niveles actuales de la productividad, información cualitativa como es la experiencia de revelador de gerencia de proyectos y garantía de calidad, los servicios de SPR se dividen en dos categorías que son diagnóstico de software y soluciones de software, los cuales diagnostican los problemas.

SPR es una compañía independiente estadounidense. Antes era un subsidiario de Artemis International Solutions Corporation, SPR ahora se posesiona como una compañía privada (LLC) ubicada en el estado de Delaware. Dirigido por Doug Brindley, presidente y cuadro superior, para continuar una tradición larga de la excelencia en proveer a los clientes los servicios y productos, incluyen una herramienta award-winning de la valoración del software.

La compañía SPR ha estado en el negocio de proporcionar las herramientas del software y los servicios que consultan muchas compañías de Estados Unidos y compañías internacionales desde 1985, mucho antes de que la mayoría de las otras organizaciones que ofrecían la medida y benchmarking. La meta de la medida del software es proveer a los encargados y a los profesionales del

* Gasto: El gasto es igual al gasto total de la planificación sobre el gasto total real

software un sistema de puntos de referencias útiles, tangibles para la preparación, de los proyectos del software. El método SPR proporciona un diagnóstico y un tratamiento para el análisis razonado fundamental en la metodología de la investigación de la productividad del software dando una solución exacta de los problemas de programación. Es una primera medida obligatoria que debe ser tomada antes de que sea seguro prescribir eficazmente. Lo que hace es analizar los datos cuantitativos sobre defectos integrados y niveles actuales de la productividad, también la información cualitativa sobre factores ambientales tales como experiencia del revelador, la experiencia de la gerencia de proyecto y de la garantía de calidad de un grupo representativo de proyectos del software. Una vez que estén diagnosticadas las soluciones eficaces se pueden identificar y poner en ejecución convirtiéndose en la fundación para las iniciativas de la mejora de proceso críticas a alcanzar las metas de la organización para el éxito de estas. Por esta razón, los servicios que se consultan en SPR se pueden dividir en dos categorías distintas: Diagnóstico Del Software y Soluciones del Software que diagnostican los problemas.

6.9 SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE (SEI)

Es una organización española, encargada de conducir al mundo en una sociedad de software enriquecido, también se asegura que el desarrollo y la operabilidad de los sistemas con costo fiable y mejorado, horario y calidad.

Su estrategia principal en contratar abiertamente a una comunidad Broad-Based con la intención de mejorar los efectos del software al mundo. Crea tecnologías fáciles de usar, aplicables a problemas verdaderos y ampliando su impacto acelerando su aceptación.

6.10 METRICAS DEL SOFTWARE

Este website (www.softwaremetrics.com) tiene artículos sobre cómo aplicar la medida al software. El costo unitario para el software se basa sobre un cociente de los puntos de la función y de los costos del proyecto. Los puntos de la función proporcionan dos ventajas importantes. El primer es que asiste a organizaciones para derivar el costo unitario que es crítico a entender funcionamiento total de la métrica y del proyecto. El segundo es que proporciona el nivel correcto del análisis para entender y para comunicar funcionalidad del proyecto. Este website Incluye artículos completos, hacia las tendencias del mercado en los productos. El sitio incluye numerosos artículos que son libres con diferentes links que son útiles para los usuarios.

7. TELECOMUNICACIONES

De la investigación realizada acerca de métricas para Telecomunicaciones no se encontraron métodos que midan la calidad y productividad, sólo se hallaron estándares que ayudan a evaluar la gestión y la calidad en las telecomunicaciones entre los que se encuentran:

7.1 ANSI/IEEE 1058⁸.

Estándar para implementación de planes de gerencia de proyecto del software, ANSI/IEEE 730⁹ que ofrece una guía para los planes de la garantía de la calidad del software.

Este estándar define el formato y contenido de los planes de gestión de proyectos software (PGPS). Puede ser aplicado a todo tipo de proyectos de software, puede ser aplicado a alguna o a todas las fases del ciclo de vida de un producto de software. También identifica el conjunto mínimo de elementos que deberán aparecer en todos los PGPS. Los usuarios puedan incorporar nuevas secciones y subsecciones, pero tratando de respetar la estructura y ordenación definidas.

Actividad: una unidad de trabajo principal que debe ser completada para poder alcanzar los objetivos del producto software. Sus características son:

- Tienen fechas de comienzo y final precisas,
- Incorpora un conjunto de tareas,
- Consume recursos,
- El resultado son productos de trabajo.

Producto básico (Basic product): un producto de trabajo que ha sido formalmente revisado y acordado, y que sólo puede ser cambiado por medio de procedimientos de control de cambios formalizados.

Cliente: el individuo u organización que especifica y acepta los entregables del proyecto. Puede ser interno o externo a la organización que realiza el proyecto. Puede ser o no ser el usuario final del producto software.

⁸ Planificación y Gestión de Sistemas de Información. . [En línea]. Marzo 13 de 2007. Disponible en Internet: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/pgsi/doc/teo/5/pgsi-trans5.pdf>

⁹ Software Engineering Standards. IEEE 730: Guía para los planes de la garantía de calidad del software. [En línea]. Disponible en: <http://www.canberra.edu.au/sam/whp/se-stand.html>

Acuerdo (project agreement): un documento(s) acordado por la autoridad del proyecto y por el cliente. Puede incluir lo siguiente: Un contrato, especificaciones de requerimientos de usuarios, especificaciones funcionales, el PGPS.

Entregables (project deliverables): Los productos que serán entregados al cliente. En el acuerdo deberán figurar las cantidades, fechas de entrega y lugares de entrega.

Función del proyecto (project function): una actividad que se realiza durante toda la duración del proyecto: gestión del proyecto, gestión de la configuración, aseguramiento de calidad, etc. Este concepto equivale aproximadamente al de Proceso en el modelo PMI de gestión de proyectos.

Revisión (review): una reunión en la cual uno o varios productos de trabajo son presentados al personal del proyecto, gestores, usuarios, clientes, etc. para su comentario o aprobación.

Proyecto software (PS): conjunto de todas las funciones, tareas y actividades, técnicas y de gestión, necesarias para satisfacer los términos y condiciones del acuerdo del proyecto.

Gestión de PS: los procesos de planificación, organización, dotación de personal, supervisión, control, y puesta en marcha de un PS.

Plan de gestión de un proyecto software (PGPS): Documento que define las funciones, actividades y tareas (técnicas y de gestión) necesarias para satisfacer los requerimientos de un PS según se han definido en el acuerdo del proyecto.

Tarea: la unidad de trabajo más pequeña que se tiene en cuenta en la gestión del PS. Es un trabajo bien definido asignado a uno o varios miembros del equipo del proyecto. Las tareas relacionadas forman una actividad.

Paquete de trabajo: una especificación del trabajo que debe ser llevado a cabo para completar una actividad o tarea. Incluye: los productos de trabajo, requerimientos de personal, duración estimada, recursos necesarios, criterios de aceptación de los productos, nombre del responsable,

Producto de trabajo: cualquier ítem tangible que se obtiene como resultado de una función, actividad o tarea. Ejemplos: Requerimientos del cliente, Plan del proyecto, Especificaciones funcionales, Documentos de diseño, Código fuente y objeto, Manuales de usuario, Instrucciones de instalación, Planes de prueba, Calendario, Procedimientos de mantenimiento y Presupuesto.

7.2 EURESCOM P227¹⁰ (Técnicas para garantizar la calidad del software en las telecomunicaciones)

(Quality Assurance of Software), que tiene como objetivo definir un sistema de gestión de calidad y una guía de técnicas para garantizar la calidad del software en las telecomunicaciones.

