

Definición de las Actividades y Métricas para la Estimación de Esfuerzo en los  
Procedimientos de Análisis de Requerimientos y Análisis y Diseño de los Sistemas de  
Información en la DIAN

Bernardo Oyuela López, Clímaco Alberto Llamas Caamaño

Trabajo de grado bajo la modalidad de proyecto aplicado para optar por el título de  
Magister en Gestión de Tecnología

José Fernando López Quintero

Director

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNLOGÍA E INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE TI

Bogotá, junio de 2019

Índice General

Índice de Figuras .....	vii
Índice de Tablas .....	viii
Resumen .....	x
1. Introducción .....	1
2. Diseño del Proyecto Aplicado .....	3
2.1. Planteamiento del Problema.....	3
2.2. Formulación del Problema .....	6
2.3. Justificación.....	6
2.4. Objetivos .....	8
2.4.1. Objetivo general. ....	8
2.4.2. Objetivos específicos.....	9
2.5. Delimitación .....	9
3. Entidad Objeto del Proyecto Aplicado .....	10
3.1. La Entidad .....	10
3.2. Funciones .....	10
3.3. Misión.....	11
3.4. Visión .....	12
3.5. Mapa de Procesos.....	12

3.6.	Proceso objeto del proyecto aplicado.....	14
4.	Marco Teórico.....	15
4.1.	Métricas de Software.....	18
4.1.1.	Uso de las métricas de software .....	20
4.2.	Puntos de Función (PF).....	20
4.2.1.	APF de IFPUG .....	28
4.2.2.	Mk II Function Point Analysis .....	39
4.2.3.	FISMA: Finnish Software Measurement Association.....	41
4.3.	Puntos de Casos de Uso .....	42
4.4.	Juicio de expertos.....	46
4.5.	Estimación por Descomposición.....	48
4.6.	Estimación basada en porcentajes .....	49
4.7.	Estimación basada en proxies .....	51
4.8.	COCOMO II.....	52
5.	Método Deductivo como Propuesta Metodológica.....	54
6.	Desarrollo Proyecto Aplicado.....	56
6.1.	Pasos en el Proceso de Estimación.....	56
6.2.	Desarrollo Metodológico para la DIAN.....	57
6.3.	Aspectos Conductores del Desarrollo del Instrumento de Estimación .....	58

6.4. Fase de Análisis de Requerimientos de los Sistemas de Información de la DIAN	
61	
6.4.1. Objetivo .....	61
6.4.2. Alcance .....	61
6.4.3. Actividades y métricas desarrolladas para la estimación de esfuerzo .....	62
6.4.3.1. Elaboración de un catálogo estándar de funcionalidades implementadas en la DIAN.	62
6.4.3.2. Asociación de los tipos de puntos de función .....	65
6.4.3.3. Definición de la complejidad de los tipos de puntos de función. ....	66
6.4.3.4. Definición de Factores de Ajuste y su grado de influencia. ....	68
6.4.3.5. Relacionar las funcionalidades estándares con los niveles de complejidad	70
6.5. Fase de Análisis y Diseño de los Sistemas de Información. ....	72
6.5.1. Objetivo .....	72
6.5.2. Alcance .....	72
6.5.3. Actividades y métricas desarrolladas para la estimación de esfuerzo .....	72
6.5.3.1. Definición de los criterios de complejidad para los componentes de análisis y diseño MUISCA.....	74
6.5.3.2. Asociación de Tipos de puntos de función y componentes de diseño de la arquitectura MUISCA. ....	81
6.5.3.3. Estimación del esfuerzo para el procedimiento de Análisis y Diseño...	82

7.	Resultados.....	85
7.1.	Instrumento de medición.....	85
7.1.1.	Hoja Resumen de Requerimientos .....	85
7.1.2.	Hoja Requerimientos.....	87
7.1.3.	Hoja Actores.....	87
7.1.4.	Hoja Esfuerzo Requerimientos.....	88
7.1.5.	Hoja Resumen Análisis & Diseño.....	89
7.1.6.	Hoja Resumen Análisis & Diseño.....	90
7.1.7.	Hoja Estimación Proyecto.....	91
7.1.8.	Hoja Parámetros .....	92
7.1.9.	Hoja Criterios complejidad A&D.....	94
7.1.10.	Hoja Puntos de Función .....	95
7.1.11.	Hoja Registro de históricos .....	96
7.1.12.	Hoja Instrucciones.....	97
7.2.	Prueba Piloto.....	98
8.	Conclusiones y Recomendaciones.....	106
8.1.	Conclusiones .....	106
8.2.	Recomendaciones.....	109
9.	Referencias.....	110
10.	Glosario.....	115

11.	Anexos .....	116
11.1.	Anexo 1. Procedimiento de Análisis de Requerimientos PR-SI-0148 .....	116
11.2.	Anexo 2. Procedimiento de Análisis y Diseño de la DIAN PR-SI-0149 .....	123
11.3.	Anexo 3. Plantilla de Artefacto de Estimación.....	127
11.4.	Anexo 4. Piloto Aplicando el Artefacto de Estimación.....	128
11.5.	Anexo 5. Certificación de aceptación proyecto aplicado en la Entidad .....	129

## Índice de Figuras

Figura 1. Subproceso de Construcción de los Sistemas de Información en la DIAN.....	3
Figura 2. Mapa de Procesos de la DIAN. ....	13
Figura 3. Proyectos de software entre 2011 y 2015.....	16
Figura 4. Capas de la ingeniería de software. ....	17
Figura 5. Ejemplos de cálculo de puntos de función .....	22
Figura 6 Movimiento de datos – COSMIC.....	26
Figura 7. Pasos en la estimación de esfuerzo.....	56
Figura 8. Componentes estructurales fase de análisis de requerimientos .....	59
Figura 9. Componentes estructurales fase de análisis y diseño .....	60
Figura 10. Impacto en la gestión de TI .....	61
Figura 11. Hoja resumen requerimientos.....	86
Figura 12. Hoja de requerimientos. ....	87
Figura 13. Hoja actores.....	88
Figura 14. Hoja esfuerzo requerimientos.....	89
Figura 15. Hoja resumen análisis y diseño. ....	90
Figura 16. Hoja esfuerzo análisis y diseño. ....	91
Figura 17. Hoja estimación proyecto.....	92
Figura 18. Hoja parámetros – parte 1. ....	93
Figura 19. Hoja parámetros – parte 2. ....	93
Figura 20. Hoja parámetros – parte 3. ....	94
Figura 21. Hoja criterios complejidad análisis y diseño. ....	95
Figura 22. Hoja puntos de función. ....	96
Figura 23. Hoja registro de históricos.....	97
Figura 24. Hoja instrucciones. ....	98
Figura 25. Estimación consolidada en Horas/Hombre .....	103
Figura 26. Comparativo estimado vs ejecutado.....	105

## Índice de Tablas

Tabla 1. Grados de relevancia de las GSC's en el sistema. ....	31
Tabla 2. Factores de ajuste. ....	33
Tabla 3. Pros y contras de las técnicas de estimación de esfuerzo. ....	34
Tabla 4. Técnicas de estimación de esfuerzo.....	35
Tabla 5. Pesos en función de la complejidad de los casos de uso.....	44
Tabla 6. Factores Técnicos para el cálculo del TCF.....	45
Tabla 7. Factores de Entorno para el cálculo del EF.....	45
Tabla 8. Comparativa descomposición de producto vs de proyecto.....	49
Tabla 9. Regla 40-20-40.....	49
Tabla 10. Esfuerzo en fases de desarrollo según SEL.....	50
Tabla 11. Esfuerzo en fases de desarrollo.....	50
Tabla 12. Esfuerzo en fases de desarrollo en DIAN.....	50
Tabla 13 Puntos de complejidad para los tipos de puntos de función.....	53
Tabla 14 Factores de ajuste para la DIAN.....	58
Tabla 15. Catálogo de funcionalidades Estándares.....	65
Tabla 16. Tipos de puntos de función.....	65
Tabla 17. Puntos de Función asociados a asociados con sus tipos. ....	66
Tabla 18. Complejidad en puntos de función. ....	66
Tabla 19. Peso de cada fase en los proyectos DIAN. ....	67
Tabla 20. Complejidad inicial definida para la fase de análisis de requerimientos. ....	68
Tabla 21. Niveles de influencia de los factores de ajuste. ....	70
Tabla 22. Asociación de puntos de función y la complejidad. ....	71
Tabla 23. Criterios de complejidad componentes de diseño MUISCA. ....	81
Tabla 24. Asociación tipos de puntos de función y componentes de diseño MUISCA. ....	82
Tabla 25. Estimación de esfuerzo para la fase de análisis y diseño.....	83
Tabla 26. Funcionalidades a implementar SIE RTESAL. ....	99
Tabla 27. Factores de ajuste fase de análisis de requerimientos para el SIE RTESAL. ....	100



Tabla 28. Factores de ajuste fase de análisis y diseño para el SIE RTESAL..... 101

Tabla 29. Estimación Horas/Hombre fase de análisis de requerimientos ..... 102

Tabla 30. Estimación Horas/Hombre fase de análisis y diseño ..... 103

Tabla 31. Comparativo estimativo sin instrumento vs con instrumento ..... 104

## Resumen

Este proyecto de grado tiene como objetivo resolver la falta de certeza y confiabilidad de las estimaciones de esfuerzo realizadas en el proceso de desarrollo de software de la DIAN, para lo cual se construyó un artefacto que permite definir las métricas a aplicar y las actividades a seguir para realizar la estimación de esfuerzo de manera confiable en los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño del subproceso de construcción de sistemas de información de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN; lo anterior con criterios de complejidad propios de cada procedimiento.

Se toma como base los métodos más aceptados para la estimación y medición de esfuerzo en la industria de desarrollo de software, y se seleccionan los aspectos relevantes que al ser aplicados en la DIAN, estructuran y fundamentan el proceso definido para la estimación de esfuerzo, de tal forma, que se define un proceso empírico que de manera práctica y sencilla permite estimar los tiempos requeridos en los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información, lo cual sirve como insumo para la gestión de los recursos humanos de ingeniería y elaboración de cronogramas de los proyectos de desarrollo de software de la DIAN.

Para el procedimiento de análisis de requerimientos de sistemas de información, se definió un catálogo estándar de funcionalidades, el cual se elaboró a partir de las implementadas en las aplicaciones basadas en la arquitectura MUISCA y que soportan los procesos de negocio de la entidad. Este catálogo permite realizar una descomposición funcional que facilita el proceso de estimación, utilizando el método de puntos de función estándar.

De igual forma, para el procedimiento de análisis y diseño de sistemas de información, se plantea, a partir de la arquitectura de software de la DIAN, denominada arquitectura MUISCA,

que define los patrones de construcción que permiten identificar los componentes de diseño que hacen parte de la solución y asociar a cada uno de ellos criterios de complejidad que lleven a estimar el esfuerzo para las actividades de análisis y diseño en términos de horas hombre y basados en la experiencia de los expertos con que cuenta la DIAN.

Finalmente, el artefacto de medición se validó a través de una prueba piloto que consistió en aplicar el instrumento de valoración en un proyecto de desarrollo de la entidad y por medio de éste identificar las funcionalidades a implementar y sus métricas que llevaron a obtener la estimación de esfuerzo requerido para las actividades de los procedimientos objetos de este trabajo, las cuales fueron más confiables y ajustadas a la realidad.

## 1. Introducción

El presente trabajo de grado titulado “Definición de las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo en los procedimientos de Análisis de Requerimientos y Análisis y Diseño de los Sistemas de Información de la DIAN” se ha realizado para la Coordinación de Desarrollo de los Sistemas de Información de la Subdirección de Gestión de Tecnologías de Información y Telecomunicaciones de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales -DIAN de Colombia, con el objeto de identificar las actividades y métricas necesarias para la estimación de esfuerzo en tiempo para los procedimientos de análisis de requerimientos de sistemas de información análisis y diseño de sistemas de información.

El trabajo hace una descripción del problema y plantea los aspectos que sirvieron como justificación para la solución propuesta, tales como los relacionados con la falta de instrumentos para la medición del esfuerzo en los procedimientos de análisis de requerimientos de los sistemas de información (PR-SI-01489) y análisis y diseño de los sistemas de información (PR-SI-0149) del subproceso de construcción de sistemas de información de la DIAN, lo que impacta de manera negativa en el cumplimiento de los acuerdos de niveles de servicio y la materialización de riesgos en los procesos de contratación de recursos para el desarrollo de software, y también se ponen en práctica las competencias adquiridas en la maestría de gestión de TI.

En el capítulo de marco teórico se hace una recopilación, recorrido y descripción de los principales métodos para la estimación de esfuerzo en el proceso de desarrollo de software, incluyendo los formales y los empíricos, con el fin de seleccionar las mejores prácticas, para su utilización, que se puedan ajustar según la madurez en la construcción de sistemas de información en la DIAN y generar métricas confiables en la estimación de esfuerzo.

Una vez seleccionadas las mejores prácticas para la estimación de esfuerzo, en el capítulo de desarrollo de proyecto aplicado se explica la metodología a seguir. Para el procedimiento PR-SI-0148 la metodología utilizada se centra en categorizar y estandarizar las actividades según los diferentes tipos de puntos de función. Una vez identificadas las actividades, se procede a catalogar su complejidad (baja, media o alta) a partir de la calificación de variables asociadas a aspectos como tamaño, integración con otros procesos, tipo de ejecución y accesos a fuentes de información, entre otras, con el fin de crear un instrumento para medir el esfuerzo en términos de horas hombre.

De manera similar, para el procedimiento PR-SI-0149, teniendo como insumo la definición de la arquitectura MUISCA, se definen componentes de software, que hacen parte de patrones arquitectónicos previamente definidos, estos se organizan de acuerdo con su grado de complejidad y se asigna una estimación en términos de horas hombre aplicando metodologías de juicios de expertos. Lo anterior dado que la DIAN no cuenta con una historia documentada que se utilice como insumo en la valoración.

En el capítulo de resultados se describe la prueba piloto realizada, en la cual se utiliza el instrumento de valoración construido, se presentan los resultados y la comparación con la metodología actualmente utilizada por la DIAN.

Se presentan las conclusiones con las cuales se evidencia el cumplimiento de los objetivos propuestos y las recomendaciones que se constituyen en insumos para proyectos futuros que tengan la intención de mejorar lo desarrollado.

## 2. Diseño del Proyecto Aplicado

### 2.1. Planteamiento del Problema

La coordinación de desarrollo de sistemas de información (CDSI) de la subdirección de gestión de tecnología de información y telecomunicaciones (SGTIT) de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN es la unidad organizacional responsable de la ejecución del subproceso de Construcción de Sistemas de Información, descrito en la figura 1, el cual se desarrolla con la aplicación de los procedimientos definidos en el Sistema de Gestión de Calidad, relacionados a continuación:

- Análisis de Requerimientos de Sistemas de Información (PR-SI-0148).
- Análisis y Diseño de los Sistemas de información (PR-SI-0149).
- Codificación de Sistemas de Información (PR-SI-0150).
- Ejecución de Pruebas de Sistemas de Información (PR-SI-0151).
- Implantación de Sistemas de Información (PR-SI-0152).