El funcionamiento del proyecto P227 “garantía de EURESCOM de calidad del software” es una buena base para la Ingeniería del Software y encargados de la calidad que quieren comenzar y desarrollar un programa de la medida de calidad del software para mejorar sus productos y procesos. Desde que P227 terminó en 1995, algunos de los estándares mencionados en el proyecto P227 se han desarrollado, y es necesario ahora poner al día esas partes que se refirieron a esos estándares, y que han sido utilizadas por algún PNOs. Este documento describe los métodos que se han utilizado para identificar esas piezas que necesitan ser cambiados y que se consideran relevantes, se ha hecho cómo la actualización, y cómo el Funcionamiento de P227 debe ahora ser leído. Este acercamiento se debe repetir periódicamente para mantener el P227 “vivo” porque algunos de los estándares referidos por P227 están cambiando y no son continuamente estables. Se recomienda que EURESCOM establezca procedimientos a cerciorarte de que todos los proyectos que funcionen sean considerados todavía estándares relevantes.

7.3 TL 9000¹¹ - 2001

TL 9000 - 2001 es esquema de sistema de gestión de la calidad para el sector de telecomunicaciones, variante de la Normativa Internacional ISO 9001 (se publica aplicando aspectos del premio de la Calidad Estadounidense "Malcolm Baldrige"). La reciente versión TL 9000 se publicó el 31 de marzo del 2001.

Los requisitos de la norma TL 9000 fueron desarrollados por el QuEST Forum (Quality Excellence for Suppliers of Telecommunications). QuEST Forum, fue iniciado en 1998 con el propósito de establecer un esquema consistente de requerimientos para la calidad, incluye aspectos de costos, métricos, desempeño y comunicar los mismos con miras a mejora en la calidad de los productos y servicios en el rubro global de telecomunicaciones. QuEST se inicio en USA con el apoyo de los proveedores de servicio y equipos de la industria de

¹⁰ HOLDER, Pau. PNO-Suppliers Technical Interface. Volume 1: Main Report. [En Línea]. 1998 EURESCOM Participants in Project P619. Disponible en: <<http://www.eurescom.eu/~pub-deliverables/P600-series/P619/d2/Vol1/vol1.pdf>

¹¹ QUEST. Forum. ¿What is the porpuse of TL 9000? [En Línea]. Disponible en: <<http://questforum.asq.org/public/purpose.shtml>>.

telecomunicaciones, y lo integra más de 100 empresas. Son estos mismos los integrantes del Comité de Trabajo para la administración y coordinación del esquema TL 9000. El QuEST Forum usó la norma ISO 9000 como línea base y los requisitos de normas industriales existentes para desarrollar la TL 9000. Una parte esencial de la norma TL 9000 fue el desarrollo de requisitos específicos del sector para hardware, software y sistemas de gestión de calidad de servicios y requisitos de medición.

El proceso (TL 9000) se inicio en noviembre 1999 para empresas certificar, ya se han certificado empresas como Fujitsu, Fuji, Motorola, Tellabs... entre otros en el rubro telecomunicaciones.

TL 9000 es el conjunto de Requerimientos y Mediciones establecidas para un sistema de gerencia en la gestión de la calidad y fiabilidad para la industria de las telecomunicaciones.

Incluye todos los requerimientos de ISO 9001, mapas requerimientos específicos de la industria para hardware, software y servicios.

El objetivo de estos Requerimientos adicionados es la mejora continua en la industria de las telecomunicaciones para generar ahorros a lo largo de toda la cadena de proveedores y una mejor calidad de servicio para los usuarios finales de servicios de telecomunicaciones.

Beneficios

- Establecer un conjunto común de requisitos del sistema de calidad y una medición de desempeño efectiva y basada en costos.
- Evaluar los resultados de la implementación del sistema de gestión de calidad.
- Impulsar la mejora continua.
- Intensificar las relaciones entre cliente y proveedor.
- Proteger la integridad y el uso de productos y servicios de la industria de las telecomunicaciones.
- La norma TL 9000 aplica a todos los proveedores de hardware, software y servicios de telecomunicaciones.

Certificación

Los requisitos del sistema de gestión de calidad TL 9000 le permitirán obtener la certificación del hardware, software y requisitos del sistema de calidad de servicios, o cualquier combinación de las tres categorías, acopladas con las mediciones apropiadas. Las múltiples opciones de certificación le permite a los

usuarios certificarse de acuerdo con la naturaleza de sus negocios.

Las tres opciones de certificación (o cualquier combinación) que se ofrecen son las siguientes:

- TL 9000 - H (Requisitos del sistema de calidad del hardware y medición)
- TL 9000 - S (Requisitos del sistema de calidad del software y medición)
- TL 9000 - V (Requisitos del sistema de calidad de servicios y medición)

El Esquema General incluye aspectos de medición para la industria de telecomunicación y proveedores la cual es parte integral del protocolo hacia la certificación TL 9000. Entre los temas incluidos: Introducción, Aspectos Paramétricos en Servicio, "Hardware", "Software"..., Categoría de Productos, Satisfacción del Cliente... consiste de 146 páginas y su precio fluctúa en los US\$95.00 y se pueden obtener de la ASQ; en Español los puede adquirir contactando a AENOR (España) o puede indagar con IRAM (Argentina).

8. PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN FUNDAMENTADOS EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y TELECOMUNICACIONES

8.1 FACTORES DE COMPLEJIDAD:

Es de aclarar que los factores de complejidad del software serán tomados de los apuntes de Pressman ya que la maduración de estos a través del tiempo ha sido interesante para las expectativas de la Ingeniería del Software. Antes de presentar las características de los factores de complejidad, es necesario conocer el valor con el cual estas se califican, la siguiente tabla los muestra de acuerdo a sus características.

Tabla 2. Significado del Valor de Complejidad

VALOR	SIGNIFICADO DEL VALOR
0	Sin Influencia, factor no presente
1	Influencia Insignificante, muy baja
2	Influencia moderada o baja
3	Influencia media, normal
4	Influencia alta, significativa
5	Influencia muy alta, esencial

Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico.

8.1.1 Factor de complejidad: Comunicación de los Datos. Los datos usados en el sistema se envían o reciben por líneas de comunicaciones.

Valores:

0. Sistema aislado del exterior
1. Batch, usa periféricos de Entrada ó Salida Remotos
2. Batch, usa periféricos de Entrada y Salida Remotos
3. Captura de datos en línea o teleproceso que pasa los datos o sistema de consulta.
4. Varios teleprocesos con mismo protocolo.
5. Varios protocolos. Sistema Abierto y con interfaces de todo tipo al exterior.

8.1.2 Factor de complejidad: Proceso Distribuido. Existen procesos o datos distribuidos y el control de éstos forma parte del sistema.

Valores:

0. Sistema totalmente centralizado

1. Sistema realiza procesos en un equipo, salidas usadas vía SW por otros equipos.
2. Sistema captura, los trata en otros
3. Proceso distribuido, transacciones en una sola dirección
4. Transferencia en ambas direcciones
5. Procesos cooperantes ejecutándose en distintos equipos

8.1.3 Factor de complejidad: Objetivos de Rendimiento. Si el rendimiento es un requisito del sistema, es decir; es crítico algún factor como tiempo de respuesta o cantidad de operaciones por hora. Se tendrá que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y mantenimiento.

Valores:

0. Rendimiento normal (no se da énfasis)
1. Se indican requisitos, no medida especial
2. Crítico en algunos momentos. Procesos acabados antes de próxima sesión de trabajo
3. tiempo de respuesta es crítico
4. En diseño hacer análisis de rendimiento en tiempo respuesta o cantidad operaciones/hora.
5. Uso herramientas para alcanzar el rendimiento demandado por el usuario

8.1.4 Factor de complejidad: Integración de la Aplicación. El sistema tendrá que ejecutarse en un equipo en el que coexistirá con otros, compitiendo por los recursos, teniendo que tenerse en cuenta en la fase de diseño.

Valores:

0. No se indican restricciones
1. Existen las restricciones usuales
2. Característica de seguridad o tiempos
3. Restricciones en algún procesador
4. El SW deberá funcionar con restricciones de uso en algún procesador
5. Restricciones especiales para la aplicación en los componentes distribuidos del sistema

8.1.5 Factor de complejidad: Tasa de Transacciones. La tasa de transacciones será elevada. Se tendrá que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación e instalación.

Valores:

0. No se prevén picos
1. Se prevén picos poco frecuentes (mensual)
2. Se prevén picos semanales
3. Se prevén horas punta, diarias

4. Tasa de transacción tan elevada que en el diseño se hace análisis de rendimiento
5. Análisis de rendimiento en diseño, implementación e instalación

8.1.6 Factor de complejidad: Entrada de Datos En Línea. La entrada de datos será directa desde el usuario a la aplicación, de forma interactiva.

Valores:

0. Todo es Batch
1. 1% < entradas interactivas < 7%
2. 8% < entradas interactivas < 15%
3. 16% < entradas interactivas < 23%
4. 24% < entradas interactivas < 30%
5. Entradas interactivas > 30%

8.1.7 Factor de complejidad: Eficiencia para el Usuario Final. Se demanda eficiencia para el trabajo del usuario, es decir; se tiene que diseñar e implementar la aplicación con interfaces fáciles de usar y con ayudas integradas.

Tipos de elementos asociados a la eficiencia del usuario

- Menús
- Uso de ratón
- Ayuda “en línea”
- Movimiento automático del cursos
- Efectos de Scroll (papiro)
- Teclas de función predefinidas
- Lanzamiento de procesos batch desde las transacciones “en línea”
- Selección mediante cursor de datos de la pantalla
- Pantallas con muchos colores y efectos
- Posibilidad de “hard-copy”
- Ventanas de “pop-up”
- Aplicación bilingüe (cuenta por cuatro)
- Aplicación multilingüe (mas de dos, cuenta por seis)

Valores:

0. No se da énfasis al tema
1. 1 a 3 de los factores
2. 4 a 5 de los factores
3. 6 o más factores, sin requerir eficiencia
4. Con requerimientos que implican estudio de los factores humanos en el diseño
5. Se demandan prototipos y herramientas para verificar que se alcanzaran los objetivos

8.1.8 Factor de complejidad: Actualizaciones En Línea. Los ficheros maestros y/o las bases de datos son modificados de forma interactiva

Valores:

0. No hay
1. De 1 a 3 ficheros con información de control; cantidad baja y ficheros recuperables
2. Pero con 4 o más ficheros de control
3. Actualizaciones de ficheros importantes
4. Esencial la protección ante pérdidas
5. Gran cantidad de actualizaciones interactivas; sistema de recuperación muy automatizados

8.1.9 Factor de complejidad: Lógica de proceso Interno Compleja. La complejidad interna en un proceso está en función de las siguientes características:

- Especificados algoritmos matemáticos complejos
- Proceso con lógica compleja
- Especificado muchas excepciones, consecuencia de transacciones incompletas, que deberán tratarse
- Manejar múltiples dispositivos de entrada/salida
- Se incorporarán sistemas de seguridad y control

Valores:

0. Ninguna de las Características
1. 1 de las características
2. 2 de las características
3. 3 de las características
4. 4 de las características
5. Las 5 características

8.1.10 Factor de complejidad: Reusabilidad del Código. Es necesario hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y mantenimiento para que el código se reutilice en otras aplicaciones.

Valores:

0. No se prevé
1. Reutilizar código en la misma aplicación
2. Menos de un 10% de la aplicación tiene en cuenta las necesidades de más de 1 usuario
3. el 10% o más de la aplicación tiene en cuenta las necesidades de más de 1 usuario
4. Aplicación preparada para ser reutilizable a nivel de código
5. Aplicación preparada para ser reutilizable por medio de parámetros

8.1.11 Factor de complejidad: Contempla la conversión e instalación. Se proveerán facilidades de conversión e instalación en el sistema, se tendrá que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y pruebas para que la conversión del sistema antiguo sea fácil de realizar durante la puesta en marcha del sistema nuevo.

Valores:

0. No se requiere conversión
1. Se solicita facilidad de instalación
2. Se solicitan procesos de conversión e instalación, no importantes para el proyecto
3. Si son importantes
4. Se solicitan procesos de conversión e instalación, no importantes para el proyecto y herramientas de conversión e instalación
5. Si son importantes y herramientas de conversión e instalación, sistema crítico para la empresa

8.1.12 Factor de complejidad: Facilidad de Operación. Facilitar la explotación real de la aplicación, dedicando especial atención durante el diseño, codificación y pruebas del sistema.

Se pueden tener en cuenta las siguientes posibilidades de automatización:

- Procesos de arranque, back-up y recuperación pero con intervención del operador
- Procesos de arranque, back-up y recuperación sin intervención del operador (vale por 2)
- Minimizar la necesidad de montar cintas u otros dispositivos de almacenamiento externo
- Minimizar la necesidad de manejar papel

Valores:

0. No se especifica nada
1. Sumar cantidad de ítems de la lista anterior
2. Sumar cantidad de ítems de la lista anterior
3. Sumar cantidad de ítems de la lista anterior
4. Sumar cantidad de ítems de la lista anterior
5. Sistema automático sin intervención humana

8.1.13 Factor de complejidad: Instalaciones Múltiples. El sistema ha de incluir los requerimientos de diversas empresas o departamentos en donde se ejecutara (incluso plataformas). Estas características estarán presentes durante el diseño, codificación y pruebas.

Valores:

0. 1 Solo Lugar

1. Múltiples Lugares, mismo Hardware y Software
2. En diseño se tiene en cuenta el caso (1)
3. En diseño se tiene en cuenta múltiples entornos de Hardware y Software
4. Se documenta y planea para (1) y (2)
5. Ídem, para (3)

8.1.14 Factor de complejidad: Facilidad de Cambios. Se tendrá que hacer consideraciones especiales durante el diseño, codificación y mantenimiento para que en el sistema sea fácil de introducir cambios y fácil de adaptar al usuario.

Ítems a tener en cuenta:

Consultas flexibles del usuario:

- Simples con condiciones, lógicas And/Or que implican un único fichero lógico
- Medias con condiciones, lógicas sobre más de 1 Fichero Lógico (por 2)
- Complejas con condiciones lógicas complejas que afectan a varios Ficheros Lógicos (por 3)

Parámetros de la aplicación con tablas ajenas al código

1. El cambio se hace efectivo al arrancar el sistema
2. El cambio es interactivo (por 2)

Valores:

0. No se especifica nada
1. Un ítem por valor 1
2. Ítems por valor 2
3. Ítems por valor 3
4. Ítems por valor 4
5. Ítems por valor 5

8.1.15 Factor de complejidad: Seguridad Física. Las empresas invierten gran parte de su capital y tiempo en tecnología de punta para el correcto manejo de la red y de su sistema de Información. Por lo tanto se hace necesario que los Ingenieros de Sistemas y Telecomunicaciones tengan buenos conocimientos en el dimensionamiento de los servidores, equipos de comunicaciones y aplicativos. Pero este no es el único problema, las empresas cada día dependen más de la información y ahí surge la pregunta que tan segura es nuestra información. En estos términos, la seguridad física se define como los mecanismos para asegurar el correcto funcionamiento de aquellos recursos físicos o equipos computacionales (Servidores, estaciones de trabajo, video cámaras, unidades de BackUp, routers, switches, hubs, backbone, entre otros) que intervienen en el manejo de los datos o información, además de los procedimientos realizados en el manejo y administración de los equipos computacionales, a la hora de estimar el valor de la seguridad física se debe tener en cuenta:

1. Disponibilidad del equipo computacional
2. Confidencialidad del equipo computacional
3. Integridad del equipo
4. Consistencia del equipo
5. Control de acceso al equipo (seguridad humana u otros dispositivos automatizados)
6. Auditoria del equipo
7. Disponibilidad del espacio físico
8. Confidencialidad del espacio físico
9. Integridad del espacio físico
10. Consistencia del espacio físico
11. Autenticación del espacio físico
12. Control de acceso a las áreas de la entidad
13. Auditoria del espacio físico

Tener en cuenta la Norma UNE-ISO/IEC 17799: La cual maneja 10 dominios; donde un proceso para garantizar la seguridad en una organización parte de la evaluación de aquellos aspectos que se puedan considerar puntos de riesgo y sobre ellos la implantación de políticas y medidas de seguridad.