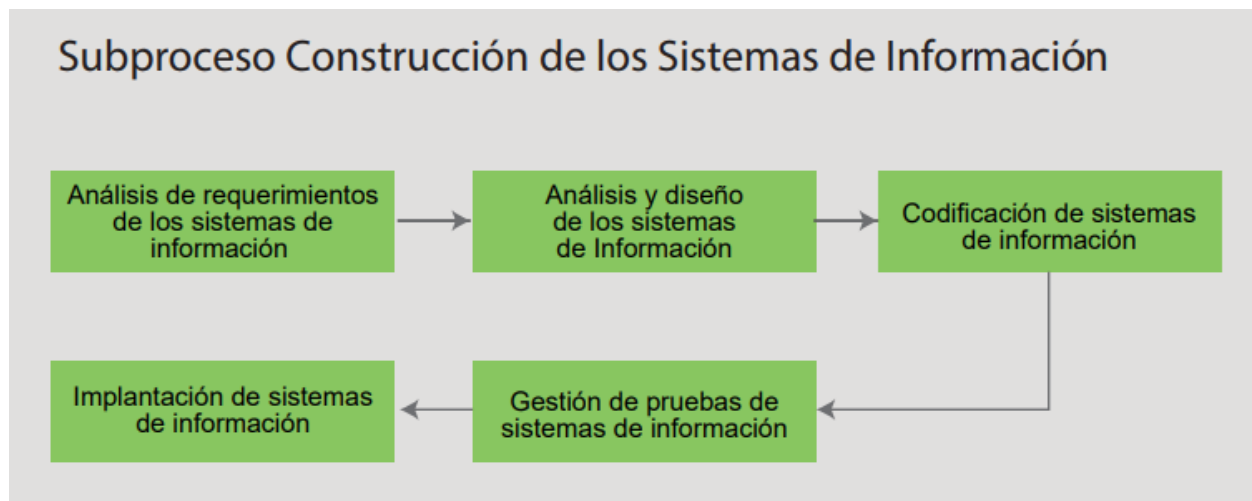


Figura 1. Subproceso de Construcción de los Sistemas de Información en la DIAN  
Fuente <https://www.dian.gov.co/dian/entidad/Paginas/mapaprosos.aspx>

El alcance de este trabajo de grado se circunscribe a los procedimientos de análisis de requerimientos de sistemas de información y análisis y diseño de los sistemas de información, cuyos objetivos se definen de la siguiente manera:

- Análisis de requerimientos, “elaborar las especificaciones funcionales y no funcionales para la creación o ajuste de Sistemas de Información”. (DIAN, 2014)
- Análisis y diseño, “identificar y generar la arquitectura técnica de los sistemas de información”. (DIAN, 2014)

Para cumplir con los objetivos antes expuestos, la Coordinación tiene a su disposición una fábrica interna para el desarrollo de software y ocasionalmente contrata fabricas externas de desarrollo de software, ya sea para todo el subproceso o para uno o varios procedimientos.

La construcción de los sistemas de información está basada en una arquitectura de software denominada al interior de la entidad como arquitectura MUISCA, la cual define lineamientos, estilos, patrones y restricciones de cómo deben diseñarse e implementarse las aplicaciones de software que dan soporte a los procesos de negocio de la DIAN.

Las principales funciones de la Coordinación son la creación de sistemas informáticos electrónicos (SIEs), el mantenimiento evolutivo a partir de las solicitudes de las áreas de negocio, el mantenimiento correctivo de los sistemas de información como consecuencia de los incidentes reportados por los usuarios de los servicios en ambientes productivos y elaboración de anexos técnicos para proceso de contratación para la adquisición de productos de software.

La figura 1 muestra el flujo que sigue una solicitud realizada a la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información para construir nuevos servicios informáticos o realizar mantenimientos evolutivos o correctivos a los servicios existentes. Paso seguido se procede con la planificación del proyecto de software con el objetivo de obtener el plan del proyecto, “el cual

incluye la definición del alcance, la estimación de tiempos y los recursos de ingeniería”, (Bedini, 2006) para la elaboración del cronograma del proyecto que termina con el paso a los ambientes productivos de las solicitudes.

Actualmente la CDSI, a través de sus líderes técnicos o gerentes de proyecto, realiza la estimación del esfuerzo en horas hombre, que se requiere para llevar a cabo las actividades de desarrollo de software. Esta tarea se lleva a cabo sin contar con herramientas ni la utilización de metodologías formales que le permitan realizar una estimación precisa y objetiva. A partir del ejercicio de estimación se obtiene un cronograma a alto nivel, y se ha evidenciado, al ejecutarse los proyectos que no es correcta la estimación y en consecuencia se incurre en sobrecostos, tiempos adicionales y mala utilización del recurso humano.

Lo anterior refleja un alto riesgo de incumplimiento por parte de la CDSI hacia el área usuaria, el cual la mayoría de las veces se ve materializado en el cambio de las fechas definidas en los cronogramas. Esta situación lleva a que la planeación que se realiza del tiempo y del recurso humano deja de ser viable, es decir, no es posible contar con los ingenieros en las fechas definidas para dedicarlos a los proyectos que se encuentran en la lista de solicitudes pendientes por acometer.

Otro aspecto que se afecta por la mala estimación está relacionado con los procesos de contratación de fábricas externas para el desarrollo de software, debido a que los recursos y tiempos contratados no son coherentes con los realmente necesarios, lo que lleva a modificaciones contractuales que generan o implican costos y tiempos adicionales o recortes en el alcance de los proyectos.



## **2.2. Formulación del Problema**

Como resultado de lo anterior se plantea la siguiente pregunta para guiar el desarrollo de este proyecto aplicado:

¿Cómo estimar el esfuerzo de las actividades de los procedimientos de análisis de requerimientos de los sistemas de información (PR-SI-0148) y análisis y diseño de los sistemas de información (PR-SI-0149) del subproceso de construcción de sistemas de información de la DIAN para garantizar la confiabilidad de los cronogramas?

## **2.3. Justificación**

La DIAN, en cumplimiento de su misión y logro de sus objetivos estratégicos, se apoya en herramientas tecnológicas para que los contribuyentes y usuarios aduaneros cumplan oportunamente con la declaración, presentación y pago de las obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias.

En consecuencia, entre los rubros de gastos e inversión de la DIAN, se encuentran los destinados para las adquisiciones de bienes y servicios de tecnologías de información y comunicaciones. Para el caso del software que soporta los procesos de negocio, este se puede adquirir, como es en la mayoría de los casos, con desarrollos internos u ocasionalmente con contratación con terceros. La construcción de nuevos sistemas de información, así como su mantenimiento evolutivo y correctivo, requiere contar con métodos y herramientas que permitan evaluar el esfuerzo en términos de horas hombre de manera efectiva, con el fin de asignar los recursos necesarios y definir el cronograma del proyecto, que son insumos para llegar a acuerdos de niveles de servicio entre el área de tecnología y el área usuaria objeto de la solicitud, así

como, para la contratación de personal especializado o la tercerización de las actividades del subproceso de construcción de software.

Por lo tanto, se requiere definir actividades y métricas de estimación de esfuerzo para la elaboración de los entregables y construcción de los artefactos de software que requieren los sistemas de informáticos electrónicos, con el propósito de ser desplegados en los ambientes productivos oportunamente.

Si la coordinación de desarrollo sistemas de información de la DIAN cuenta con actividades, métricas e instrumentos para la medición de esfuerzo, en términos de horas hombre, para los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de sistemas de información, se garantiza un mejor uso de los recursos de ingeniería disponibles y realizar procesos de contratación con criterios claros de medición de esfuerzo y valoración de los servicios, lo que hace más eficiente la gestión de TI.

Definir actividades y métricas de estimación le permite a la Coordinación implementar un ambiente de TI innovador ya que facilita cumplir de manera oportuna el contrato realizado con el área usuaria y esto redundará en alcanzar los objetivos, tales como recaudo de tributos y control rápido y efectivo en las aduanas nacionales, alcanzando así la propuesta de valor de la Entidad. También garantiza que el uso de los recursos de ingeniería se realice de manera eficiente, haciendo sostenible en el tiempo la operación de los sistemas de información de la DIAN y en consecuencia los contribuyentes y usuarios aduaneros pueden interactuar con dichos sistemas de información y cumplir con sus obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias.

Con el presente trabajo de grado, se afianzaron competencias adquiridas en el transcurso de la Maestría que permitieron identificar y explotar las oportunidades que ofrecen los diversos

métodos de estimación de esfuerzo para el beneficio de la CDSI de la DIAN en el proceso de desarrollo de software.

Una de las competencias desarrolladas durante la Maestría, permite plantear la solución al problema como en un modelo estratégico, que provee capacidades que facilitan alcanzar la propuesta de valor de las áreas usuarias, al permitir desarrollar la planeación con insumos confiables y oportunos.

Así mismo, facilita desarrollar las competencias asociadas a la gestión de proyectos innovadores, lo que contribuye a la eficiencia en la gestión de TI y maximizar el valor propuesto a la DIAN, a los contribuyentes, a los importadores y exportadores y en general al país, gestionando el desarrollo de soluciones informáticas con un proceso de mejora continua en donde las mediciones obtenidas en los proyectos adelantados por la CDSI son registradas como datos históricos que permiten ir afinando las métricas, de tal manera que se logra mayor confiabilidad del proceso de estimación de esfuerzo.

## **2.4.Objetivos**

### **2.4.1. Objetivo general.**

Definir las actividades y métricas en un instrumento para la estimación de esfuerzo necesario (tiempo) en los procedimientos de análisis de requerimientos de los sistemas de información y análisis y diseño de los sistemas de información del subproceso de construcción de sistemas de información, del proceso de servicios informáticos que se encuentra documentado en el sistema de gestión de calidad de la DIAN.

#### **2.4.2. Objetivos específicos.**

- Establecer las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo de las actividades a realizar en análisis de requerimientos de los sistemas de información a través de un instrumento de valoración
- Establecer las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo de las actividades a realizar en análisis y diseño de los sistemas de información a través de un instrumento de valoración.
- Ejecutar una prueba piloto para la estimación de esfuerzo de las actividades en análisis requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información.

#### **2.5.Delimitación**

En el subproceso de construcción de sistemas de información están definidos cinco procedimientos que especifican las actividades que se deben realizar para construir los sistemas de información, estos son: análisis de requerimientos, análisis y diseño, codificación, pruebas e implantación. Este proyecto aplicado está delimitado a proponer una solución a la problemática planteada para los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información de la DIAN.

### **3. Entidad Objeto del Proyecto Aplicado**

#### **3.1.La Entidad**

La (DIAN, 2018) en su página web brinda la definición de su creación, la cual se detalla a continuación:

La Unidad Administrativa Especial-Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – (UEA-DIAN), entidad adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público, se constituyó como Unidad Administrativa Especial, mediante Decreto 2117 de 1992, cuando el 1º de junio del año 1993 se fusionó la Dirección de Impuestos Nacionales (DIN) con la Dirección de Aduanas Nacionales (DAN).

La DIAN está organizada como una Unidad Administrativa Especial del orden nacional de carácter eminentemente técnico y especializado, con personería jurídica, autonomía administrativa y presupuestal y con patrimonio propio.

#### **3.2.Funciones**

De acuerdo con el artículo 12 del capítulo III del Decreto 2117 de 1992 la DIAN debe cumplir las funciones que se detallan a continuación:

La administración de los impuestos de renta y complementarios, de timbre nacional y sobre las ventas; los derechos de aduana y los demás impuestos internos del orden nacional cuya competencia no esté asignada a otras entidades del Estado, bien se trate de impuestos internos o al comercio exterior; así como la dirección y administración de la gestión aduanera, incluyendo la aprehensión, decomiso o declaración en abandono a favor de la Nación de mercancías y su administración y disposición.

Igualmente, le corresponde el control y vigilancia sobre el cumplimiento del régimen cambiario en materia de importación y exportación de bienes y servicios, gastos asociados a las mismas, financiación en moneda extranjera de importaciones y exportaciones, y subfacturación y sobrefacturación de estas operaciones.

La administración de los impuestos comprende su recaudación, fiscalización, liquidación discusión, cobro, devolución, sanción y todos los demás aspectos relacionados con el cumplimiento de las obligaciones tributarias.

La administración de los derechos de aduana y demás impuestos al comercio exterior comprende su recaudación, fiscalización, liquidación, discusión, cobro, sanción y todos los demás aspectos relacionados con el cumplimiento de las obligaciones aduaneras. La dirección y administración de la gestión aduanera comprende el servicio y apoyo a las operaciones de comercio exterior, la aprehensión, decomiso o declaración en abandono de mercancías a favor de la Nación, su administración, control y disposición.

Le compete actuar como autoridad doctrinaria y estadística en materia tributaria, aduanera y de control de cambios, en relación con los asuntos de su competencia.

La Unidad Administrativa Especial Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales desarrollará todas las actuaciones administrativas necesarias para cumplir con las funciones de su competencia. (Decreto 2117, 1992)

### **3.3.Misión**

“Garantizar la seguridad fiscal, inspirando a la sociedad a contribuir; facilitando el entendimiento y cumplimiento de las obligaciones del contribuyente y usuario aduanero, para la consolidación de Colombia como un país, emprendedor, justo y equitativo.” (DIAN, 2014)

### **3.4. Visión**

“Ser reconocida como una de las organizaciones más modernas e importantes del Estado colombiano, en donde la comunidad y nuestros aliados estratégicos tengan la seguridad y confianza en que actuamos con honestidad, agilidad, y eficiencia en el cumplimiento de nuestra misión.” (DIAN, 2014)

### **3.5. Mapa de Procesos**

La normatividad colombiana estableció la obligatoriedad para todas las entidades del estado la implementación del sistema de gestión de calidad, así: “El sistema de gestión de la calidad adoptará en cada entidad un enfoque basado en los procesos que se surten al interior de ella y en las expectativas de los usuarios, destinatarios y beneficiarios de sus funciones asignadas por el ordenamiento jurídico vigente” (Ley 872, 2003). Obedeciendo este mandato la DIAN mediante (Resolución 1094, 2006) que en su artículo primero estipula:

Adoptar para la Unidad Administrativa Especial Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales -DIAN-, el Sistema de Gestión de Calidad y Control Interno, el cual establece los requisitos necesarios para mejorar el desempeño de la entidad y su capacidad de proporcionar productos o servicios que respondan a las necesidades y expectativas de sus clientes, y a la vez fortalecer el control y la evaluación interna, orientando a la entidad hacia el cumplimiento de sus objetivos institucionales que contribuyen al logro de los fines esenciales del Estado.

Implementó dicho sistema y definió sus procesos, la interacción entre ellos y los procedimientos necesarios para llevar a cabo de manera eficiente su operación. Los procesos se diagraman en un mapa que se ilustran en la figura 2 y se clasifican de la siguiente manera;

- Procesos Estratégicos: Inteligencia corporativa.
- Procesos Misionales: Operación aduanera, Gestión masiva, Fiscalización y liquidación, Comercialización, Recaudación, Asistencia al cliente, Administración de Cartera y Gestión jurídica.
- Procesos de Soporte: Servicios informáticos, Gestión humana, Recursos financieros y Recursos físicos
- Procesos de control: Investigación disciplinaria y Control Interno.

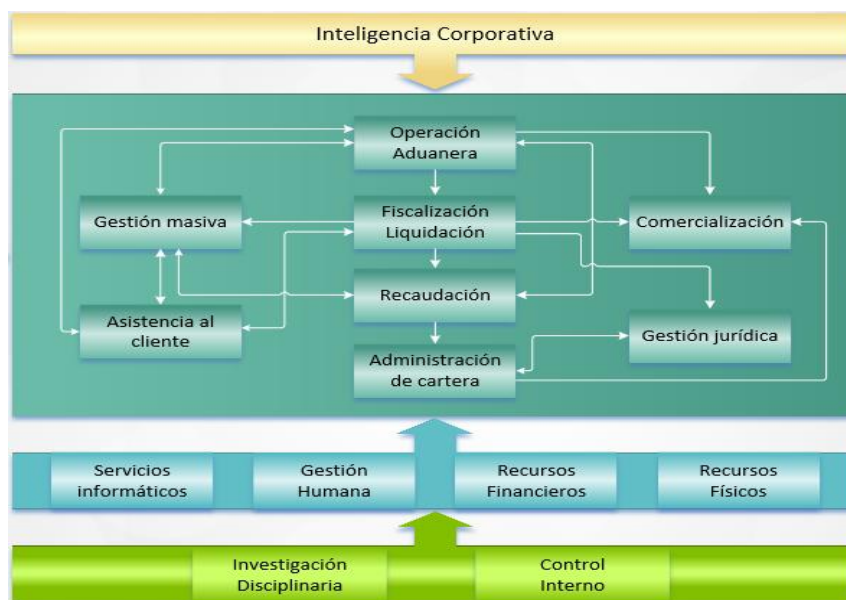


Figura 2. Mapa de Procesos de la DIAN.

Fuente <https://www.dian.gov.co/dian/entidad/Paginas/mapaprocessos.aspx>



### **3.6. Proceso objeto del proyecto aplicado**

El proyecto aplicado que se desarrolló actúa bajo el proceso de servicios informáticos y específicamente en el subproceso de construcción de sistemas de información para los procedimientos de análisis de requerimientos de los sistemas de información y análisis y diseño de los sistemas de información.