1. Política de seguridad
2. Aspectos organizativos para la seguridad
3. Clasificación y control de activos
4. Seguridad ligada al personal
5. Seguridad física y del entorno
6. Gestión de comunicaciones y operaciones
7. Control de accesos
8. Desarrollo y mantenimiento de sistemas
9. Gestión de continuidad del negocio
10. Conformidad

Se desarrolla un cuadro de riesgo preventivo y no riesgoso para poder así atacar los problemas, tanto ambientales, físicos como ataques internos antes de que sucedan. Este factor se utiliza en cualquier parte de una organización donde exista cualquier estación de trabajo y equipos de telecomunicaciones.

Valores:

0. No especifica ningún tipo de seguridad.
1. Requiere autenticación para acceso a espacios físicos críticos. Si cumple con al menos 5 puntos de la seguridad física y el acceso es controlado por vigilancia humana.

2. Requiere autenticación para acceso a espacios físicos críticos. Si cumple con al menos 5 puntos de la seguridad física y el acceso es por medio de vigilancia automatizada (control por tarjetas de banda magnética u otros).
3. Los equipos se encuentran protegidos físicamente dentro del mismo espacio físico seguro. Si cumple con los 13 puntos de la seguridad física.
4. Control restringido de circulación de personal en un área de 30 metros alrededor de los espacios físicos declarados como críticos, si cumple con los 7 primeros dominios de la Norma UNE-ISO/IEC 17799
5. Políticas de Seguridad claramente definidas y probadas, si cumple con la Norma UNE-ISO/IEC 17799 y además desarrolla un cuadro de riesgo preventivo y no riesgoso.

8.1.16 Factor de complejidad: Escalabilidad Física. Una LAN o WAN que puede adaptarse a un crecimiento se denomina red escalable. Es importante planear con anterioridad la cantidad de tendidos y de derivaciones de cableado en el área de trabajo, como también la cantidad de equipos de telecomunicaciones como son servidores, routers, switches, hubs, entre otros). Es preferible instalar cables de más que no tener los suficientes. Además de tender cables adicionales en el área de backbone* para permitir posteriores ampliaciones y garantizar disponibilidad del servicio, por lo general se tiende un cable adicional hacia cada estación de trabajo o escritorio. Esto ofrece protección contra pares que puedan fallar en cables de voz durante la instalación, y también permite la expansión. Por otro lado, es una buena idea colocar una cuerda de tracción cuando se instalan los cables para facilitar el agregado de cables adicionales en el futuro. Cada vez que se agregan nuevos cables, se debe también agregar otra cuerda de tracción.

Valores:

0. No presenta ninguna especificación.
1. Se tiende un cable adicional hacia cada estación de trabajo o escritorio.
2. Se especifica la cantidad de cable de cobre adicional que debe tender, previa determinación de la cantidad de tendidos que se necesitan luego con un ponderado de aproximadamente un 20 por ciento más.
3. Tendido de cable suficiente estimado el valor de usuarios que tendrá cada área de trabajo en el futuro.
4. Se cuenta con instalaciones de por lo menos un cable extra conectado a la toma en el área de trabajo.
5. El equipo de terminación puede ser actualizado insertando láser y controladores más veloces que se adapten al aumento de la cantidad de fibras.

Se aplica fundamentalmente en los centros de cableado para garantizar la escalabilidad y por ende el crecimiento de la empresa a mediano y largo plazo;

* backbone se refiere a las principales conexiones troncales de Internet.

desencadenando una optima productividad en la empresa en el momento de una expansión.

8.1.17 Factor de complejidad: Función Distribuida. Significa que tanto los componentes de telecomunicaciones como las aplicaciones, estén distribuidos en dos o más equipos diferentes para obtener el máximo rendimiento de la red y garantizar disponibilidad del servicio, en caso de fallos en los servidores principales o en la red.

Valores

0. La aplicación no ayuda a la transferencia de datos o a la función de procesamiento entre los componentes del sistema.
1. La aplicación prepara datos para el usuario final de otro procesador
2. Los datos se preparan para transferencia, se transfieren y se procesan en el mismo componente del sistema.
3. Los datos se preparan para transferencia, se transfieren y se procesan en otro componente del sistema.
4. Igual que 3, pero con realimentación al sistema inicial
5. Las funciones de procesamiento se realizan dinámicamente en el componente más apropiado del sistema.

El sistema debe realizar balanceo de cargas entre las diferentes maquinas. En caso de fallos de una maquina la otra debe tomar las tareas o procesos. Tener en cuenta si va a procesar o va guardar información, el respaldo debe actualizar la información, cuando la otra maquina entre nuevamente en red.

8.1.18 Factor de complejidad: Requerimientos de otras Aplicaciones

La sincronización entre aplicaciones en una empresa es fundamental para proteger la integridad de la información y evitar por ende la inconformidad con el resultado final de cualquier proceso dentro de la aplicación y hacia otras. Se debe tener en cuenta si el desarrollo esta orientado en una arquitectura de dos o tres capas o web.

Valores:

0. El sistema es independiente.
1. Requerimientos del sistema para interfaces o compartición de datos deben ser sincronizados con interfaces de usuario más comunes como las conducidas por comandos (como en las aplicaciones de DOS), y las conducidas por menús (como en las aplicaciones de WINDOWS).
2. Requerimientos del sistema para interfaces o compartición de datos deben ser sincronizados con Interfaces de Usuario Gráficas (o Graphical User Interfaces GUI), que toman ventaja de ventanas predefinidas e íconos para proporcionar una apariencia común y reducir el tiempo de desarrollo.

3. Se deben sincronizar los requerimientos del sistema con la arquitectura tradicional de cliente/servidor también conocida como arquitectura de dos capas. Requiere una interfaz de usuario que se instala y corre en una PC o estación de trabajo; y que envía solicitudes a un servidor para ejecutar operaciones complejas.
4. Utiliza una arquitectura de tres capas en la cual cada capa es un proceso separado y bien definido corriendo en plataformas separadas. En la arquitectura tradicional de tres capas se instala una interfaz de usuario en la computadora del usuario final (el cliente).
5. Se utiliza una arquitectura basada en WEB, que utiliza un explorador en la estación de trabajo en lugar de la interfaz típica del usuario.

8.1.19 Factor de complejidad: Uso directo de otras empresas. Proporciona el acceso rápido a la información totalmente actualizada, suministra una claridad total, de principio a fin, convierte la información en un activo estratégico y ofrece una interfaz fácil de usar

Valores:

0. No existe otra empresa conectada al sistema.
1. Los datos se envían o reciben de empresas conocidas.
2. Empresas conocidas están conectadas al sistema en modo de lectura solamente.
3. Empresas conocidas están conectadas directamente al sistema con capacidad de actualización.
4. Empresas conocidas están conectadas directamente al sistema con capacidad de actualización en línea.
5. Empresas, público en general pueden acceder a algunos módulos del sistema

8.1.20 Factor de complejidad: Documentación. Se debe tener en cuenta para que tanto, los usuarios como los administradores y entes externos (auditores), puedan comprenderlo de una manera simple y realizar un fácil mantenimiento adaptativo, correctivo, preventivo y perfectivo.

Contar 1 por cada tipo de documento listado a continuación que se entrega al final del proyecto.

- Especificación Funcional del Sistema (datos y procesos)
- Especificación Técnica del Sistema
- Documentación del programa (al menos diagramas de flujo)
- Librería de Elementos de Datos
- Elemento de Datos/ Registro/ X-referencia del programa
- Manual de usuario
- Folleto de información general del sistema

- Librería de datos de prueba
- Material de curso de adiestramiento al usuario
- Documentos de costo/beneficio del sistema
- Informe de petición de cambios y errores
- Documentación durante el diseño de la red
 - Diario de ingeniería
 - Topología lógica
 - Topología física
 - Plan de distribución
 - Matrices de solución de problemas
 - Tomas rotulados
 - Tendidos de cable rotulados
 - Resumen del tendido de cables y tomas
 - Resumen de dispositivos, direcciones MAC y direcciones IP.
 - Un mapa completo de la red, incluyendo la ubicación de todo el hardware y detalles sobre el cableado.
 - Información de los servidores, incluyendo los datos de cada servidor y el programa y ubicaciones de los sustitutos.
 - Información sobre el software, como los detalles de licencias y soporte.
 - Nombres y números de teléfono esenciales para los contactos de asistencia de vendedores, proveedores, contratistas y otros.
 - Copias de todos los contratos de servicio.
 - Un registro de todos los problemas, sus síntomas y soluciones, incluyendo fechas, contactos, procedimientos y resultados.

Se calcula el grado de influencia así:

0. Sí 0-2 tipos de documento
1. Sí 3-4 tipos de documento
2. Sí 5-6 tipos de documento
3. Sí 7-8 tipos de documento
4. Sí 9-10 tipos de documento
5. Sí 11-12 tipos de documento

8.1.21 Factor de complejidad: Topología de Red. La topología física está íntimamente ligada a los mecanismos de control de acceso al medio utilizados, estableciéndose una gran dependencia entre estos dos elementos. La calificación de 0 a 5 a la topología de la red depende de la estimación que considere adecuada el Ingeniero o la persona que se encuentre realizando la medición, esta estimación debe ser basada en aspectos como:

- La *fiabilidad* de la red. Es decir, utilizar una topología que haga que la red sea lo más fiable posible, que responda a lo que el usuario le requiere.
- Existencia de *caminos alternativos* para el caso de que algunos caminos de la red queden inutilizables.
- Se debe considerar la posibilidad de que los fragmentos de los mensajes que se envíen (en el caso de que se puedan fragmentar por eficiencia de la red) puedan llegar desordenados y se precisen *mecanismos de reordenamiento*.
- Posibilidad de *detección* y, en su caso, *recuperación de los errores* en la transmisión.
- La topología de las redes puede llegar a ser muy compleja y un objetivo, con frecuencia, podrá ser el encontrar el *camino más económico y viable* en la red para llegar al destino.
- Finalmente en todo diseño, igualmente en el de la topología, intervendrán en gran medida *factores de costo*.

De otro lado, los objetivos de la topología deberán estar relacionados con requisitos que se precisan en la red para la cual se está diseñando la topología. Estos requisitos con frecuencia cubrirán aspectos como:

- Buscar la *longitud mínima real* en el canal de comunicaciones. Al final la topología se plasmará en enlaces de comunicaciones que hay que establecer y se pretenderá con frecuencia la longitud mínima, ya que éste será un factor importante del costo.
- Establecer la red para una serie de actividades concretas y procurar por un *canal de comunicaciones más económico* para esas actividades.
- Configuraciones para *optimizar el tiempo de respuesta* en función de los requerimientos del servicio.

Uno de los aspectos que podría intervenir en el tiempo de respuesta es el tiempo físico de transmisión y recepción y por tanto pretenderemos acortar al máximo los retardos en transmisión y en recepción.

Se calcula el grado de influencia así:

0. Sí no cumple con ningún ítem
1. Sí cumple con al menos 2 ítems
2. Sí cumple con 3 o 4 ítems
3. Sí cumple con 5 o 6 ítems
4. Sí cumple con 7 o 8 ítems
5. Sí cumple con los 9 ítems

8.1.22 Factor de complejidad: Tolerancia a Fallos. Los sistemas tolerantes a fallos protegen los datos duplicando los datos o colocando los datos en fuentes físicas diferentes, como distintas particiones o diferentes discos. La redundancia de los datos permite acceder a los datos incluso cuando falla parte del sistema de datos. La redundancia es una utilidad emergente y habitual en la mayoría de los sistemas tolerantes a fallos.

Los sistemas tolerantes a fallos no se deben utilizar nunca como mecanismos que reemplazan las copias de seguridad de servidores y discos duros locales.

Valores:

0. No especifica ningún tipo de tolerancia a fallos.
1. Distribución de discos (RAID 0).
2. Duplicación de discos (RAID 1 – 2 – 3).
3. Sustitución de sectores.
4. Arrays de discos duplicados (RAID 10).
5. Agrupamiento (clustering).

8.1.23 Factor de complejidad: Soluciones de último kilómetro. Este factor determina la calidad en el servicio y en la facilidad de la implementación del diseño. Por ejemplo si se consiguen las soluciones con varios proveedores se tendrá que se hace más difícil implementar la solución ya que cada proveedor puede manejar tecnologías de red diferentes que complican la implementación y además afectan la calidad.

Valores:

0. Si no se tiene soluciones de último kilómetro.
1. Si se tiene una sola solución de último kilómetro (Modem)
2. Si se tiene una sola solución de último kilómetro (X25)
3. Si se tiene una sola solución de último kilómetro (Frame Relay)
4. Si se tiene una sola solución de último kilómetro (ATM)
5. Si se tienen varias soluciones de último kilómetro con un solo proveedor

Tabla 3. Cálculo de Factores de Complejidad (FC)

#	Factor de complejidad	Valor (0 – 5)
1	Comunicación de datos	
2	Proceso distribuido	
3	Rendimiento	
4	Configuración operacional compartida	
5	Tasa de transacciones	
6	Entrada de datos En Línea	

7	Eficiencia para el usuario final	
8	Actualizaciones En Linea	
9	Lógica de proceso interno compleja	
10	Reusabilidad del código	
11	Contempla conversión e instalación	
12	Facilidad de operación	
13	Instalaciones múltiples	
14	Facilidad de cambios	
15	Seguridad Física	
16	Escalabilidad Física	
17	Función Distribuida	
18	Requerimientos de otras Aplicaciones	
19	Uso directo de otras empresas	
20	Documentación	
21	Topología de Red	
22	Tolerancia a Fallos	
23	Soluciones de último kilómetro	
Factor de complejidad total (FCT)		

9. Cálculo de los PFA:

$$PFA = PFSA * (0,65 + (0,01 * FC)) \quad (1)$$

Las constantes surgieron de una encuesta en Europa y Estados Unidos, la cual se aplico a empresas que desarrollan software, empleando un modelo de regresión múltiple, en donde se halla la curva que pasa por el centro del plano, en el cual como resultado se obtuvo una ecuación de ajuste.

Cada factor de complejidad afecta en +/- 2,5% en los PFSA

$$PFSA * 0,65\% \leq PFA \leq PFSA * 135\% \quad (2)$$

Los PFA no se pueden medir en esta instancia de la fase, ya que el complemento de los PFSA es necesario para su formulación cualitativa y cuantitativa. Los PFSA son la fase 1 de la metodología

10. FACTORES ADICIONALES

Después de haber calculado los puntos de función, se hace el cálculo de los factores adicionales por medio de las formulas que se describen a continuación.

10.1 Eficiencia

La eficiencia es la relación entre el total de puntos de función y el número de personas que fueron asignadas al proyecto, generalmente (no siempre y no hay forma de garantizarlo) la eficiencia mejora si se le asigna más personal al proyecto.

$$\text{Eficiencia} = \text{Puntos de Función} / \text{PERSONAS-MES} \quad (3)$$

10.2 Calidad.

La calidad en su sentido absoluto significa superioridad o excelencia. En este caso es la relación entre el número de errores esperados a nivel de funcionamiento y el número de errores detectados a nivel de funcionamiento. Es decir que entre menos errores se detecten el producto presenta una mayor calidad.

$$\text{Calidad} = \text{Errores Esperados} / \text{Errores Detectados} \quad (4)$$

10.3 Costo:

El costo está asociado a todos los recursos que fueron dispuestos para lograr obtener el producto final. Por ejemplo personal, software de desarrollo, hardware, papelería, etc.

$$\text{Costo} = \text{Costo total planificación} / \text{Costo total real} \quad (5)$$

10.4 Evaluación de Riesgos.

El análisis de riesgos supone más que el hecho de calcular la posibilidad de que ocurran cosas negativas.

- Se debe obtener una evaluación económica del impacto de estos sucesos. Este valor se podrá utilizar para contrastar el costo de la protección de la información en análisis, versus el costo de volverla a producir (reproducir)
- Se debe tener en cuenta la probabilidad que suceden cada uno de los problemas posible, de esta forma se pueden asignar prioridades a los problemas y su costo potencial desarrollando un plan de acción adecuado.