#### 4. Marco Teórico

Con el surgimiento de la era de la información, es decir, la utilización de productos de software para dar apoyo a muchas de las actividades realizadas por la sociedad, no fue en primera instancia una preocupación realizar la planificación asertiva de los proyectos de software, hasta que como describe (Naur & Randell, 1969) se discutió el tema conocido como “Crisis de Software”, en una conferencia patrocinada por el Comité de Ciencias de la OTAN en 1968 en la cual se concluyeron como causas de dicha crisis las entregas tardías de los productos de software, usuarios insatisfechos, el no cumplimiento de la planeación definida, el incremento en los costos sobre los presupuestos estimados, el fracaso de los mismos, el uso no óptimo de los recursos y costos de software superiores a los costos de hardware. Como apoyo a lo anteriormente descrito, según (The Standish Group International, 1994) se tuvieron las siguientes estadísticas para esa época: el 31.1 % de los proyectos fueron cancelados , el 52.7% de los proyectos tuvieron sobrecostos cercanos al 200% de lo inicialmente estimado y solo en promedio el 16.2% de los proyectos fueron finalizados en el tiempo y con el presupuesto estimado. Además, proyectos terminados por las grandes compañías cumplían solo con el 42% de los requerimientos solicitados, mientras que para las compañías pequeñas estos números son mejores, ya que alcanzaron un cumplimiento del 78.4% de las características solicitadas.

Al ser la búsqueda de una solución a los problemas presentados en el desarrollo de software el objetivo de la conferencia de 1968, organizada por el Comité de Ciencias de la OTAN, los participantes identificaron que, aunque la ingeniería de software era la solución, esta se encontraba en un precario desarrollo en comparación con las otras ramas de la ingeniería.

Con el transcurrir de los años la ingeniería de software, aplicada al desarrollo de productos de software evolucionó; tanto es así, que desde la foto tomada en el año 1994 por The Standish Group en su Chaos Report hasta la tomada en el año 2015, para 5.000 proyectos de software en promedio por año, el estado de la industria de desarrollo de software alrededor del mundo mostró unas mejores cifras, así: 36% de los proyectos fueron exitosos, 45% de los proyectos fueron cambiados y solo 19% de los proyectos resultaron fallidos, como se refleja en la figura 3.(The Standish Group International, 2015)

	2011	2012	2013	2014	2015
SUCCESSFUL	39%	37%	41%	36%	36%
CHALLENGED	39%	46%	40%	47%	45%
FAILED	22%	17%	19%	17%	19%

Figura 3. Proyectos de software entre 2011 y 2015.  
Fuente (The Standish Group International, 2015)

La ingeniería del software, según (ISO, 2017) “es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable a la operación y mantenimiento del software; esto es, la aplicación de la ingeniería de software.”

Según (Pressman, 2010) “la ingeniera de software incluye un proceso, métodos y herramientas para administrar y hacer ingeniería con el software y debe basarse en un compromiso organizacional con la calidad”, como lo detalla la figura 4.



Figura 4. Capas de la ingeniería de software.  
Fuente (Pressman, 2010)

Según (Pressman, 2010), “la capa más importante para la ingeniería de software es la capa proceso. Es aquí donde se forma la base para el control de la administración de proyectos de software”. La Real Academia Española define como proceso “al conjunto de etapas sucesivas advertidas en un fenómeno natural o necesarias para concretar una operación artificial”. En la ingeniería de software esas etapas o actividades, (Pressman, 2010) las detalla así: “comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue.”

El objeto de este trabajo se enfoca en la etapa de planeación de los proyectos de software. Es en esta actividad del proceso donde se concreta el plan del proyecto y se deben definir los entregables, identificar los riesgos, realizar las estimaciones de los recursos y los tiempos en horas hombre y la programación de actividades para acometer el proyecto de desarrollo. (Sommerville, 2011) afirma

la planeación en la etapa de propuesta, inevitablemente, es especulativa, pues muchas veces no se cuenta con un conjunto completo de requerimientos para el software a desarrollar.

En vez de ello, hay que responder a una solicitud de propuestas basada en una

descripción de alto nivel sobre la funcionalidad del software que se requiere. Con frecuencia, se necesita un plan como parte de una propuesta, así que se debe diseñar un plan creíble para realizar el trabajo. Si se obtiene el contrato, entonces por lo general habrá que replantear el proyecto y tomar en cuenta los cambios desde que se hizo la propuesta.

Además, (Molina Ríos, Honores, & Zea Ordoñez, 2015) sostienen el trabajo de planeación difiere enormemente dependiendo de la organización y del producto de software a desarrollar. Sin embargo, en algún momento, muchos gestores son responsables de algunas o de la totalidad de las siguientes actividades:

- Redacción de la propuesta.
- Planificación y calendarización del proyecto.
- Estimación de costos del proyecto.
- Supervisión y revisión del proyecto.
- Selección y evaluación del personal.
- Redacción y presentación de informes.

Todo lo anterior son aspectos importantes y relevantes que se deben tener en cuenta al momento de realizar la planeación del proyecto.

Antes de detallar las metodologías empleadas para estimación de esfuerzo, es pertinente presentar una definición acerca de lo que se entiende como métricas de software en el proceso de desarrollo.

#### **4.1.Métricas de Software**

Para el desarrollo del presente trabajo es fundamental unificar criterios frente a la definición de los conceptos utilizados, en este caso el concepto de métrica, para lo cual se alinea

con la definición hecha por (Rodríguez, 1999), en su libro “*Medida del tamaño funcional en aplicaciones de software*”, que se ajusta al concepto aplicado en el presente trabajo,

una métrica es la variable o medida de ciertos aspectos cuantitativos de un sistema. Por ejemplo, para un sistema software, dichos aspectos cuantitativos serían: el alcance, el tamaño, el tiempo de desarrollo, el costo, los riesgos, entre otros, pero tan importante como saber lo que es una métrica, es saber lo que no es. Una métrica no es meramente una observación expresada en términos numéricos. Por ejemplo, supongamos la siguiente afirmación: El 95% de los programadores coinciden en que ya se ha desarrollado el 50% de la aplicación. Esta observación no constituye una métrica. Para que lo fuera debería implicar un cierto proceso de medición de algún aspecto cuantitativo, como se comentó anteriormente.

Otro concepto es el que (Morillo, 2015) expresa

en Ingeniería del software, una métrica del software es cualquier medida o conjunto utilizado para conocer o estimar el tamaño de un software o sistema de información.

Entre los usos más frecuentes de las métricas del software están el realizar comparaciones costo beneficio y estimaciones de costos en proyectos de software.

Un ejemplo de métrica del software son los puntos de función, su uso permite mayor precisión en las estimaciones de costo, posibilidad de comparar funcionalidades del software a desarrollar y tomar decisiones en base al costo beneficio, más información para priorizar trabajo, posibilidad de conocer el valor de los activos de software, entre otros beneficios.

#### **4.1.1. Uso de las métricas de software**

(Morillo, 2015) dice que

de la misma forma que en ingeniería civil, se necesita definir la altura y ancho de una estructura y sus componentes expresados en metros o centímetros, en desarrollo de software hay que valerse de una unidad de medida que permita conocer el tamaño del reto al que como desarrolladores de software se enfrentan.

Una vez conocido el tamaño en unidad de medida, podríamos utilizarla para determinar con precisión cuál es la estimación de tiempo y presupuesto de un proyecto de software, así como el impacto de los controles de cambio en la ejecución de este.

A continuación, se presenta una recopilación de los principales métodos de estimación de esfuerzo para proyectos de desarrollo de software utilizados en la industria de construcción de software y propuestos por los organismos internacionales de estandarización, los cuales servirán de referentes para el desarrollo del proyecto aplicado.

#### **4.2.Puntos de Función (PF)**

(Pressman, 2010) en su libro de Ingeniería del Software afirma

el método de punto de función (PF) es efectivo para medir la funcionalidad que implementa un sistema. Al usar datos históricos, la métrica PF puede entonces usarse para:

- Estimar el costo o esfuerzo requerido para especificar, diseñar, codificar y probar el software.
- Predecir el número de errores que se encontrarán durante las pruebas.
- Prever el número de componentes o de líneas fuente proyectadas en el sistema implementado.

Los puntos de función se derivan usando una relación empírica basada en medidas contables (directas) del dominio de información del software y en valoraciones cualitativas de la complejidad del software. Los valores de dominio de información se definen en la forma siguiente:

**Número de entradas externas (EE).** Cada entrada externa se origina de un usuario o se transmite desde otra aplicación, y proporciona distintos datos orientados a aplicación o información de control. Con frecuencia, las entradas se usan para actualizar archivos lógicos internos (ALI). Las entradas deben distinguirse de las consultas, que se cuentan por separado

**Número de salidas externas (SE).** Cada salida externa de datos derivados dentro de la aplicación que ofrecen información al usuario. En este contexto, salida externa se refiere a reportes, pantallas, mensajes de error, etc. Los ítems de datos individuales dentro de un reporte no se cuentan por separado.

**Número de consultas externas (CE).** Una consulta externa se define como una entrada en línea que da como resultado la generación de alguna respuesta de software inmediata en la forma de una salida en línea (con frecuencia recuperada de un ALI).

**Número de archivos lógicos internos (ALI).** Cada archivo lógico interno es un agrupamiento lógico de datos que reside dentro de la frontera de la aplicación y se mantiene mediante entradas externas.

**Número de archivos de interfaz externos (AIE).** Cada archivo de interfaz externo es un agrupamiento lógico de datos que reside fuera de la aplicación, pero que proporciona información que puede usar la aplicación.



Una vez recolectados dichos datos, la figura 5 se completa y un valor de complejidad se asocia con cada conteo. Las organizaciones que usan métodos de punto de función desarrollan criterios para determinar si una entrada particular es simple, promedio o compleja.

No obstante, la determinación de complejidad es un tanto subjetiva.

Para calcular puntos de función (PF), se usa la siguiente relación:

$$PF = \text{conteo total} * [0.65 + 0.01 * \sum (Fi)]$$

donde conteo total es la suma de todas las entradas PF obtenidas en la figura 5

Valor de dominio de información	Conteo		Factor ponderado				=	[ ]
			Simple	Promedio	Complejo			
Entradas externas (EE)	[ ]	×	3	4	6	=	[ ]	
Salidas externas (SE)	[ ]	×	4	5	7	=	[ ]	
Consultas externas (CE)	[ ]	×	3	4	6	=	[ ]	
Archivos lógicos internos (All)	[ ]	×	7	10	15	=	[ ]	
Archivos de interfaz externos (AIE)	[ ]	×	5	7	10	=	[ ]	
Conteo total	→						[ ]	

Figura 5. Ejemplos de cálculo de puntos de función  
Fuente (Pressman, 2010)

Los Fi (i = 1 a 14) son factores de ajuste de valor (FAV) con base en respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿El sistema requiere respaldo y recuperación confiables?
2. ¿Se requieren comunicaciones de datos especializadas para transferir información hacia o desde la aplicación?
3. ¿Existen funciones de procesamiento distribuidas?
4. ¿El desempeño es crucial?

5. ¿El sistema correrá en un entorno operativo existente enormemente utilizado?
6. ¿El sistema requiere entrada de datos en línea?
7. ¿La entrada de datos en línea requiere que la transacción de entrada se construya sobre múltiples pantallas u operaciones?
8. ¿Los ALI se actualizan en línea?
9. ¿Las entradas, salidas, archivos o consultas son complejos?
10. ¿El procesamiento interno es complejo?
11. ¿El código se diseña para ser reutilizable?
12. ¿La conversión y la instalación se incluyen en el diseño?
13. ¿El sistema se diseña para instalaciones múltiples en diferentes organizaciones?
14. ¿La aplicación se diseña para facilitar el cambio y su uso por parte del usuario?

Cada una de estas preguntas se responde usando una escala que varía de 0 (no importante o aplicable) a 5 (absolutamente esencial). Los valores constantes en la ecuación y los factores ponderados que se aplican a los conteos de dominio de información se determinan de manera empírica”.

Como hemos encontrado existen diferentes metodologías de medición por puntos de función, la más popular es la mantenida por el International Function Point Users Group (IFPUG). (p. 577)

La ISO/IEC ha definido un estándar de Medida del Tamaño Funcional, con el nombre 'ISO/IEC 14143-1:1998'. 2013) y a partir de este se han declarado métodos comúnmente utilizados, tales como:

- ISO/IEC 19761:2003 COSMIC-FFP - A Functional Size Measurement Method.

- ISO/IEC 20926:2009 IFPUG Unadjusted functional size measurement method - Counting practices manual.
  - ISO/IEC 20968:2002 Mk II Function Point Analysis - Counting Practices Manual.
  - ISO/IEC 24570:2004 NESMA Guide to Using Function Point Analysis
- (IFPUG, 2010) afirma

una de las utilidades de disponer de una medida del tamaño funcional del software es la de poder comparar el costo del desarrollo de aplicaciones (y otros parámetros de gestión) entre diferentes proyectos y organizaciones (Benchmarking). Para ello el "International Software Benchmarking Standards Group ISBSG" mantiene una base de datos de métricas y provee diferentes productos de tipo estadístico.

Estos datos y herramientas son de una ayuda importante para una de las tareas más difíciles en la ingeniería del software, cual es la estimación de costos.

El costo de desarrollo de software por cada punto función varía dependiendo de la tecnología utilizada, el tamaño del proyecto, los requisitos de calidad exigidos y otros parámetros. La media general de todos los proyectos está en 11,35 horas-hombre por punto-función.

El ISBSG incluye en su base de datos mediciones realizadas con cualquiera de las cuatro metodologías ya citadas, aunque la mayoría utiliza la IFPUG-FPA.

La técnica de medición del tamaño en punto-función consiste en asignar una cantidad de "puntos" a una aplicación informática según la complejidad de los datos que maneja y de los procesos que realiza sobre ellos. Siempre tratando de considerarlo desde el punto de vista del usuario.

## **COSMIC-FFP**

(Valdes, 2019) Asegura

la norma ISO / IEC 19761: 2011 especifica el conjunto de definiciones, convenciones y actividades del Método de Medición de Tamaño Funcional COSMIC. Es aplicable al software de los siguientes dominios funcionales:

- Software de la aplicación.
- Software en tiempo real.

El método COSMIC (ISO/IEC 19761), describe los principios, reglas y procesos para medir de manera estándar el tamaño funcional de una pieza de software.

El tamaño funcional es una medida de la cantidad de funcionalidad proporcionada por el software, independientemente de cualquier consideración técnica o de calidad”. Este método puede ser utilizado (dominio de aplicación) para software que es dominado por funciones de ingreso, visualización, almacenamiento y obtención de datos, es decir, no fue diseñado para software cuyas funciones son complejas en algoritmos como pudiera ser el software científico.

El método puede ser utilizado para medir los requerimientos funcionales de usuario (FUR) de un software:

- A cualquier nivel de descomposición, toda la pieza o componentes.
- En alguna capa o en multicapas.
- En cualquier parte del ciclo de vida del software.

Un “proceso funcional” es un componente elemental de un conjunto de requerimientos de usuario, que consolidan un conjunto único, cohesivo e independientemente ejecutable de movimientos de datos. Es iniciado por un movimiento de datos y es completado cuando

se han realizado todos los movimientos de datos necesarios para completar la acción en respuesta al evento disparador.

El tamaño de una pieza de software es definido por el número de “movimientos de datos” que se presentan en un “proceso funcional”. Como se puede observar en la figura 6.

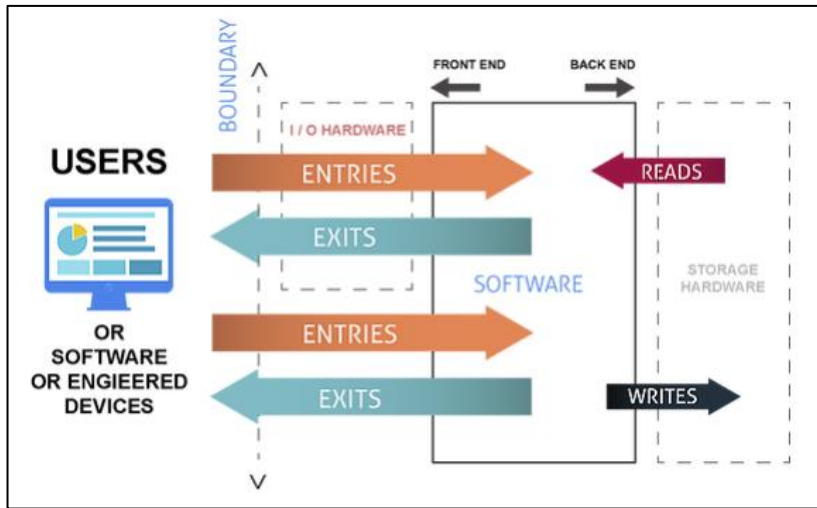


Figura 6 Movimiento de datos – COSMIC  
Fuente (Valdes, 2019)

**Entrada** – E (Entry). Es un movimiento de datos que mueve un grupo de datos desde el usuario funcional a través de la frontera hacia el proceso funcional que lo requiere.

**Salida** – X (Exit). Es un movimiento de datos que mueve un grupo de datos desde el proceso funcional a través de la frontera hacia el usuario funcional que lo requiere.

**Lectura** – R (Read). Es un movimiento de datos que mueve un grupo de datos del almacenamiento persistente hacia el proceso funcional que lo requiere.

**Escritura** – W (Write). Es un movimiento de datos que mueve un grupo de datos que está en el proceso funcional hacia el almacenamiento persistente.

El tamaño de la pieza de software, se obtienen sumando los movimientos de datos (componente básico de funcionalidad) de todos los procesos funcionales. Actualmente el método COSMIC es el único estándar de la segunda generación, y entre sus principales ventajas está que:

- Es una representación del software y no un estudio estadístico,
- El amplio dominio de aplicación,
- Es más sencillo de aplicar al utilizar conceptos simples, consistentes y vigentes en el tipo de software que se desarrolla actualmente.

En los estándares de la primera generación se han identificado varios problemas desde sus bases matemáticas hasta su conceptualización como lo han mencionado algunos autores como (Kitchenham, 2019) y (Abran, 2019).

El método COSMIC desde su origen resuelve estos problemas, y se puede aplicar más a los tipos de desarrollo de aplicaciones actuales como ERP, DWH, etc.

Suena natural que la manera de desarrollar software desde la década de los 70's (cuando surge la primera generación de métodos de medición de tamaño funcional) ha cambiado en mucho y se requiere un método de medición más adecuado que represente y se adecue a la realidad actual, el método COSMIC es un estándar de medición de tamaño funcional que ha tomado las experiencias de los anteriores métodos existentes con lo que ha resuelto muchos de los problemas que anteriormente se presentaban.”

#### **4.2.1. APF de IFPUG**

(IFPUG, 2010) señala

que las reglas de la APF se publican en el Manual de Prácticas de Cuentas, denominado CPM (Counting Practice Manual) que actualmente se encuentra en la versión 4.3.1.

El IFPUG promueve anualmente una conferencia sobre métricas de software, donde expertos de todo el mundo, presentan casos, tendencias e innovaciones del uso de las métricas, a través de la filiación al IFPUG, se adquiere el derecho de acceder al Manual de Prácticas de Contagem, estudios de casos y otras publicaciones relacionadas al área de medición de software.

El Análisis de Puntos Función proporcionará una medida objetiva de la funcionalidad de una aplicación software, ayudando en la evaluación, planificación, gestión y control de los procesos de desarrollo software. Inicialmente propuesto por Allan Albrecht en 1979, está basado en la teoría de que las funciones de una aplicación software son la mejor medida de su tamaño. Se trata de un método utilizado en la medición del tamaño del software, desde el punto de vista de los requisitos funcionales que debe implementar. Dichos requisitos funcionales son determinados a partir de las necesidades concretas del usuario/cliente.

Así pues, este método tratará de determinar el número total de Puntos Función de un sistema, basándose únicamente en los documentos técnicos que recogen la especificación de requisitos funcionales. Por lo tanto, una de las características principales de este método es que su aplicación es factible ya desde las primeras etapas del ciclo de vida de la aplicación software, es decir, desde el momento en que se elaboran dichos documentos técnicos.

En definitiva, el Análisis de Puntos Función tratará de determinar, tan pronto como sea posible, la funcionalidad que proporciona a los usuarios una determinada aplicación software. Pero esto no es tarea sencilla; para el conteo de Puntos Función se han de seguir una serie de pasos concretos basados en reglas y criterios específicos definidos por la IFPUG, hasta llegar al resultado final. Dicho resultado no es único, sino que de la aplicación del FPA pueden derivarse otros, entre los que se destacan:

- Cuenta del número total de Puntos Función sin ajustar.
- Cuenta de Puntos Función para cada componente del sistema (Entradas Externas, Salidas Externas, Consultas Externas, Ficheros Lógicos Internos y Ficheros Externos de Interfaz).
- Factor de Ajuste (VAF) o Factor de Complejidad Técnica.
- Cuenta del número total de Puntos Función ajustados.
- Informes de validación de resultados.

Los datos de partida necesarios para comenzar el proceso de FPA suelen estar localizados en documentos técnicos que recogen, entre otros, la siguiente información:

- Objetivos que se pretenden cubrir, necesidades y requerimientos del usuario.
- Toda la información disponible acerca del sistema actual (si existe).
- Cualquier objetivo específico que se pretenda para el nuevo sistema y restricciones concretas que puedan existir.
- El interfaz gráfico de usuario que se desea.
- Los interfaces existentes con otros sistemas.

Los modelos de datos físicos o lógicos preliminares.

(Rodríguez, 1999) dice



El proceso de AFP consta de varios pasos. En total son ocho:

1. Planificación del conteo de Puntos Función.
2. Recogida de información.
3. Cálculo del Factor de Ajuste (VAF).
4. Inventariado de transacciones lógicas y ficheros lógicos.
5. Clasificación de componentes.
6. Revisión de las 14 características generales del sistema (GSC's).
7. Tabulación de resultados.
8. Validación de resultados.

### **Planificación y Gestión de Sistemas de Información, Medida del Tamaño Funcional**

(Rodríguez, 1999) afirma

Pero en el proceso de AFP, antes de comenzar con el primer paso, es necesario realizar una tarea de vital importancia. Se trata de determinar el contexto de la aplicación que se va a medir, es decir, determinar dónde está el sistema, cuáles son sus fronteras con otros posibles sistemas, y en qué contexto se encuentran todos ellos. En este paso preliminar, tanto el experto en el conteo de Puntos Función como el experto en determinar la funcionalidad del sistema deberán trabajar juntos para obtener, como resultado, el diagrama de contexto general sobre el que basarse para comenzar el conteo.

### **Cálculo del Factor de Ajuste (VAF)**

(Rodríguez, 1999) informa

el Factor de Ajuste VAF (Value Adjustment Factor), también llamado Factor de Complejidad Técnica, debería calcularse ya en las primeras ocasiones en las que se

realiza el conteo de Puntos Función para, más adelante, ir recalculándolo y actualizándolo (si es necesario), según vayamos obteniendo más información sobre el sistema.

El VAF está basado en 14 características generales del sistema (General System Characteristics ó GSC's) que evalúan la funcionalidad general de la aplicación que se está midiendo. Cada GSC tiene asociada una serie de cuestiones o preguntas acerca de la misma, cuya respuesta ayuda a determinar su grado de importancia dentro del sistema en función de una escala que va de cero (sin influencia) a cinco (esencial), según se muestra en la tabla 1.

<b>Valor:</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Significado:</b>	Sin influencia	Incidental	Moderado	Medio	Significativo	Esencial

Tabla 1. Grados de relevancia de las GSC's en el sistema.

Fuente: (Rodríguez, 1999)

Al evaluar cada GSC puede entreverse una cierta subjetividad. Por ejemplo: ¿cuándo una GSC es esencial para el sistema?, ¿Cuándo puede decirse que su importancia es sólo incidental? A este respecto, la IFPUG aporta una serie de criterios de evaluación detallados, al objeto de eliminar la máxima subjetividad posible

En la tabla 2 se muestran las 14 características generales comentadas anteriormente, junto con las preguntas típicas que han de formularse acerca de ellas.

Una vez que se ha determinado la influencia de cada GSC en el sistema (valor entre 0 y 5), se utiliza la siguiente fórmula para obtener el valor del VAF:

$$VAF = 0.65 + 0.01 \sum_{i=1}^{14} F_i$$

Siendo  $F_i$  el valor adjudicado a cada GSC.

Como vemos, el VAF puede variar entre 0.65 (si cada  $F_i$  vale 0, es decir, si las GSC's no tienen ninguna influencia en el sistema) y entre 1.35 (si cada  $F_i$  vale 5, es decir si todas las GSC's son esenciales para el sistema).

La tabla 2 muestra los factores de ajuste a considerar:

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Comunicación de datos	Cuántas facilidades de comunicación hay disponibles para ayudar en el intercambio de información con la aplicación o el sistema
Procesamiento distribuido de datos	Cómo se manejan los datos y las funciones de procesamiento distribuido
Rendimiento	Existen requerimientos de velocidad o tiempo de respuesta
Configuraciones fuertemente utilizadas	Cómo de intensivas se utilizan las plataformas hardware donde se ejecuta el sistema
Frecuencia de transacciones	¿Con qué frecuencia se ejecutan las transacciones? Diariamente, semanalmente, etc.
Entrada de datos en línea	Qué porcentaje de la información se ingresa on-line'
Eficiencia del usuario final	Aplicación diseñada para maximizar la eficiencia del usuario final
Actualizaciones Online	Cuántos Archivos Lógicos Internos se actualizan por una transacción on-line
Procesamiento complejo	Hay procesamientos lógicos o matemáticos intensivos en la aplicación'
Reusabilidad	La aplicación se desarrolla para suplir una o muchas de las necesidades de los usuarios

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Facilidad de instalación	Qué tan difícil es la instalación y la conversión al nuevo sistema
Facilidad de operación	Cómo de efectivos o automatizados deben ser los procedimientos de arranque, parada, backup y restore
Instalación en distintos lugares	La aplicación fue concebida para su instalación en múltiples sitios y organizaciones
Facilidad de cambio	La aplicación fue concebida para facilitar los cambios sobre la misma

Tabla 2. Factores de ajuste.  
Fuente (Rodríguez, 1999)

### Estimación del esfuerzo de desarrollo

La estimación del esfuerzo de desarrollo de un proyecto software ha de basarse en los datos del proyecto que se conozcan en el momento de la medición. Hay muchos factores que influyen en la productividad del proceso de desarrollo: requisitos funcionales de la aplicación, planificación de tareas, calidad y coste del producto a desarrollar, entorno de trabajo, nivel de preparación del equipo de desarrollo, tecnologías, métodos, etc.

Básicamente, hay dos técnicas generales de estimación del esfuerzo que son, quizás, las más utilizadas hoy en día:

- **Micro-Estimación:** Consiste en estimar por separado el esfuerzo de desarrollo asociado a cada componente o actividad que deba implementar el software. El resultado final de la estimación viene dado por la suma de todos los esfuerzos obtenidos. Se trata de una aproximación al resultado “*de abajo arriba*” (bottom-up).

• **Macro-Estimación:** Consiste en extrapolar al nuevo proyecto los resultados obtenidos de estimaciones realizadas sobre otros ya desarrollados, siempre y cuando éstos tengan características similares. Es decir, se hace uso de la experiencia observada en proyectos anteriores. Se trata de una aproximación al resultado “*de arriba abajo*” (top-down).

Para evitar que la extrapolación de resultados se realice simplemente por analogía entre proyectos, muy a menudo se utilizan uno o varios algoritmos que realizan una estimación del esfuerzo en función de un número de variables consideradas *clave*.

Cada una de estas técnicas tiene sus puntos fuertes y sus puntos débiles, según se muestra en la tabla 3.

Técnica	Pros	Contras
Micro-Estimación	Detallado.	Subjetivo, tiende a ser optimista. Puede pasar por alto componentes o actividades del software.
Macro-Estimación	Basado en la experiencia. Permite la utilización de algoritmos. Objetivo, verificable, eficiente.	Basado en la experiencia anterior. Para obtener mejores resultados, precisa ser reajustado según el entorno, la organización, etc....

Tabla 3. Pros y contras de las técnicas de estimación de esfuerzo.

Fuente (Rodríguez, 1999)

En general, el uso de la técnica de Macro-Estimación no es muy útil cuando se trata de proyectos muy pequeños. Según afirma Capers Jones en su artículo “Applied Software Measurement”: “*Los proyectos muy pequeños varían tanto (en lo que a productividad se refiere) que no suelen ser siempre útiles para propósitos de investigación tecnológica*”.

En algunas ocasiones la técnica de Macro-Estimación puede funcionar de forma parecida a la Micro-Estimación, es decir, obteniendo el resultado final como suma de estimaciones parciales aplicadas sobre distintos bloques funcionales del software. Estos casos son habituales cuando:

1. El proyecto objeto de la estimación mezcla diferentes niveles tecnológicos. Por ejemplo: el generador de informes de una aplicación puede estar implementado en un lenguaje de cuarta generación y el resto del programa en otro lenguaje de nivel inferior.
2. El proyecto presenta bloques funcionales con cierta complejidad técnica, algorítmica, etc. El ratio de productividad esperado será menor que el de otros bloques funcionales no tan complejos.
3. El proyecto presenta bloques funcionales reutilizados. Es posible que ciertos bloques de la aplicación hayan sido tomados de proyectos ya concluidos, o incluso hayan sido comprados a terceros, como sucede con los módulos de seguridad, herramientas de copia, búsqueda y recuperación de datos, etc. En estos casos el ratio de productividad obtenido dependerá de la cantidad de modificaciones que haya que hacer sobre dichos módulos para integrarlos en el proyecto y generalmente este ratio suele ser mayor que si opta por desarrollar el componente.

**Utilización de los Puntos Función en la estimación del esfuerzo:**

La tabla 4 que se muestra a continuación pone de manifiesto cómo el Análisis de Puntos Función (AFP) puede utilizarse en la estimación del esfuerzo de desarrollo.

Técnica	Uso de los Puntos de Función
Micro-Estimación	El alcance del proyecto, definido en el primer paso del Análisis de Puntos de Función, ayuda a determinar cuáles son las tareas a realizar.
Macro-Estimación	El tamaño funcional permite calcular la productividad 'esperada', según lo observado en proyectos anteriores. El tamaño funcional es un dato de entrada clave para la mayoría de los algoritmos de estimación

Tabla 4. Técnicas de estimación de esfuerzo.

Fuente (Rodríguez, 1999)

**Estimación Indicativa o ‘Ball-park’:**

La llamada “Estimación Indicativa” o “Ball-park” es la técnica de Macro-Estimación que se utiliza habitualmente en situaciones de falta de información sobre el proyecto. Capers Jones (Jones, 2008) propone la siguiente ecuación para determinar el esfuerzo de desarrollo de un proyecto:

$$Esfuerzo = \left( \frac{\text{Tamaño en PF}}{150} \right) * \text{Tamaño en PF}^{0.4}$$

Por ejemplo, para un proyecto con 1000 Puntos Función tenemos:

$$Esfuerzo = \left( \frac{1000}{150} \right) * 1000^{0.4} = 105.5 \text{ meses de trabajo}$$

Estos 105.5 meses de trabajo suponen unas 14770 horas de desarrollo, suponiendo una jornada laboral de 35 horas semanales. Es decir, una única persona trabajando en el desarrollo del proyecto debería invertir 14.770 horas hasta su finalización, por lo que, si suponemos un equipo de desarrollo de 10 personas, cada una de ellas debería invertir 1.477 horas de trabajo. De esta forma, en 10.5 meses habría concluido el proyecto.

Otras ecuaciones que conviene considerar son las propuestas por la ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group), son las siguientes:

Para todos los proyectos:  $Esfuerzo = 11.79 * (\text{Tamaño en PF})^{0.898}$

Para proyectos en 3GL:  $Esfuerzo = 5.76 * (\text{Tamaño en PF})^{1.062}$

Para proyectos en 4GL:  $Esfuerzo = 9.32 * (\text{Tamaño en PF})^{0.912}$

Por ejemplo, para un proyecto con 1000 Puntos Función...