- Se debe conocer que se quiere proteger, donde y como; asegurando que con los costos en los que se incurren se obtengan beneficios efectivos, para esto se deberá identificar los recursos (Hardware, Software, personal, información, accesorios) con que se cuenta y las amenazas a las que está expuesto.

Ejemplo para la evaluación de riesgos:

1. Identificar riesgos potenciales y elaborar tabla de prioridades:

Tabla 4. Tipo de Riesgo – Factor

TIPO DE RIESGO	FACTOR
Robo de información	Alto
Virus Informáticos	Alto
Fallas en los equipos	Medio
Errores Humanos	Alto
Desastres Naturales	Bajo
Accesos no autorizados	Medio
Fraude	Medio
Sabotaje	Medio
Espionaje Industrial	Medio
Violación de la Privacidad	Medio

Ahora, para la cuantificación del riesgo de perder un recurso es posible asignar un valor numérico de 0 a 15, tanto a la importancia del recurso (15 es el recurso de mayor importancia) como al riesgo de perderlo (15 es el riesgo más alto).

Tabla 5. Valoración de los riesgos

Recursos	Riesgo (Ri)	Importancia (Li)	Riesgo Evaluado(Ri*Li)
Información	15	15	225
PC's	13	10	130
Servidores	15	15	225
Teléfonos	8	4	32
Diskettes	6	4	24
Impresoras	6	12	72
Routers	8	13	104
Switches	6	12	72
PBX	5	15	75

$$RiesgoTotal = \frac{225+130+225+32+24+72+104+72+75}{15+10+15+4+4+12+13+12+15} = \frac{959}{100} = 9,59 \quad (6)$$

En estos términos, el riesgo de un recurso será el producto de su importancia por el riesgo de perderlo:

$$WR_i = R_i * I_i \quad (7)$$

Luego, con la siguiente es posible calcular el riesgo general de los recursos de la red

$$WR = \frac{(WR_1 * I_1 + WR_2 * I_2 + \dots + WR_n * I_n)}{I_1 + I_2 + \dots + I_n} \quad (8)$$

Otros factores que se deben considerar para el análisis de riesgos de un recurso de red son su disponibilidad, su integridad y su carácter confidencial, los cuales pueden incorporarse a la fórmula para ser evaluados.

11. CONCLUSIONES

- Existen factores o métricas importantes a la hora de medir, la calidad y la productividad de cualquier producto de sistemas, por eso fue tan importante dar una mirada a los métodos, estándares y métricas que existen a nivel nacional e internacional.
- En cuanto a métodos existentes que evalúen las telecomunicaciones no existen métodos pero si estándares para los planes de la gerencia de proyecto del software en las telecomunicaciones, también se encontró el estándar TL 9000 que es el conjunto de requerimientos y mediciones establecidas para un sistema de gerencia en la gestión de la calidad y fiabilidad para la industria de las telecomunicaciones, el proyecto EURESCOM que tiene como objetivo definir un sistema de gestión de calidad y una guía de técnicas para garantizar la calidad del software en las telecomunicaciones.
- Para lograr captar la atención de la comunidad internacional se conformó el grupo de investigación GISTUM, ya que de esta manera no se obtenían respuesta a las inquietudes planteadas, porque a título personal ningún grupo internacional prestaba atención.
- Después de construir LOS PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN FUNDAMENTADOS EN INGENIERÍA DE SOFTWARE Y TELECOMUNICACIONES, se logro que cualquier proyecto que contenga estos dos componentes tengan una medición mínima en productividad y calidad para su óptimo funcionamiento, para las áreas o campos para el cual fue desarrollado.
- Las características mas comunes en los sistemas de evaluación en proyectos de sistemas y telecomunicaciones de las diferentes organizaciones que se lograron encontrar tienen como línea base los puntos de función y los apuntes de Allan Albrecht por su maduración en el tiempo, tomando como base estas metodologías lograban fusionar estos factores con los que las organizaciones creían pertinentes complementaban los suyos para así desarrollar su propia metodología.
- Existen dos factores fundamentales a examinar en la estimación de un proyecto de software como lo son su duración y costos; también debemos tener en cuenta que la información obtenida es muy valiosa e importante, para una estimación del trabajo realizado.

- Se puede concluir que el aspecto crítico de los métodos y métricas tradicionales de medición de un sistema de información que abarque sistemas y telecomunicaciones radica en la dificultad de establecer una unidad de medida que permita dar una estimación sobre el tamaño y la funcionalidad de el proyecto que se va ha evaluar, teniendo en cuenta que la maduración de este juega un papel importante en la credibilidad del mismo.

12. RECOMENDACIONES

- Para la mejor comprensión de este documento es importante conocer de antemano algunos lineamientos de Ingeniería del Software y la metodología de Allan J. Albrecht.
- La siguiente fase de este proyecto consiste en elaborar el análisis matemático y los puntos de Función sin Ajustar para sistemas de información fundamentados en Ingeniería de Software y Telecomunicaciones.
- Esta propuesta no ha tenido fase de pruebas, ni se ha implementado en ningún proyecto, el siguiente paso en esta investigación será su aplicación a un desarrollo que involucre componentes tanto de sistemas como de telecomunicaciones, lo que evidenciará la utilidad de la propuesta y permitirá posteriores ajustes para su utilización definitiva.
- Para una mayor maduración de los puntos de función ajustados para sistemas de información fundamentados en ingeniería de software y telecomunicaciones es necesario además de su aplicación en un proyecto telemático, someterlos a una validación por expertos, poniendo a consideración la propuesta ante algunas organizaciones a nivel mundial.
- Se debe proponer un mecanismo para evaluar la calidad en las primeras fases del ciclo de vida teniendo una importante referencia de soporte para el registro y uso provechoso de experiencias pasadas de otros autores que se aventuraron a proponer alguna metodología. Por ende se facilita un medio para gestionar la evolución y la consistencia de los cambios en cada proceso que se le haya aplicado tal metodología.

BIBLIOGRAFIA

Asociación de Usuarios de la Métrica del Software del Reino Unido. [En línea]. Abril de 2004. Reino Unido. Uksma. Disponible en Internet: <http://www.uskma.co.uk>

Asociación Australiana de La Métrica del Software. [En línea]. Mayo de 2004. Australia. Asma. Disponible en Internet: http://www.asma.org.au/_html2003/index.htm

CIDLIS. Centro de Innovación y Desarrollo para la Investigación en Ingeniería del Software. [En línea]. Bucaramanga. May. 2004. Disponible en Internet: <http://cidlisuis.org>

COSMICON. MEASUREMENT MANUAL (THE COSMIC IMPLEMENTATION GUIDE FOR ISO/IEC 19761: 2003) : VERSION 2.2. [En línea]. January 2003. Disponible en Internet: http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/~lother/Teaching/SWQM/Dokumente/CFFP_MM_v2.2e.pdf

DELL USA. Easy As Dell. [En línea]. Agosto de 2004. Disponible en Internet: <http://www.mccabe.com/?file=/prod/metrics.html>

GRUPO INTERNACIONAL DE USUARIOS DE PUNTOS DE FUNCION. Manual para La Medición de Puntos de Función: Versión 4.1.1. España: aemes

HUMPHREY S, Watts. A DISCIPLINE FOR SOFTWARE ENGINEERING. Usa: Addison Wesley, 1995 (10 REIM. 2000). Pag 789.

IFPUG. For Immediate Release : IFPUG Functional Sizing Method published as an International Standard [En línea]. November 30, 2003. Disponible en Internet : <http://www.ifpug.org/about/ISOPressRelease1203.doc>

IFPUG. FREQUENTLY ASKED QUESTIONS. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.ifpug.org/about/faqs.htm>

IFPUG. METRICVIEWS NEWSLETTER. [En línea]. Disponible en Internet: <http://www.ifpug.org/about/publicNewsletter.htm>

ISO/IEC 19761:2003. Software engineering -- COSMIC-FFP -- A functional size measurement method, 2003.