Para todos los proyectos:  $Esfuerzo = 11.79 * 1000^{0.898} = 5828 \text{ horas de trabajo} = 5.8 \text{ horas/PF}$

Para proyectos en 3GL:  $Esfuerzo = 5.76 * 1000^{1.062} = 8839 \text{ horas de trabajo} = 8.8 \text{ horas/PF}$

Para proyectos en 4GL:  $Esfuerzo = 9.32 * 1000^{0.912} = 5075 \text{ horas de trabajo} = 5.1 \text{ horas/PF}$

### **Estimación Consolidada**

Para una estimación del esfuerzo de desarrollo más precisa y fiable, se suele utilizar la técnica de Micro-Estimación aplicada sobre las tareas o componentes funcionales de la aplicación. Además, se suele utilizar la Macro-Estimación para validar los resultados obtenidos en la Micro-Estimación, de tal forma que si de una técnica a otra los resultados varían más de un 10-15%, entonces será conveniente volver a repetir el proceso de estimación.

El tamaño funcional es sólo uno de los muchos factores que influyen en el esfuerzo de desarrollo de una aplicación, pero, sin embargo, es considerado como *factor clave*: según aumenta el tamaño funcional, así lo hace el esfuerzo de desarrollo requerido. Pero esta correlación no es lineal, sino que el esfuerzo asociado crece más rápidamente que el tamaño funcional. De ahí se deduce que a medida que crece el tamaño del proyecto, decrece la productividad en el proceso de desarrollo.

La relación comentada entre esfuerzo y tamaño funcional queda reflejada en la siguiente ecuación:

$$Esfuerzo = \text{Tamaño en PF} * \text{Ratio de Productividad}$$



Donde *Ratio de productividad* viene expresado en *Horas/PF* o *PF/Mes*, y se obtiene habitualmente de la experiencia anterior con proyectos de similares características.”

### **Estimación de la duración del proyecto**

Conociendo el tamaño funcional de una aplicación software en las primeras etapas del ciclo de vida, puede estimarse la duración total del proceso de desarrollo. Para ello,

Capers Jones (Jones, 2008) propone la siguiente ecuación:

$$Duración = (tamaño en PF)^{0.4}$$

Obteniéndose la duración del proyecto en meses.

Por ejemplo, para un proyecto de 1000 Puntos Función, tenemos:  $Duración = 1000^{0.4} = 15.85$  meses.

Por su parte, la ISBSG propone ecuaciones específicas según el lenguaje de desarrollo utilizado:

$$\text{Para todos los proyectos: } Duración = 0.80 * (tamaño en PF)^{0.404}$$

$$\text{Para proyectos en 3GL: } Duración = 0.33 * (tamaño en PF)^{0.559}$$

$$\text{Para proyectos en 4GL: } Duración = 1.11 * (tamaño en PF)^{0.342}$$

Por ejemplo, para un proyecto con 1000 Puntos Función...

$$\text{Para todos los proyectos: } Duración = 0.80 * 1000^{0.404} = 13.03 \text{ meses}$$

$$\text{Para proyectos en 3GL: } Duración = 0.33 * 1000^{0.559} = 15.68 \text{ meses}$$

$$\text{Para proyectos en 4GL: } Duración = 1.11 * 1000^{0.342} = 11.78 \text{ meses}$$

Por último, Oliny, Bourque y Abran (1997), en estudios llevados a cabo recientemente, proponen la siguiente ecuación que relaciona la duración del proyecto con el esfuerzo de desarrollo:

$$Duración = 0.662 * (Esfuerzo)^{0.328}$$

#### **4.2.2. Mk II Function Point Analysis**

Según (Bundschuh & Dekkers, 2008)

el Mk II FPA es un método que ayuda a medir la eficiencia del proceso y administrar los costos para el desarrollo, la mejora o el mantenimiento del software de la aplicación.

Mide un tamaño de producto de software independiente de las características técnicas del software, en términos relevantes para los usuarios. Puede ser:

- Aplicado al inicio en el proceso de desarrollo de software.
- Aplicado uniformemente durante toda la vida del software.

Los puntos de función MkII se pueden usar para medir el tamaño funcional de cualquier aplicación de software que se pueda describir en términos de transacciones lógicas, cada una de las cuales incluye un componente de entrada, proceso y salida. Las reglas de tamaño se diseñaron para aplicarse al software de aplicación del dominio de los sistemas de información empresarial, donde el componente de procesamiento de cada transacción tiende a estar dominado por consideraciones de almacenamiento o recuperación de datos. El método puede ser aplicable a software de otros dominios, pero el usuario debe tener en cuenta que las reglas de tamaño no tienen en cuenta las contribuciones al tamaño, como los algoritmos complejos que se encuentran típicamente en el software científico y de ingeniería, ni las reglas específicamente tienen en cuenta Requisitos en tiempo real.

Aplicar MkII FPA a estos otros dominios puede ser posible o puede requerir extensiones o nuevas interpretaciones de las reglas indicadas.

MkII FPA se puede utilizar para dimensionar:

- una especificación de requisitos o una especificación funcional de una nueva aplicación o de un cambio en una aplicación existente.

- los requisitos cumplidos por una aplicación operativa existente, ya sea una aplicación a la medida o una implementación de una solución de software empresarial empaquetada, y si se trata de una implementación en línea o por lotes.

De manera directa, o junto con el esfuerzo, el recuento de defectos y otras medidas, el MkII FPA se puede usar para una variedad de propósitos, incluyendo:

- medir el desempeño del proyecto u organización (productividad, tasa de entrega y calidad).
- comparar el rendimiento de TI interno y externo
- comparar la calidad de la aplicación y la fiabilidad.
- comparar los costos normalizados de desarrollo, mantenimiento y soporte de aplicaciones en diferentes plataformas.
- estimar los requerimientos de recursos, la duración y el costo de los proyectos
- contribuir a los elementos de costo y riesgo del caso de negocios para un nuevo proyecto.
- ayudar a identificar todos los requisitos antes de que se haya desarrollado una aplicación.
- controlar la "elegancia progresiva" o el cambio de alcance durante los proyectos.
- asignar trabajo a los miembros del equipo
- determinar el tamaño de la base de activos de la aplicación.
- producir documentación funcional útil y de alto nivel de sistemas "heredados" antiguos que carecen de documentación funcional actualizada.
- Determinar el valor de reposición de las aplicaciones.

#### 4.2.3. FISMA: Finnish Software Measurement Association.

Otro de los métodos utilizado es el FISMA, cuya versión actual es 1.1 y para su documentación (Avellaneda, 2017) dice

basado en requisitos funcionales es aplicable a la medición de todo tipo de software en cualquier dominio funcional. Puede ser usado para determinar el tamaño funcional tanto de aplicaciones como de proyectos de software. Identifica 28 tipos distintos de componentes funcionales (BFC – Base Funcional Componentes) además de siete (7) clases BFC. Cada clase tiene una regla específica de conteo para determinar el tamaño funcional de cualquier componente dentro de la clase. Los parámetros utilizados en las reglas de conteo son:

- Número de elementos de datos.
- Número de lecturas de referencia
- Número de escrituras de referencia y
- Número de operaciones.

Todas las reglas de conteo siguen la misma fórmula:

$$Tamaño = A + \frac{NúmeroDeElementosDeDatos}{D} + \frac{NúmeroDeOperaciones}{C}$$

Donde A, D y C son constantes específicas de clase. Por ejemplo, la fórmula para la clase “navegación y servicios de consulta” es:

$$Tamaño = 0,2 + \frac{N}{7} + \frac{R}{2}$$

Por ejemplo, el tamaño de una consulta con 21 elementos de datos (N) en la pantalla que es leída de 4 entidades (R), debería ser:

$$Tamaño = 0,2 + \frac{21}{7} + \frac{4}{2} = 5,2$$

El cual se mide en FFP.

Los principales pasos del proceso son los siguientes:

- a. Recopilar documentación y artefactos de desarrollo de software para describir los requisitos funcionales del software desarrollado o a ser desarrollado.
- b. Determinar el alcance de la medición del tamaño funcional.
- c. Determinar cuáles son los requisitos funcionales a ser medidos
- d. Identificar los componentes funcionales base dentro de los requisitos funcionales en dos grupos principales:

Medición de servicios de interface de usuario final y medición de servicios indirectos.

- e. Asignar los valores numéricos apropiados a cada componente funcional base.
- f. Calcular el tamaño funcional. g. Documentar los detalles del conteo.

#### **4.3.Puntos de Casos de Uso**

Para el método de Puntos Casos de Uso (Use Case Points) (Gómez J. , 2013) dice que fue desarrollado en 1993 por *Gustav Kamer*, bajo la supervisión de *Ivar Jacobson*(creador de los casos de uso y gran promovedor del desarrollo de UML y el Proceso Unificado).

Este método ha sido ampliamente utilizado por la empresa Rational. Su principal ventaja es su rápida adaptación a empresas que ya estén utilizando la técnica de Casos de Uso.

Para el cálculo se procede de forma similar a Puntos de Función: se calcula una cuenta no ajustada Puntos Casos de Uso (UAUCP), asignando una complejidad a los actores y a los casos de uso.

Esta complejidad será ponderada con un Factor de Ajuste técnico y por un Factor de Ajuste relativo al entorno de implantación, obteniendo tras ello una cuenta de Puntos Casos de Uso Ajustados.

Veamos a continuación en detalle los pasos del método:

1. Clasificar cada interacción entre actor y caso de uso según su complejidad y asignar un peso en función de ésta. Para poder clasificar la complejidad de los actores debemos analizar la interacción de éste con el sistema que se va a desarrollar.

La complejidad de los actores puede corresponderse con una de las tres categorías posibles:

- Simple. Representa a otro sistema con una API definida. Se le asigna un peso de valor 1.
- Medio. Representa a otro sistema que interactúa a través de un protocolo de comunicaciones. Por ejemplo, TCP/IP o a través de un interfaz por línea de comandos. Se le asigna un peso de valor 2.
- Complejo. La interacción se realiza a través de una interfaz gráfica. Se le asigna un peso de valor 3.

2. Calcular la complejidad de cada caso de uso según el número de transacciones o pasos del mismo. Para calcular la complejidad de un caso de uso debemos determinar el número de transacciones, incluyendo los caminos alternativos.

Se entiende por transacción a un conjunto de actividades atómicas, donde se ejecutan todas ellas o ninguna.

En función del número de transacciones que posee un caso de uso se clasifica el caso de uso como simple, medio o complejo, siendo la asignación de pesos la que se muestra en la tabla 5.

No. de Transacciones del Caso de Uso	Tipo	Peso
menor o igual que 3	Simple	5
mayor o igual que 4 y menor que 7	Medio	10
mayor o igual que 7	Complejo	15

Tabla 5. Pesos en función de la complejidad de los casos de uso  
Fuente: (Gómez J. , 2013)

3. Calcular los Puntos Casos de Uso No Ajustados (UUCP) del sistema. Se obtienen sumando los Puntos Casos de Uso de todos y cada uno de los actores y casos de uso que se han identificado y catalogado en función de su complejidad.
4. Cálculo de los Factores Técnicos (TCF). A cada uno de los factores técnicos de la tabla 6 se le asigna un valor de influencia en el proyecto entre 0 (no tiene influencia) a 5 (esencial), 3 se considera de influencia media.

Obtenidos los grados de influencia se multiplican por el peso de cada factor y con la siguiente fórmula se calcula el Factor Técnico que aplica:

$$TCF = 0,6 + (0,01 \cdot \sum_{i=1}^{i=13} R_i)$$

Factor	Descripción	Peso	Influencia
R1	Sistema Distribuido	2	n
R2	Objetivos de rendimiento	1	n

R3	Eficiencia respecto del usuario final	1	pq
R4	Procesamiento complejo	1	r
R5	Código reutilizable	1	s
R6	Instalación sencilla	0,5	t
R7	Fácil utilización	1,5	u
R8	Portabilidad	2	v
R9	Fácil de cambiar	1	v
R10	Uso Concurrente	1	w
R11	Características de seguridad	1	x
R12	Accesible para terceros	1	Y
R13	Se requiere formación especial	1	Z

Tabla 6. Factores Técnicos para el cálculo del TCF

Fuente: (Gómez J. , 2013)

5. Cálculo de los Factores de Entorno. A cada uno de los factores de entorno de la tabla 7 se le asigna un valor de influencia en el proyecto entre 0 (no tiene influencia) a 5 (esencial), 3 se considera de influencia media.

Obtenidos los grados de influencia se multiplican por el peso de cada factor y con la siguiente fórmula se calcula el Factor de Entorno que aplica:

$$EF = 1,4 - (0,03 \cdot \sum_{i=1}^{i=8} R_i)$$

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Peso</b>	<b>Influencia</b>
R1	Familiar con RUP	1,5	n1
R2	Experiencia en la aplicación	0,5	n2
R3	Experiencia con orientación a objetos	1,0	n3
R4	Capacidades de análisis	0,5	n4
R5	Motivación	1,0	n5
R6	Requisitos estables	2,0	n6
R7	Trabajadores a tiempo parcial	-1,0	n7
R8	Lenguaje complejo	-1,0	n8

Tabla 7. Factores de Entorno para el cálculo del EF

Fuente: (Gómez J. , 2013)

6. Obtención de los Puntos Casos de Uso Ajustados. Una vez calculados los dos factores calculamos el valor ajustado de Puntos Casos de Uso con la siguiente fórmula:



$$UCP = UAUCP \cdot TCF \cdot EF$$

Una vez obtenido el número de Puntos Casos de Uso, si se quiere obtener el esfuerzo necesario para llevarlos a cabo en el método se provee de un factor de productividad.

El autor propone un valor de 20 horas/persona aunque existen distintas propuestas sobre este valor.

Este esfuerzo calculado no abarcaría a todas las fases del proyecto sino únicamente a la codificación de los Casos de Uso no estando contemplada otras fases del desarrollo.

Por tanto, para calcular el esfuerzo total del proyecto habría que estimar el esfuerzo en realizar el resto de las actividades del proyecto y sumarlas a las obtenidas por el método de Puntos Casos de Uso.

#### **4.4. Juicio de expertos**

Con el juicio de expertos se realiza la estimación de los proyectos de software basándose en la experiencia y el conocimiento que tengan uno o varios individuos en el tema que vaya a evaluar, es decir, las personas son reconocidas como expertas. Además, no aplican ningún proceso formal, sino que se basan en la intuición y el razonamiento para llegar a las estimaciones solicitadas.

Para realizar la estimación los expertos, adicionalmente a su experticia en el tema, pueden tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Similitud con proyectos anteriores.
- Experiencia del recurso que trabajará en el proyecto y su participación en proyectos similares.

- Reutilización de capacidades obtenidas en proyectos anteriores.
- Tiempos y costos generados por proyectos similares.

Según (Cabero & Llorente, 2013) la estrategia de juicio de expertos presenta ventajas como: “facilidad de puesta en acción, poca exigencia en los requisitos técnicos y humanos para su ejecución, aplicación de muchas técnicas para recoger la información, entre otros”. Sin embargo, como desventajas encontramos: exceso de confianza en el experto, lo que lo puede llevar a no tener en cuenta todas las variables del proyecto para su correcta estimación y que el experto no le sea familiar el área de trabajo del proyecto.

Uno de los aspectos importantes del juicio de expertos y para ello se pueden tener los siguientes criterios para seleccionarlos, formularios por (Cabero & Llorente, 2013):

- “Ser profesional de la TIC evaluada.
- Haber diseñado o producido similar a la que se pretenda analizar.
- Haber escrito artículos sobre los contenidos tratados en la TIC a evaluar.”

Uno de los aspectos más importantes es la cantidad de expertos a seleccionar. Según (Escobar-Perez & Cuervo-Martinez, 2008), “el número de jueces que se debe emplear en un juicio depende del nivel de experticia y de la diversidad del conocimiento; sin embargo, la decisión sobre qué cantidad de expertos es la adecuada varía entre autores. Así, mientras Gable y Wolf (1993), Grant y Davis (1997), y Lynn (1986) (citados en McGartland et al. 2003) sugieren un rango de dos hasta 20 expertos, Hyrkäs et al. (2003) manifiestan que diez brindarían una estimación confiable de la validez de contenido de un instrumento. Si un 80 % de los expertos han estado de acuerdo con la validez de un ítem éste puede ser incorporado al instrumento (Voutilainen & Liukkonen, 1995, citados en Hyrkäs et al. (2003).”

El método de juicio de expertos según (Jorgensen, 2004) es la estrategia dominante en la industria de desarrollo de software para la estimación de esfuerzo. “Entrevistas publicadas concluyen que el 62% de las organizaciones que producen software estiman sus desarrollos basados en la intuición y experiencia y solo el 16% utilizan modelos formales de estimación”.

#### **4.5. Estimación por Descomposición**

La estimación de proyectos por descomposición consiste en dividir el proyecto en componentes y a su vez los componentes dividirlos en subcomponentes, se sigue iterando hasta llegar a una unidad mínima en la que se pueda identificar sus entregables y estos sean fáciles de cuantificar en términos de esfuerzo y costos. Para el cálculo de la estimación total de proyecto se procede a realizar una sumatoria partiendo de dichas unidades mínimas haciendo una estimación de abajo hacia arriba.

Explica (Rad & Cioffi, 2004, p.31) citado en (Blauvelt & Blauvelt, 2015) “Una buena EDT simplifica el proyecto al dividir el esfuerzo en piezas administrables. Motiva la planeación sistemática y reduce la posibilidad de omitir elementos claves del proyecto. Una buena EDT provee un marco común para todos los entregables del proyecto y para tareas específicas dentro del proyecto. Por lo tanto, facilita la comunicación entre quienes están implementando el proyecto, lo que finalmente mejora la integración de los planes de tiempo, recurso y calidad del proyecto; una buena EDT al final produce mejores cronogramas y mejores estimaciones de costos.”

(Lars, 2010) detalla las siguientes técnicas de descomposición:

- “Del proyecto (o por fases)
- Del producto (o por módulos)

- Del proyecto y del producto (por fases y por módulos) es una combinación de las dos anteriores.”

Las principales diferencias entre la descomposición del proyecto y la descomposición del producto las explica (OBS Business School , 2018) en la tabla 8.

<b>Descomposición de producto</b>	<b>Descomposición de proyecto</b>
Se basa en entregables	Se centra en el trabajo necesario para obtener los entregables
Marca la dirección en la que trabajar y orientar la toma de decisiones	Explica el modo de llegar al destino, las acciones a tomar para alcanzar los objetivos marcados (entregables)
No representa procesos. Se crea al principio del proyecto y ayuda a visualizar su alcance.	Se baja procesos, actividades, tareas, fases e hitos. Se elabora al momento de comenzar a trabajar con las especificaciones.
Es anterior a la estructura de desglose de trabajo.	Se nutre de la estructura de descomposición del producto

Tabla 8. Comparativa descomposición de producto vs de proyecto  
Fuente: (OBS Business School , 2018)

#### **4.6. Estimación basada en porcentajes**

El proceso de estimación de basado en porcentajes, también conocido como distribución de esfuerzo define que a cada una de las fases del ciclo de vida desarrollo de software, es decir, requerimientos, análisis y diseño, codificación y pruebas se les asigna un porcentaje de la duración total del proyecto.

(Pressman, 2010) define esta estimación como regla 40-20-40, la cual debe tomarse como guía, como punto de partida. La regla distribuye el esfuerzo como se describe tabla 9.

<b>Fase del ciclo de desarrollo</b>	<b>Esfuerzo (%)</b>
Análisis y diseño	40
Codificación	20
Implementación	40

Tabla 9. Regla 40-20-40  
Fuente: (Pressman, 2010)

Informa (Nasa, 1990) que el Laboratorio de Ingeniería de Software de la Nasa (SEL) de su sigla en inglés “Software Engineering Laboratory” también a partir del monitoreo de sus

proyectos de software encontró que el esfuerzo dedicado a las fases del ciclo de desarrollo de software es el referenciado en la tabla 10.

Fase del ciclo de desarrollo	Esfuerzo (%)
Análisis de requerimientos	12
Diseño preliminar	8
Diseño detallado	15
Implementación	30
Pruebas del sistema	20
Pruebas de aceptación	15

Tabla 10. Esfuerzo en fases de desarrollo según SEL  
Fuente: (Nasa, 1990)

Otro ejemplo de distribución de esfuerzo lo explica (O'Farrill, 2010) descrito en la tabla 11.

Fase del ciclo de desarrollo	Esfuerzo (%)
Análisis	10
Diseño	20
Programación	40
Pruebas	15
Sobrecarga	15

Tabla 11. Esfuerzo en fases de desarrollo  
Fuente: (O'Farrill, 2010)

Del seguimiento a los proyectos de software implementados por medio de la fábrica de desarrollo de la DIAN se tiene la distribución de esfuerzo que se detalla en la tabla 12.

Fase del ciclo de desarrollo	Esfuerzo (%)
Análisis de requerimientos	30
Análisis y diseño	20
Implementación	20
Pruebas	28
Paso a producción	2

Tabla 12. Esfuerzo en fases de desarrollo en DIAN  
Fuente: (CDSI-DIAN, 2018)

Es importante resaltar que los atributos de cada proyecto dictan al final la real distribución del esfuerzo para cada una de las fases del ciclo de desarrollo de software.

El proyecto aplicado se apalanca en la distribución de esfuerzo de los proyectos implementados en la DIAN, ya que los proyectos a los cuales se les va a hacer la estimación de esfuerzo a través del instrumento de valoración están guiados por los mismos procedimientos.

#### **4.7. Estimación basada en proxies**

Esta metodología fue presentada en (Humphrey, 2012), la cual explica que no es fácil estimar el tamaño de un producto de software a priori basándose en líneas de código o elementos de bases de datos. El modelo de estimación define un proxy como un componente de software, tales como, clases, tablas, campos, pantallas, etc. que el ingeniero de desarrollo ha implementado y del cual tiene el tamaño y esfuerzo invertido para la implementación y con ellos construye de base de datos histórica, la cual sirve de referencia para realizar la estimación de futuros proyectos.

Según (Carnegie Mellon University, 2006) los pasos para realizar la estimación son:

- Seleccionar el proxy
- Obtener datos del proxy
- Organizar la información para usarla en el proxy
- Usar la información para estimar el tamaño de los proxies en el nuevo proyecto
- Combinar la estimación del proxy con la estimación del producto.
- Realizar una estimación del recurso.
- Producir un plan del proyecto.

#### **4.8.COCOMO II**

Es un método de estimación de esfuerzo muy utilizado en la industria de desarrollo de software para la estimación de esfuerzo de un proyecto de software en su totalidad, según (Gómez, López, Migani, & Otazú, 2017)

los objetivos principales que se tuvieron en cuenta para construir el modelo COCOMO II fueron:

- Desarrollar un modelo de estimación de costo y cronograma de proyectos de software que se adaptara tanto a las prácticas de desarrollo de la década del 90 como a las futuras.
- Construir una base de datos de proyectos de software que permitiera la calibración continua del modelo, y así incrementar la precisión en la estimación.
- Implementar una herramienta de software que soportara el modelo.
- Proveer un marco analítico cuantitativo y un conjunto de herramientas y técnicas que evaluaran el impacto de las mejoras tecnológicas de software sobre los costos y tiempos en las diferentes etapas del ciclo de vida de desarrollo.

El método se estructura en tres dominios Composición de aplicación, Diseño temprano y Post-Arquitectura.

Adicionalmente, provee la sustentación cuantitativa utilizada por los diferentes métodos de estimación de esfuerzo basados en puntos de función y se destaca los niveles de complejidad definidos para los siguientes ítems como se describe en la tabla 13, así:

- Entradas Externas (Inputs): Entrada de datos del usuario o de control que ingresan desde el exterior del sistema para agregar o cambiar datos a un archivo lógico interno.

- Salidas Externas (Outputs): Salida de datos de usuario o de control que deja el límite del sistema de software.
- Archivo Lógicos Internos (Archivos): Incluye cada archivo lógico, es decir cada grupo lógico de datos que es generado, usado, o mantenido por el sistema de software.
- Archivos Externos de Interface (Interfaces): Archivos transferidos o compartidos entre sistemas de software.
- Solicitudes Externas (Queries): Combinación única de entrada-salida, donde una entrada causa y genera una salida inmediata, como un tipo de solicitud externa.

<b>Tipos de Puntos de Función</b>	<b>Baja</b>	<b>Media</b>	<b>Alta</b>
Archivo de interfaz externo	4	7	10
Archivo lógico interno	7	10	15
Consulta Externa	3	4	6
Entrada externa	3	4	6
Salida externa	4	5	7

Tabla 13 Puntos de complejidad para los tipos de puntos de función  
 Fuente: (Remón & Thomas, 2017)



## 5. Método Deductivo como Propuesta Metodológica

Teniendo en cuenta que este es un proyecto aplicado, se tomaron los conceptos básicos del método de investigación deductivo, el cual parte de lo general para centrarse en lo específico mediante el razonamiento lógico y las hipótesis que puedan validar conclusiones, este proceso parte de los análisis antes realizados, leyes y principios validados y comprobados para ser aplicados a casos particulares. En este método el razonamiento se basa en silogismos que permiten que dos argumentos condicionales se combinen para que la hipótesis de un argumento se valide con la conclusión del otro.

En nuestro caso, a partir de técnicas de estimación de esfuerzo reconocidas y aceptadas como mejores prácticas en la industria, se plantean las siguientes hipótesis para la fase de requerimientos:

- La técnica de puntos de función permite hacer una estimación acertada del esfuerzo requerido.
- Las funcionalidades que se implementan en la DIAN se pueden estandarizar en puntos de función.
- Las funcionalidades que se implementan en la DIAN se pueden estimar acertadamente.

Para validar la premisa anterior, en primera instancia, se identificaron los métodos de estimación de esfuerzo, encontrando los más aceptados y utilizados en el desarrollo de software, los cuales se basan en puntos de función y que brindan un nivel aceptable de confiabilidad, en segundo lugar, se realizó una catalogación de las funcionalidades que se implementan en la DIAN y se clasificaron según los tipos de puntos de función, lo cual resultó ser viable y práctico y finalmente, aplicando el silogismo, se comprobó que, si las funcionalidades de la DIAN se

pueden clasificar de acuerdo a los puntos de función, entonces es viable y razonable que la estimación realizada de esta manera sea acertada.

Para la fase de análisis y diseño se plantean las siguientes hipótesis:

- El diseño de las funcionalidades que se implementan en la DIAN se soporta en la arquitectura MUISCA.
- La arquitectura MUISCA involucra componentes que se pueden medir en horas/hombre de manera acertada.
- El diseño de las funcionalidades que se implementan en la DIAN se puede medir de manera acertada.

Similar al caso anterior, para la fase de análisis y diseño, se aplicó el silogismo anterior, donde la primera premisa indica que las funcionalidades de la DIAN se basan en la arquitectura MUISCA, lo cual es cierto, de igual manera es cierto que el diseño de la arquitectura MUISCA está basado en componentes, los cuales, bajo el juicio de expertos, se les asignó un número de horas/hombre requerido para su diseño, lo que permite estimar de manera acertada y finalmente, si el diseño de las funcionalidades de la DIAN se soportan en componentes, estos permiten medir de manera acertada el esfuerzo necesario para su desarrollo.

Es de tener en cuenta, que las mediciones se harán cada vez más acertadas, en la medida en que se sometan a la ponderación con datos históricos, ya que las variaciones se van minimizando hasta llegar a los niveles óptimos requeridos.

## 6. Desarrollo Proyecto Aplicado

El presente trabajo se centra en la definición de actividades y cálculo de métricas para la estimación de esfuerzo en horas hombre para las fases de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información, acorde con los procedimientos establecidos en el sistema de gestión de calidad de la DIAN y que se describen en el anexo No. 1 “Análisis de Requerimientos PR-SI-0148” y el anexo No.2 “Análisis y Diseño PR-SI-0149”, respectivamente.

### 6.1.Pasos en el Proceso de Estimación

La figura 7 muestra los pasos a seguir en el proceso de estimación de esfuerzo utilizando el artefacto de medición que se obtuvo con el desarrollo del proyecto aplicado.

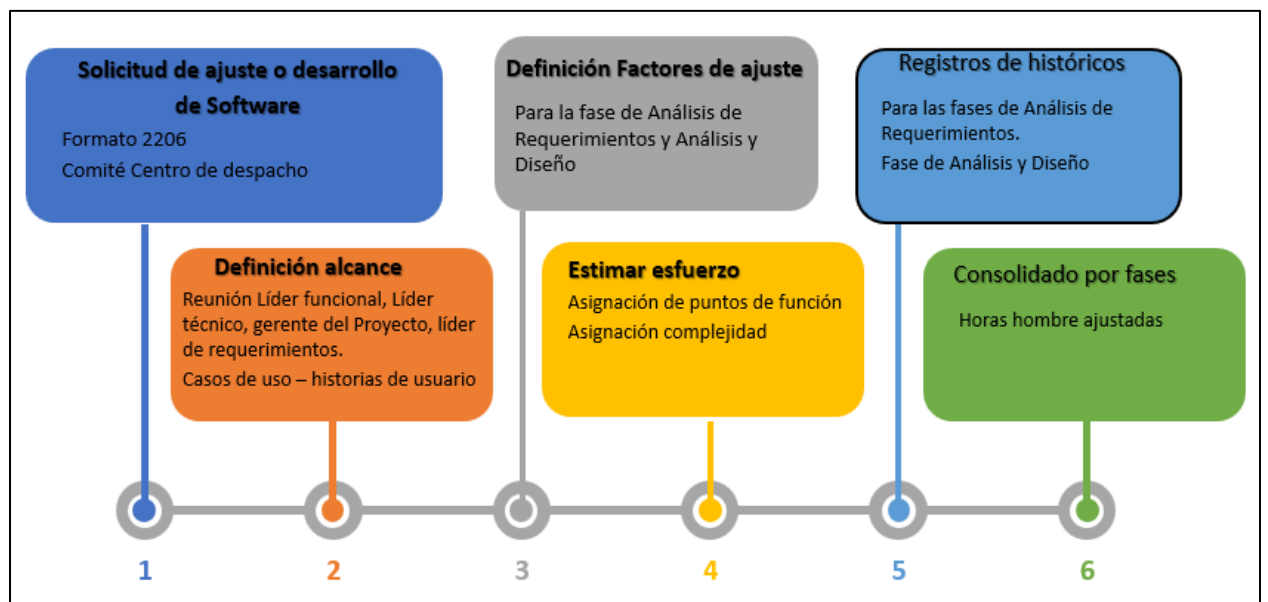


Figura 7. Pasos en la estimación de esfuerzo.

Fuente: Autores

## **6.2.Desarrollo Metodológico para la DIAN**

Una vez analizados los marcos metodológicos más utilizados en el mercado, se puede tomar como referente que la definición de componentes estándares, puede ser utilizada con éxito para obtención de métricas para estimar esfuerzo en la construcción de sistemas de información de la DIAN, toda vez que ayuda a detallar las actividades y sus entregables y hacer una evaluación más acertada.

Para el procedimiento de análisis de requerimientos, la propuesta es hacer una estandarización de las operatividades de los procesos de negocio de la DIAN. Y para cada una aplicar el método de descomposición funcional con el fin de realizar un mapeo entre ellas y los tipos de puntos de función definidos en la metodología FPA-IFPUG, a los cuales se les asignan criterios de complejidad y pesos. La mejora continua se asegura registrando una base histórica las estimaciones obtenidas y que retroalimentan el modelo ajustando las variables utilizadas.

Para el caso del procedimiento de análisis y diseño, se parte de la definición de la arquitectura de software MUISCA, con la cual se identifican patrones, estilos y lineamientos, que son de obligatorio cumplimiento, y que son la base de la definición de componentes estándares, los cuales son catalogados y calificados a través de criterios de complejidad por medio del método de juicio de expertos, lo que permite hacer una estimación de esfuerzo para el desarrollo de cada uno de esos componentes. Al igual que en la estimación que se aplica para el procedimiento de análisis de requerimientos, se utiliza la historia que se genera del desarrollo de los proyectos para afinar la estimación.

Por medio de la metodología de juicio de expertos se realizaron sesiones de trabajo para determinar los factores de ajuste que define la metodología de puntos de función para ser

aplicados en la mejora de los cálculos de los puntos de función y la estimación de horas hombre.

Como resultado se obtuvieron 22 factores de ajuste, descritos en la tabla 14.