ICETEX. Universidades Colombia. [En línea] Bogotá, 10.05.04. [icetex/vínculos/Instituciones Educativas/América/Colombia/Universidades Colombia.](http://www.icetex.gov.co/BancoConocimiento/U/Universidades/colombia.htm) Disponible en: <http://www.icetex.gov.co/BancoConocimiento/U/Universidades/colombia.htm>

JACOBSON, Ivar. EL PROCESO UNIFICADO DEL DESARROLLO DEL SOFTWARE. Madrid: PEARSON EDUCACION, 2000. Pag 348.

KRIVI, Gwen. Software Productivity Research. [En línea]. Agosto 27 de 2004. Disponible en Internet: <<http://www.spr.com/client/>>

Long Street Consulting. [En línea]. Octubre 26 de 2003. Disponible en Internet: <<http://www.softwaremetrics.com>>

Método de Análisis de Puntos de Función MKII. [En línea]. Abril de 2004 Reino Unido. Disponible en Internet: <<http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/mmis/fpmkii.htm>>

PRESSMAN, Roger S., Ingeniería del Software, Un Enfoque Práctico, tercera Edición. 1.993

Planificación y Gestión de Sistemas de Información. . [En línea]. Marzo 13 de 2007. Disponible en Internet: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/doc/pgsi/doc/teo/5/pgsi-trans5.pdf>

PFLEEGER, Lawrence Shari. Ingeniería de software: teoría y práctica. Buenos Aires: pearson education, 2002. Pag 759.

SOMMERVILLE, Ian. INGENIERIA DEL SOFTWARE. Madrid: Pearson Education, 2005. Pag 687.

SERRANO, Gonzalo León. Ingeniería de sistemas de software. Madrid: isdefe. Pág. 221

McCONNELL, Steven. DESARROLLO Y GESTION DE PROYECTOS INFORMATICOS. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U, 1996. Pag .691

Total Metrics Organización. Total Metrics. [En línea]. Julio de 2004. Disponible en Internet: <<http://www.totalmetrics.com/servicios/historia/>>

ANEXOS

ANEXO 1

Carta para hacer contacto internacional para solicitar información acerca de la investigación.

Español

Muy buenos días

Somos el grupo GISTUM (Grupo de Ingeniería del Software y Telecomunicaciones de la Universidad de Manizales), deseamos realizar una investigación sobre métricas del software y si le es posible quisiera que nos referenciara sobre dicho tema en cuanto a otras investigaciones realizadas al respecto y donde podamos encontrar información específica del tema, puesto que la bibliografía en nuestra región es muy genérica y limitada en este tema.

La denominación académica del programa del cual somos alumnos en la Universidad de Manizales, es Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, por eso la investigación de nuestro grupo es desarrollar una metodología que permita hacer mediciones de Sistemas de Información, integrando los aspectos de Ingeniería de Software con el de las Telecomunicaciones. La fase inicial de la investigación es crear un "estado del arte" de las métricas a nivel mundial que permita evidenciar la evolución y aplicación de las métricas en el entorno internacional.

Cualquier información que me pueda suministrar quedará altamente

Atte:

Nombre:
Grupo GISTUM
E-Mail:

English

Good Morning.

We are GISTUM (Grupo de Ingeniería del Software y Telecomunicaciones de la Universidad de Manizales - Group of Engineering of Software Manizales University). We desire is to carry out an investigation on software metrics and if it is possible, we would like to be referenced on this topic as for other realized investigations in this respect, and where we can find specific information, because the bibliography in our region is very generic and limited in this topic.

The academic denomination of the program which we are students in the Manizales University, is Engeneering of systems and telecommunications. The initial phase of the investigation is to create a "state of the art" of the metric ones at world level that allows to evidence the evolution and application of the metric ones in the international ambit.

Any information that you can give us, we will be highly grateful.

Thanks.

Atte:

Name:
GISTUM GROUP

E-mail:

ANEXO 2

Este anexo relaciona las fichas bibliográficas de investigaciones consultadas relacionadas con la temática del proyecto. Cabe aclarar que actualmente estos documentos no pueden ser consultados directamente, sino que poseen un control de acceso, que hace necesario pagar, razón por la cual se incluye tanto el vínculo original como el acceso a la página principal.

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 25 de 2004
TÍTULO: Telecommunications System Design Complexity and Risk Reduction based on System Metrics.

REFERENCIACIÓN:

PRNJAT, Ognjen y SACKS, Lionel. Telecommunications System Design Complexity and Risk Reduction based on System Metrics. [On Line]. Febrero 25 de 2004. Disponible en:
http://www.ee.ucl.ac.uk/~lsacks/research/pubs/ewdc_99%20.pdf
<http://www.ee.ucl.ac.uk/>

"In the rapidly evolving telecommunications world, forms of services are becoming diverse and sophisticated, and the requirements of availability and functionality increase as the services become mission critical for business and industrial processes. An environment of highly complex telecommunications systems, with diverse elements interacting together to provide the end-user services, is arising. In such an environment it is becoming increasingly difficult to specify, develop, test and interconnect these systems." p.3

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 27 de 2004
TÍTULO: Métodos de Estimación de Tamaño Funcional Software

REFERENCIACIÓN:

LABDELAOUI, Hichem. Métodos de Estimación de Tamaño Funcional Software : Aplicación a Enfoques de desarrollo.[On Line]. Febrero 27 de 2004. Disponible en:
<http://www.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20022003/Labdelaoui2.pdf>
<http://www.ls.fi.upm.es:8080/index.htm>

"Los métodos de primera generación tales como los puntos de función y MKII FPA han sido desarrollados hace muchos años cuando todavía dominaba el análisis estructurado. Este análisis implica un desarrollo secuencial y una descomposición funcional completa del problema, porque requiere la descripción detallada de las acciones necesarias para implementar la solución, así como la separación de datos y funciones [Minkiewicz00]. Esta noción contradice el paradigma orientado a objetos puesto que este último combina los datos y funciones en objetos, donde los datos definen el estado del objeto y los métodos definen el comportamiento del mismo objeto. "

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Marzo 11 de 2004
TÍTULO: ENGINEERING OF TELECOMMUNICATIONS SOFTWARE

REFERENCIACIÓN:

VOUK, Mladen A. ENGINEERING OF TELECOMMUNICATIONS SOFTWARE. [On Line]. Department of Computer Science, Box 8206. North Carolina State University. Raleigh, NC 27695-8206. Marzo 11 de 2004. Disponible en: http://renoir.csc.ncsu.edu/Faculty/Vouk/Papers/Vouk/Vouk_HCN92.pdf
<http://renoir.csc.ncsu.edu/Faculty/>

"Complexity of telecommunications software and expectations of customers and the public regarding its quality are on the rise, while marketing and economic pressures dictate shorter product (or release) development times and lower development and maintenance costs. In general, the two goals are contradictory, and therefore it is not surprising that telecommunications industry faces some formidable software production problems."

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Enero 28 de 2004
TÍTULO: Estimating Object-Relational Database Understandability Using Structural Metrics

REFERENCIACIÓN:

CALERO, Coral. SAHRAOUI, Houari A. PIANTTINI, Mario Piattini y LOUNIS Hakim. Estimating Object-Relational Database Understandability Using Structural Metrics. [On Line]. 12th International Conference DEXA 2001. Disponible en: <http://alarcos.inf-cr.uclm.es/articulos/dexa.pdf>
<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/>

"Relational databases are widely accepted and used by the database community but they present some problems such as the representativeness limitations (complex elements which are present in several domain like graphics, geography are hard to represent). On the other hand, object-oriented databases propose a more powerful model to represent such elements. However, for multiple reasons, adopting this technology is still difficult. Object Oriented (OO) databases are not as mature as the relational ones. Another more practical reason is the difficulty of converting relational specialists and to convince managers to adopt this new paradigm with all the possible risks involved. "

ANEXO 3

Este anexo, al igual que el anterior, relaciona investigaciones con el tema, solo que aquí los documentos están libres para su consulta.