<b>FACTORES DE AJUSTE</b>
FT1. Comunicación de datos e integración
FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)
FT3. Perfomance (desempeño)
FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)
FT5. Alto volumen de transacciones
FT6. Analistas requiere entrenamiento Especial
FT7. Se requiere interfase con el usuario con alta Usabilidad
FT8. Actualización ( <i>on-line/batch</i> )
FT9. Procesamiento complejo
FT10. Reusabilidad
FT11. Facilidad de implementación
FT12. Facilidad de operación
FT13. Características de seguridad
FT14. Facilidad de cambios
FEE1 – Baja familiaridad con el proceso de negocio de los analistas de requerimientos
FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del líder funcional del proyecto
FEE3 – Falta definición del marco jurídico
FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de requerimientos
FEE5 – Usuarios de negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio
FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos
FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto
FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)

Tabla 14 Factores de ajuste para la DIAN

Fuente: Autores

### **6.3. Aspectos Conductores del Desarrollo del Instrumento de Estimación**

A continuación, se destacan aspectos que sirvieron como base para el desarrollo del instrumento de estimación de esfuerzo. Para el PR-SI-0148 el catálogo estándar de funcionalidades DIAN, es el componente estructural de la solución implementada, y facilita la tarea de estimación de esfuerzo.

Como se muestra en la figura 8, el catálogo, que es un aporte del proyecto para la DIAN, es la columna vertebral de la solución, ya que este es mapeado con puntos de función, que están directamente relacionados con los criterios de complejidad, los cuales permiten calcular el

esfuerzo en horas hombre y a su vez pueden ser objeto de factores de ajuste para obtener una estimación más real. Adicionalmente la estimación es registrada en la base de datos histórica y actúa como componente de afinamiento cuando se promedia con mediciones anteriores.

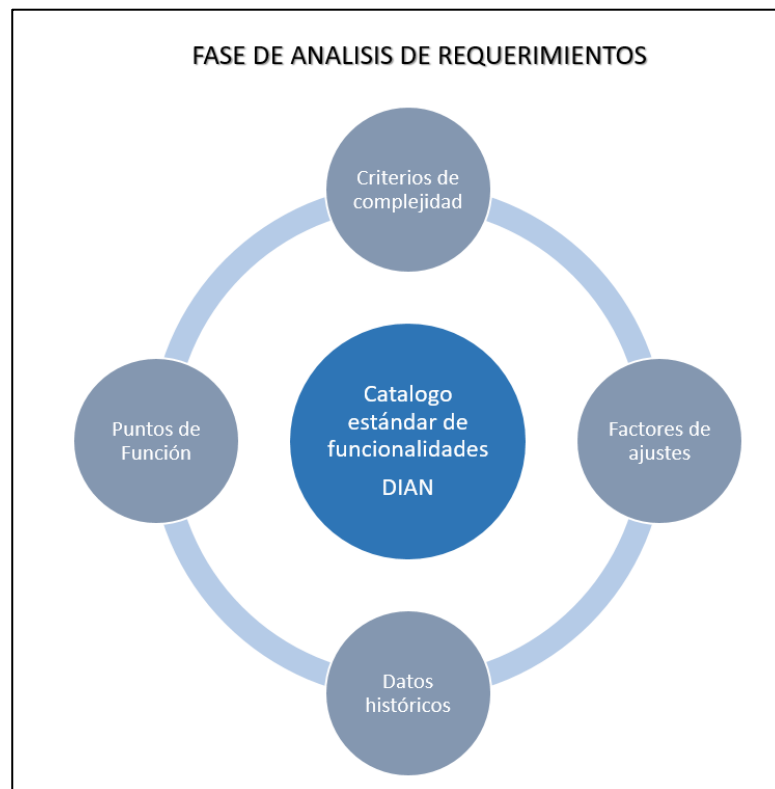


Figura 8. Componentes estructurales fase de análisis de requerimientos  
Fuente: Autores

Para la fase de análisis y diseño, el aspecto más importante y que sirvió como base para el desarrollo del artefacto de medición de esfuerzo es la Arquitectura MUISCA, la cual está basada en la Arquitectura de Referencia JEE y se encuentra documentada con patrones de diseño que están bajo la gobernabilidad del grupo de arquitectura y son de estricto cumplimiento por los desarrolladores. Esta arquitectura permitió definir los componentes de diseño que son utilizados por las aplicaciones MUISCA de la DIAN, estos componentes de diseño fueron mapeados con los tipos de puntos de función estándares, de tal forma que permiten definir que componentes de diseño se utilizan para implementar un tipo de punto de función. Adicionalmente, la estimación

es sometida a los factores de ajuste y afinados con datos históricos, como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Componentes estructurales fase de análisis y diseño  
Fuente: Autores

El aporte que se hace para la gestión de TI en la DIAN es la mejora en el proceso de construcción de los sistemas de información, ya que esto ayuda a que los recursos de ingeniería sean utilizados de manera eficiente, y se haga posible el cumplimiento de los niveles de servicio previamente acordados con las áreas usuarias. Esta idea su muestra en la figura 10.



Figura 10. Impacto en la gestión de TI  
Fuente: Autores

## **6.4.Fase de Análisis de Requerimientos de los Sistemas de Información de la DIAN**

### **6.4.1. Objetivo**

Elaborar las especificaciones funcionales y no funcionales para la creación o ajuste de los Sistemas de Información en conjunto con los responsables de los procesos como insumo para el análisis y diseño, codificación o ejecución de pruebas.

### **6.4.2. Alcance**

El procedimiento inicia con la recepción de documentos para la creación o ajuste al Sistema de Información y finaliza con la notificación de entrega formal de las especificaciones



de los requerimientos funcionales y no funcionales para las siguientes etapas de desarrollo del Sistemas de Información.

#### **6.4.3. Actividades y métricas desarrolladas para la estimación de esfuerzo**

Después de analizados diferentes métodos de estimación de esfuerzo aceptados por la industria y la academia, se seleccionó, para el PR-SI-0148, partir de los principios generales del Análisis de Puntos de Función y se siguieron las siguientes actividades, que serán explicadas en detalle más adelante:

- Elaboración de un catálogo estándar de funcionalidades implementadas en la DIAN.
- Asociación de los tipos de puntos de función (Entradas Externas, Salidas Externas, Consultas Externas, Archivos Lógicos Internos y Archivos de Interfaz Externos) con el catálogo de funcionalidades estándares.
- Definición de la complejidad de los tipos de puntos de función.
- Definición de Factores de Ajuste y su grado de influencia.
- Relacionar las funcionalidades estándares con los niveles de complejidad.
- Registrar los datos históricos para afinar las estimaciones.

##### ***6.4.3.1. Elaboración de un catálogo estándar de funcionalidades implementadas en la DIAN.***

Se identificaron las funcionalidades que se han implementado en el software (SIE's) que soportan los procesos misionales de la DIAN, dentro de los cuales se destacan:

- Obligación Financiera
- Carga Masiva
- Diligenciamiento

- Normalización de Saldos
- Registro Manual de Actos (RAM)
- Sistemas de Gestión Aduanera
- Sistemas de cobranzas
- Sistemas de Fiscalización
- Contabilidad
- Sistema de Carga Masiva
- Sistema de Gestión Cambiaría
- Sistema de Gestión de Entidades Autorizadas a Recaudar

Para cada uno de estos aplicativos se identificó los requerimientos que implementan encontrando que existen funcionalidades comunes, las cuales se podían estandarizar para efectos de estimar el tiempo necesario de implementación de cada una de ellas. Para su definición se utilizaron tres columnas, como se puede observar en la tabla 15, y adicionalmente se incluyeron los estándares que permiten ser utilizadas en los casos en que no se encuentre una que se pueda asociar a la que se quiere estimar.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN		
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN		
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por revisar
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de revisar actos
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar pendientes por firmar
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar y mostrar y editar plantilla (Interfaz de usuario)
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Generar PDF
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Gestionar expediente
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Formalizar documento
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Actualizar Buzón de Notificación
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Consultar Actos
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Editar Datos Plantilla (Interfaz de usuario)
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Aplicar reglas de validación
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Construir Plantilla (.odt)
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Generar acto en PDF
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Almacenar borrador
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Reparto y asignación de tareas
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Gestionar expediente
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Seguir flujo Proceso
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Consultar Actos
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Elaborar Interfaz de usuario
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Aplicar reglas de validación
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Construir Plantilla (.odt)
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Generar acto en PDF (Para mostrar)

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN		
Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Almacenar borrador
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Gestionar expediente
Gestionar Acto Administrativo	Anular Acto	Seguir flujo Proceso

Tabla 15. Catálogo de funcionalidades Estándares  
Fuente: Autores

### 6.4.3.2. Asociación de los tipos de puntos de función

Para cada punto de función identificado se asignó un tipo de acuerdo con los estándares identificados en la tabla 16.

Tipos de Puntos de Función	Descripción
Archivo de interfaz externo	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y solamente de puntos de función de otras aplicaciones
Archivo lógico Interno	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y mantenido por la propia aplicación.
Consulta Externa	Transacciones que representan una simple recuperación de datos de archivos lógicos internos o archivos de interfaz externa.
Entrada externa	Transacciones con el objetivo de actualizar archivos lógicos internos o modificar el comportamiento del sistema.
Salida externa	Transacciones con el objetivo de presentación de información, además envolviendo lógica de procesamiento adicional a una consulta externa

Tabla 16. Tipos de puntos de función.  
Fuente: Autores

De tal forma que se siguió el siguiente procedimiento, para cada funcionalidad se identificaron los puntos de función que involucraba y para cada uno de ellos se le asoció un tipo de punto de función, como se muestra en la tabla 17.

Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo
Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa
Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo
Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa
Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa
Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa
Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno
Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa
Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa
Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno

Tabla 17. Puntos de Función asociados a asociados con sus tipos.  
Fuente: Autores

#### 6.4.3.3. Definición de la complejidad de los tipos de puntos de función.

Para la definición de la complejidad de los tipos de punto de función se utilizó la complejidad estándar definida por la IFPUG-FPA por sus siglas en ingles International Function Point User Group, que definen la complejidad según el número de atributos de la información que se maneja y el número de archivos que la soportan, obteniendo la tabla 18.

Tipos de Puntos de Función	Complejidad-REQUERIMIENTOS			Complejidad (Ajustada con Historia) REQUERIMIENTOS			COMPLEJIDAD ESTANDAR-REQUERIMIENTOS		
	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	1,5	2,1	3,0	1,50	2,10	3,00	5	7	10
Archivo lógico Interno	2,1	3	4,5	2,10	3,00	4,50	7	10	15
Consulta Externa	0,9	1,2	1,8	0,90	1,20	1,80	3	4	6
Entrada externa	0,9	1,2	1,8	0,90	1,20	1,80	3	4	6
Salida externa	1,2	1,5	2,1	1,20	1,50	2,10	4	5	7

Tabla 18. Complejidad en puntos de función.  
Fuente: Autores

No obstante, se tuvo la siguiente consideración, la complejidad definida por la IFPUG está basada en análisis sobre la completitud de los proyectos, es decir, incluye todas sus etapas y no discrimina cual es el esfuerzo para cada una de ellas, aspecto que para la DIAN es importante, toda vez, que es posible adelantar procesos de contratación para una o varias fases del ciclo de

desarrollo, es decir, se puede contratar únicamente análisis de requerimientos, diseño, o sólo las pruebas, lo que hace necesario poder estimarlas de manera independiente. Por lo anterior se utilizó la experiencia en estimación de esfuerzo en otros proyectos y valoración de costos para dar una medida, parametrizada, del peso de cada fase, de tal forma que hoy se estima que el peso de cada una de ellas en la DIAN es la descrita en la tabla 19.

PESO DE LA FASE	
FASE	%
Análisis de requerimientos	30%
Análisis y diseño	20%
Implementación	20%
Pruebas	28%
Paso a producción	2%

Tabla 19. Peso de cada fase en los proyectos DIAN.  
Fuente: Autores

De la tabla 19 se observa que el peso para los puntos de función calculados para la fase de análisis de requerimientos es del 30%, sin embargo, este valor es parametrizable en el instrumento de esfuerzo definido y es posible ajustarlo en la medida en que se cuente con información histórica.

Una vez aplicada la proporcionalidad definida anteriormente se obtuvieron los datos asociados a la complejidad para el procedimiento de análisis de requerimientos, los cuales se detallan en la tabla 20.

Descripción	Complejidad-REQUERIMIENTOS		
	Baja	Media	Alta
Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y solamente de puntos de función de otras aplicaciones	1,5	2,1	3,0
Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y mantenido por la propia aplicación.	2,1	3	4,5
Transacciones que representan una simple recuperación de datos de archivos lógicos internos o archivos de interfaz externa.	0,9	1,2	1,8
Transacciones con el objetivo de actualizar archivos lógicos internos o modificar el comportamiento del sistema.	0,9	1,2	1,8
Transacciones con el objetivo de presentación de información, además envolviendo lógica de procesamiento adicional a una consulta externa	1,2	1,5	2,1

Tabla 20. Complejidad inicial definida para la fase de análisis de requerimientos.

Fuente: Autores

Adicionalmente, con base en los datos históricos que son registrados en el instrumento de estimación como resultado de la aplicación de dicho instrumento a otros proyectos, es posible ajustar los valores de complejidad para hacerlos más reales y confiables, lo anterior se resume en que los valores que definen la complejidad de los puntos de función para el procedimiento de análisis de requerimientos no son estáticos sino dinámicos.

**6.4.3.4. Definición de Factores de Ajuste y su grado de influencia.**

Para definir los factores de ajuste técnicos y de entorno para este proyecto, se definieron aspectos de relevancia para la DIAN, estos factores parten de la base de los planteados por el IFPUG-FPA pero se ajustaron a las necesidades de la DIAN de acuerdo a la experiencia de los líderes de desarrollo, los cuales definieron los siguientes:

- FT1. Comunicación de datos e integración
- FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)
- FT3. Performance (desempeño)
- FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)

- FT5. Volumen de transacciones
- FT6. Requiere Entrenamiento Especial
- FT7. Interfase con el usuario (Usabilidad)
- FT8. Actualización (en línea /por lotes)
- FT9. Procesamiento complejo
- FT10. Reusabilidad
- FT11. Facilidad de implementación
- FT12. Facilidad de operación
- FT13. Características de seguridad.
- FT14. Facilidad de cambios
- FEE1 – Baja familiaridad con el proceso de negocio de los analistas de

requerimientos

- FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto
- FEE3 – Falta definición del marco jurídico
- FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de requerimientos
- FEE5 – Usuarios de Negocio no empoderados ni con conocimiento de negocio
- FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos
- FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto
- FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico,

capacidad de escribir, entre otros)

El peso para cada uno de estos factores está dado en la tabla 21.



NIVELES DE INFLUENCIA - FACTORES DE AJUSTE	
Descripción	Grado
0-No presente/No influye	0
1-Influencia Mínima	1
2-Influencia Moderada	2
3-Influencia promedio	3
4-Influencia significativa	4
5-Influencia fuerte	5

Tabla 21. Niveles de influencia de los factores de ajuste.

Fuente: Autores

La estimación del factor de ajuste para aplicar en la fase de análisis de requerimientos está dada por la siguiente formula, la cual es aplicada por la IFPUG-FPA y que se tomó como referencia, teniendo en cuenta que el valor varía entre más o menos el 35% de la sumatoria de los puntos de función, para la DIAN la formula aplicada es la siguiente:

$$FA = 0.65 + (0.7/110 * \sum_{i=1}^n VFA)$$

Donde:

FA = Valor del factor de ajuste

i = Número de Factores de ajuste aplicados

n = Número máximo de factores de ajuste aplicados, en el instrumento de medición se definieron 22. (Para mayor detalle remitirse al capítulo de desarrollo del proyecto aplicado)

VFA(i) = Grado del valor de influencia de cada factor de ajuste

#### ***6.4.3.5.Relacionar las funcionalidades estándares con los niveles de complejidad***

Una vez se han definido las funcionalidades a estimar, para cada una de ellas se relacionan las funcionalidades estándares y el grado de complejidad asociado a cada una de ellas, esta tarea debe ser desarrollada por el gerente del proyecto y los líderes de cada procedimiento, quien define los siguientes aspectos:

1. Si el punto de función aplica o no para el desarrollo del proyecto, esto lo hace indicándolo en el instrumento.
2. Si aplica, se indica cual es el grado de complejidad asociado, la cual puede ser baja, media o alta.