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 22 de 2004
TÍTULO: Function Point Analysis

REFERENCIACIÓN:

ABBAS, HeydarNoori. Function Point Analysis. [On Line] Febrero 22 de 2004.
Dispñible en:
<http://www.cs.uwaterloo.ca/~apidduck/CS846/Seminars/abbas.pdf>

" The first step in calculating FP is to identify the counting boundary.
Counting boundary: The border between
the application or project being measured
and external applications or the user
domain.
A boundary establishes which functions are
included in the function point count "

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 22 de 2004
TÍTULO: MEASUREMENT MANUAL(THE COSMIC IMPLEMENTATION
GUIDE FOR ISO/IEC 19761: 2003)

REFERENCIACIÓN:

COSMICON. MEASUREMENT MANUAL(THE COSMIC IMPLEMENTATION
GUIDE FOR ISO/IEC 19761: 2003) : VERSION 2.2. [On LINE]. January 2003.
Disponibile en: http://www-ivs.cs.uni-magdeburg.de/~lother/T_SWEng.html

"The COSMIC-FFP method provides a standardized method of measuring the functional size of software from the functional domains commonly referred to as 'business application' (or 'MIS') software and 'real-time' software." p.81

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 22 de 2004
TÍTULO: Case Estudy-ISDN Loop Back Tester Versión 1.1

REFERENCIACIÓN:

COSMICON. Case Estudy : ISDN Loop Back Tester Versión 1.1. [On Line]. February 2000. Disponible en:
http://www.lrgl.uqam.ca/cosmic-ffp/casestudies/draftrelease2_isdn_lbtcasestudy.pdf

"The following case study is intended to be used as an instructional guide to further understanding of how the Cosmic Full Function Point Measurement method" p.5

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Enero 25 de 2004
TÍTULO: Software Metrics Guide

REFERENCIACIÓN:

Software Metrics Guide. [On Line]. Enero 25 de 2004. Disponible en:
http://sunset.usc.edu/classes/cs577b_2001/metricsguide/metrics.html

"This guide presents an overview of the collection, analysis, and reporting of software metrics. Only the progress, effort and trouble report metrics are required for the project. However, the student should be familiar with all the metrics described below.

Software metrics are numerical data related to software development. Metrics strongly support software project management activities. They relate to the four functions of management as follows:

1. Planning - Metrics serve as a basis of cost estimating, training planning, resource planning, scheduling, and budgeting.
2. Organizing - Size and schedule metrics influence a project's organization.
3. Controlling - Metrics are used to status and track software development activities for compliance to plans.
4. Improving - Metrics are used as a tool for process improvement and to identify where improvement efforts should be concentrated and measure the effects of process improvement efforts."

ASIGNATURA: Prof.Ing.SW_I
FECHA: Febrero 11 de 2004
TÍTULO: Ingeniería De Requerimientos

REFERENCIACIÓN:

HERRERA J, Lizka Johany. Ingeniería De Requerimientos:Ingeniería De Software. [On Line]. Febrero 11 de 2004. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos6/resof/resof.zip>

"La Ingeniería de Requerimientos cumple un papel primordial en el proceso de producción de software, ya que enfoca un área fundamental: la definición de lo que se desea producir. Su principal tarea consiste en la generación de especificaciones correctas que describan con claridad, sin ambigüedades, en forma consistente y compacta, el comportamiento del sistema; de esta manera, se pretende minimizar los problemas relacionados al desarrollo de sistemas."

ANEXO 4

En esta anexo se evidencian en algunas universidades en las cuales se indago si en las facultades de las ingenierías hacen énfasis en la ingeniería del software.

Universidad Tecnológica de Pereira, posee facultad de ingeniería de sistemas y hacen énfasis en la Ingeniería del software.

Mail: John Alexis Guerra.....aguerra@utp.edu.co

Universidad Sur colombiana

Mail: informacion@usco.edu.co

Universidad Sergio Arboleda, posee facultad de ingeniería de sistemas y hacen énfasis en la Ingeniería del software.

Mail: maclau.gonzalez@usa.edu.co

Universidad Santo Tomás
Ingeniería Telecomunicaciones

Mail: webtelec@usta.edu.co

Universidad Santiago de Cali. Sistemas Diurno y Nocturno.
Posee facultad de ingeniería de sistemas, hacen énfasis en la Ingeniería del software.

En telemática no ven Ingeniería del Software

Mail: ingsiste@usc.edu.co Diurno y Nocturno

Universidad Popular del César

<http://www.unicesar.edu.co/>
No se encuentra Nada.

Universidad Pontificia Bolivariana
Ingeniería Telecomunicaciones e Informática, posee facultad de ingeniería de sistemas y hacen énfasis en la Ingeniería del software.

Mail: l.gallon@upb.edu.co

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
No tiene acceso al plan de estudios

Mail: esistemas@tunja.uptc.edu.co

Universidad Piloto de Colombia
Ingeniería Teleinformática, y de Sistemas, posee facultad de ingeniería de sistemas y hacen énfasis en la Ingeniería del software.

No hay correo de informaciones

Universidad Nacional de Colombia
Si tienen Ingeniería de sistemas e informática

webmaster@unal.edu.co

Universidad Militar Nueva Granada
Ingeniería en Telecomunicaciones

Mail: ingtelec@santander.umng.edu.co

12. Universidad Metropolitana

No tiene ingeniería de sistemas

Universidad libre
Tiene ingeniería de sistemas en bogota
No ven Ingenieria del software

Mail: ntorres_ingenieria@unilibre.edu.co
freyes_ingenieria@unilibre.edu.co

Universidad la Gran Colombia
No tiene

Universidad Industrial de Santander
No tiene ingeniería de sistemas

Universida incca de colombia
Facultad de ingeniería de sistemas
Esta dañado el link

Universidad Icesi
Posee facultad de ingeniería de sistemas
Ven ingeniería del software pero no ven tema de métricas

Mail: glondono@icesi.edu.co

Universidad francisco de paula santander
Posee facultad de ingeniería de sistemas, tienen los siguientes grupos de estudio:
* Grupo de investigación y desarrollo de Ingeniería de Software "GIDIS"
* Grupo de investigación de Inteligencia Artificial "GIIA"
* Grupo de Investigación de Redes Computacionales y Telecomunicaciones
"GIRET"

Mail: ingesist@motilon.ufps.edu.co

Universidad externado de colombia
No ofrece ingeniería de sistemas

Universidad el bosque
Posee facultad de ingeniería de sistemas tiene varias líneas de investigación como:

- * Redes de computadores y comunicación
- * Inteligencia artificial
- * Bases de datos
- * Ingeniería de software
- * Informática medica
- * Computación grafica
- * Software libre

Mail: sistemas@sistemasunbosque.edu.co
secretaria.sistemas@sistemasunbosque.edu.co

Universidad EAFIT
Ofrece ingeniería de sistemas ven ingeniería de software y taller de ingeniería de software poseen grupo de investigación de ingeniería de software

Mail: Félix Londoño González-----flondono@eafit.edu.co
Angela María Sanchez Gómez-----asanchez@eafit.edu.co
Alejandra María Toro Murillo-----atoromur@eafit.edu.co
Juan Guillermo Lalinde Pulido----jlalinde@eafit.edu.co
Diana Patricia Pineda-----dpineda@eafit.edu.co

Universidad distrital "francisco José de caldas".
Ofrece ingeniería de sistemas no tiene acceso al plan de estudios

Mail: decano@udistrital.edu.co
ingsistemas@udistrital.edu.co

Universidad del valle del cauca
Ofrece ingeniería de sistemas y computación, no tiene acceso al plan de estudios

Mail: admin@eisc.univalle.edu.co

Universidad del rosario
No ofrece ingeniería de sistemas

Universidad del Quindío
Ofrece ingeniería de sistemas y computación, ven ingeniería de software I y II

Mail: ing@uniquindio.edu.co
wbmaster@uniquindio.edu.co

Universidad del norte
Ofrece ingeniería de sistemas, no ven ingeniería de software pero ven diseño y desarrollo de software

Mail: Ing. Javier Páez Saavedra-----jpaez@uninorte.edu.co
Ing. José Márquez Día-----jmarquez@uninorte.edu.co
Ing. José Rafael Capacho-----jcapacho@uninorte.edu.co

Universidad pedagógica nacional
Ofrece es la facultad de ciencia y tecnología

Para contactar se hace por medio de la misma pagina pues no tienen un correo específico, solo se hace en el link de contacto.