Con estas definiciones se calcula el valor en puntos de función, como se ve a continuación en la tabla 22.

Puntos de Función	Tipo	BAJA	MEDIA	ALTA
Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa	0,9	1,2	1,8
Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo	1,5	2,1	3
Aplicar reglas de validación	Consulta Externa	0,9	1,2	1,8
Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa	0,9	1,2	1,8
Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa	0,9	1,2	1,8
Almacenar borrador	Archivo lógico Interno	2,1	3	4,5
Generar acto en PDF	Salida externa	1,2	1,5	2,1
Reparto y asignación de tareas	Entrada externa	0,9	1,2	1,8
Gestionar expediente	Archivo lógico Interno	2,1	3	4,5

Tabla 22. Asociación de puntos de función y la complejidad.  
Fuente: Autores

Una vez se tiene la estimación para cada funcionalidad, se somete el resultado al factor de ajuste, es decir:

$$PFA = \sum PF * VFA$$

En donde:

PFA = Puntos de función ajustados

PF = Puntos de función para cada funcionalidad que aplica

VFA = Valor de factor de ajuste.

Este cálculo corresponde al número de puntos de función ajustados para la fase de análisis de requerimientos, los cuales al final deben ser llevados a horas hombre, dado que el esfuerzo del proyecto será calculado en horas hombre, para esto se utilizó la forma definida por

el ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group) para proyectos desarrollados en herramientas de cuarta generación, de la siguiente manera:

$$\text{Esfuerzo Total de la Fase} = 9.32 * PFA^{0.912} \text{ Horas hombre}$$

## **6.5.Fase de Análisis y Diseño de los Sistemas de Información.**

### **6.5.1. Objetivo**

Diseñar, identificar y generar la arquitectura técnica de los sistemas de información bajo el plan estratégico de las diferentes áreas.

### **6.5.2. Alcance**

Aplica únicamente para las solicitudes de desarrollo o ajuste de un sistema de información que han sido analizados previamente por los responsables de requerimientos. Inicia con la recepción y análisis de los documentos enviados por requerimientos y finaliza con la entrega de los modelos de arquitectura al grupo de desarrollo.

### **6.5.3. Actividades y métricas desarrolladas para la estimación de esfuerzo**

Para el procedimiento de análisis y diseño se realizaron actividades complementarias a las del procedimiento de análisis de requerimientos, en el sentido de partir del catálogo de funcionalidades estandarizadas, para las cuales se identificaron que componentes de diseño debía tenerse en cuenta para cada uno de ellos, según la arquitectura estándar y el patrón de diseño MUISCA, esto permitió asociar el patrón de arquitectura a cada funcionalidad estándar y estimar el esfuerzo para cada una de ellas, los componentes de diseño que se definieron fueron:

- Servicio
- Acción
- Helper

- Delegado
- Exponer Interfaz del Sistema B2B
- Consumir Interfaz del Sistema B2B
- Validaciones da datos de entrada
- DTO Objeto de transporte
- DAO Objeto de persistencia
- WBO
- Procedimientos almacenados/funciones
- Trigger
- Modelo de datos estructurado/semiestructurado
- Vistas
- Diseño gráfico interfaz de usuario
- Especificación campos de interfaz de usuario
- Aseguramiento de interfaces
- Diseño gráfico reportes
- Especificación campos de reportes
- Diagrama secuencia
- Diagrama de maquina de estados
- Diagrama de clases
- Definición de roles

**6.5.3.1. Definición de los criterios de complejidad para los componentes de análisis y diseño MUISCA.**

Para cada componente de diseño de la arquitectura MUISCA y a través de la metodología de juicio de expertos, se definieron los criterios de complejidad y los pesos para cada uno de ellos como se puede observar en la tabla 23, en donde la columna “componente” corresponde a un elemento de diseño de la arquitectura MUISCA y en las columnas siguientes se define para cada grado de complejidad (baja, media y alta) los criterios a aplicar. Se aclara que para algunos componentes se obtuvo más de un criterio.

Para la obtención de los criterios de complejidad descritos en la tabla 23 se seleccionó un grupo de 10 ingenieros con la mayor experiencia en el análisis y diseño de la arquitectura MUISCA, con los cuales se realizaron ocho (8) sesiones de trabajo durante dos meses en las cuales se identificaron los criterios de complejidad y se asignaron los pesos. Todo lo anterior bajo la metodología juicio de expertos descrita en el capítulo de marco teórico.

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD</b>		
Servicio	Manejo de la persistencia (CRUD),		
	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
	Menos de 2 métodos y máximo 10 propiedades	De 2 a 10 métodos y de 10 a 20 propiedades	Más de 10 métodos y más de 20 propiedades
	0.5	1	1.5
Acción	MDA Enterprise Architect		
	<b>BAJA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>ALTA</b>
	Menos de 2 métodos y máximo 10 propiedades	De 2 a 10 métodos y de 10 a 20 propiedades	Más de 10 métodos y más de 20 propiedades

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	0.5	1	1.5
Helper	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario)		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 métodos y máximo 10 propiedades	De 2 a 10 métodos y de 10 a 20 propiedades	Más de 10 métodos y más de 20 propiedades
	0.5	1	1.5
Delegado	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario)		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 métodos y máximo 10 propiedades	De 2 a 10 métodos y de 10 a 20 propiedades	Más de 10 métodos y más de 20 propiedades
	0.5	1	1.5
Exponer Interfaz del Sistema B2B	1. Cantidad de procedimientos 2. Cantidad de parámetros enviados 3. Procesamiento de datos de respuesta (transformaciones, colecciones, de homologaciones) 4. Comunicación entre organizaciones 5. Documentación		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1. 1 procedimiento 2. De 1 a 2 parámetros 3. Sin tratamiento de datos de respuesta 4. Constante comunicación entre organizaciones 5. Documentación completa de funciones,	1. De 1 a 3 procedimientos 2. De 2 a 4 parámetros 3. Poco tratamiento de datos de respuesta 4. Media comunicación entre organizaciones 5. Documentación superficial	1. 1 procedimiento 2. Desde 5 parámetros 3. Alto tratamiento de datos de respuesta 4. Baja comunicación entre organizaciones 5. Documentación inexistente
	0.5	1	1.5

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	parámetros, respuestas, excepciones		
	0.5	1	1.5
Consumir Interfaz del Sistema B2B	1. Cantidad de procedimientos 2. Cantidad de parámetros enviados 3. Procesamiento de datos de respuesta (transformaciones, colecciones, de homologaciones) 4. Comunicación entre organizaciones 5. Documentación		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1. 1 procedimiento 2. De 1 a 2 parámetros 3. Sin tratamiento de datos de respuesta 4. Constante comunicación entre organizaciones 5. Documentación completa de funciones, parámetros, respuestas, excepciones	1. De 1 a 3 procedimientos 2. De 2 a 4 parámetros 3. Poco tratamiento de datos de respuesta 4. Media comunicación entre organizaciones 5. Documentación superficial	1. 1 procedimiento 2. Desde 5 parámetros 3. Alto tratamiento de datos de respuesta 4. Baja comunicación entre organizaciones 5. Documentación inexistente
	0.5	1	1.5
Validaciones de datos de entrada	Cantidad de conceptos a validar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	De 1 a 3 Conceptos a validar	De 4 a 6 Conceptos a validar	De 7 o más conceptos a validar
	0.5	1	1.5

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
DTO Objeto de transporte	Numero de atributos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	De 1 a 5 atributos	De 6 a 10 atributos	Más de 10 atributos
	0.5	1	1.5
DAO Objeto de persistencia	Numero de atributos en la operación MDL		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	De 1 a 5 atributos	De 6 a 10 atributos	Más de 10 atributos
	0.5	1	1.5
WBO	Relacionado directamente con la complejidad de la interfaz		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Si el diseño la interfaz es de complejidad baja	Si el diseño la interfaz es de complejidad media	Si el diseño la interfaz es de complejidad alta
	0.5	1	1.5
Procedimientos almacenados/funciones	Número de funcionalidades a implementar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	De 1 funcionalidades a diseñar	De 1 a 5 funcionalidades a diseñar	De 6 o más funcionalidades a diseñar
	0.5	1	1.5
Trigger	1. Número de funcionalidades a realizar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	De 1 funcionalidad a realizar	De 1 a 2 funcionalidades a realizar	De 3 o más funcionalidades a realizar
	0.5	1	1.5
Modelo de datos estructurado/semiestructurado	1. Número de Entidades		
	2. Número de Casos de uso/Funcionalidades		
	BAJA	MEDIA	ALTA



<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	1.1 De 1 a 10 Entidades 2.1 De 1 a 3 Casos de Uso	1.1 De 11 a 20 Entidades 2.1 De 4 a 6 Casos de Uso	1.1 De 21 o más Entidades 2.1 De 7 o más Casos de Uso
	0.5	1	1.5
Vistas	1. Número de Entidades relacionadas 2. Numero de condiciones que debe cumplir		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 1 a 2 Entidades Relacionadas 2.1 De 1 a 4 Condiciones	1.1 De 3 a 4 Entidades Relacionadas 2.1 De 5 a 7 Condiciones	1.1 De 5 o más Entidades Relacionadas 2.1 De 7 o más Condiciones
	0.5	1	1.5
Diseño gráfico interfaz de usuario	1. Número de páginas/secciones que intervienen en el mapa de navegación 3. Número de campos involucrados		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 1 página/secciones 2.1 De 1 a 10 campos	1.1 De 2 a 4 páginas/secciones 2.1 De 11 a 40 campos	1.1 Más de 4 páginas/secciones 2.1 Mas de 40 campos
	0.5	1	1.5
Especificación campos de interfaz de usuario	1. Número de campos que intervienen 2. Número de validaciones comportamentales 3. Número de validaciones de negocio		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 1 a 5 campos 2.1 Hasta 15 validaciones comportamentales 3.1 Hasta 8	1.1 De 6 a 20 campos 2.1 De 16 a 60 validaciones comportamentales	1.1 De 6 a 20 campos 2.1 De 16 a 60 validaciones comportamentales 3.1 Más de 25

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	validaciones de negocio	3.1 De 9 a 25 validaciones de negocio	validaciones de negocio
	0.5	1	1.5
Aseguramiento de Interfaces	1. Número de componentes a asegurar 2. Número de roles que intervienen		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 Hasta 5 componentes a asegurar 2.1 Hasta 1 roles	1.1 De 6 a 10 componentes a asegurar 2.1 De 3 a 4 roles	1.1 7 o más componentes a asegurar 2.1 Más de 4 roles
	0.5	1	1.5
Diseño gráfico reportes	1. Número de parámetros del reporte 2. Número de niveles 3. Número de dimensiones 4. Número de hechos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 hasta 5 Parámetros 2.1 De 1 nivel 3.1 Hasta 5 dimensiones 4.1 De 1 hecho	1.1 De 6 a 8 Parámetros 2.1 De 2 niveles 3.1 De 6 a 20 dimensiones 4.1 De 2 a 3 hechos	1.1 De 9 o más Parámetros 2.1 De 3 o más niveles 3.1 Más 21 dimensiones 4.1 Más de 3 hechos
	1	2	3
	1. Numero de campos del reporte 2. Número de campos calculados del reporte 3. Número de tablas del reporte		
Especificación campos de reportes	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 2 a 5 Campos 2.1 De 1 a 3 Campos calculados 3.1 de 1 Tablas	1.1 De 6 a 12 Campos 2.1 De 4 a 7 Campos calculados 3.1 De 2 a 3 Tablas	1.1 De 13 o más Campos 2.1 De 8 o más Campos calculados 3.1 De 4 o más Tablas

<b>CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS</b>			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	0.5	1	1.5
Diagrama Secuencia	1. Número de instancias de clases o componentes que intervienen		
	2. Número de mensajes que se pueden llegar a manejar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 2 a 4 instancias de clases o componentes 2.1 hasta 16 mensajes	1.1 De 5 a 7 instancias de clases o componentes 2.1 De 17 a 30 mensajes	1.1 Mas de 7 instancias de clases o componentes 2.1 Mas de 30 mensajes
0.5	1	1.5	
Diagrama de Maquina de estados	1. Número de estados del Objeto		
	2. el número de eventos que cambia el estado del objeto		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 2 a 3 Estados 2.1 De 1 a 6 Eventos	1.1 De 4 a 6 Estados 2.1 De 7 a 10 Eventos	1.1 De 7 o más Estados 2.1 De 11 o más Eventos
0.5	1	1.5	
Diagrama de clases	1. Cantidad de Entidades, atributos, métodos y relaciones entre Entidades		
	2. Número de casos de uso a soportar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 1 a 10 Entidades y sus relaciones 2.1 De 1 a 3 Casos de Uso	1.1 De 11 a 20 Entidades 2.1 De 4 a 6 Casos de Uso	1.1 De 21 o más Entidades 2.1 De 7 o más Casos de Uso
0.5	1	1.5	
Definición de roles	1. Número de funcionalidades a asociar		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1.1 De 1 a 3 Funcionalidades	1.1 De 4 a 6 Funcionalidades	1.1 más de 6 Funcionalidades

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO – HORAS			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
	0.5	1	1.5

Tabla 23. Criterios de complejidad componentes de diseño MUISCA.

Fuente: Autores

**6.5.3.2. Asociación de Tipos de puntos de función y componentes de diseño de la arquitectura MUISCA.**

Una vez definidos los criterios de complejidad para cada tipo de componente de diseño se procedió a realizar un mapeo con los tipo de puntos de función, es decir, se relacionan los componentes de diseño que deben ser utilizados en la implementación de cada punto de función, esto permite estimar en horas hombre el tiempo que demanda el diseño de uno de estos puntos de función, como se ve en la tabla 24, en la cual se relacionan los componentes de diseño necesarios para implementar un punto de función de tipo “*Archivo lógico interno*”, y que además permite conocer el valor total según el nivel de complejidad:

Tipos de Puntos de Función	COMPONENTE DE DISEÑO ASOCIADO	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
Archivo lógico Interno	Servicio	SI	0,5	1	1,5
	Acción	SI	0,5	1	1,5
	Helper	NO	0	0	0
	Delegado	NO	0	0	0
	Exponer Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Consumir Interfaz del Sistema B2B	NO	0	0	0
	Validaciones da datos de entrada	SI	0,5	1	1,5
	DTO Objeto de transporte	SI	0,5	1	1,5
	DAO Objeto de Persistencia	SI	0,5	1	1,5
	WBO	SI	0,5	1	1,5
	Procedimientos almacenados/funciones	NO	0	0	0
	Trigger	SI	0,5	1	1,5
	Modelo de datos Estructurado / Semiestructurado	SI	0,5	1	1,5

Tipos de Puntos de Función	COMPONENTE DE DISEÑO ASOCIADO	APLICA	BAJA	MEDIA	ALTA
	Vistas	SI	0,5	1	1,5
	Diseño gráfico interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Especificación campos de interfaz de usuario	SI	0,5	1	1,5
	Aseguramiento de interfaces	SI	0,5	1	1,5
	Diseño gráfico reportes	NO	0	0	0
	Especificación campos de reportes	NO	0	0	0
	Diagrama secuencia	SI	0,5	1	1,5
	Diagrama de máquina de estados	NO	0	0	0
	Diagrama de clases	SI	0,5	1	1,5
	Definición de roles	SI	0,5	1	1,5

Tabla 24. Asociación tipos de puntos de función y componentes de diseño MUISCA.  
Fuente: Autores

Adicionalmente es necesario tener en cuenta que esta asociación es totalmente paramétrica y puede ser actualizada o modificada según los criterios del líder del procedimiento de análisis y diseño y su equipo de analistas para cada proyecto, dependiendo de los componentes incluidos, soportándose en la metodología de juicio de expertos

**6.5.3.3. Estimación del esfuerzo para el procedimiento de Análisis y Diseño.**

La estimación del esfuerzo para este procedimiento está basada en los aspectos básicos del procedimiento de requerimientos, es decir, se parte de estimar el esfuerzo del diseño de los puntos de función definidos en el procedimiento de requerimientos. Dado que en el procedimiento de requerimientos se definieron las funcionalidades estándar a implementar y que estas funcionalidades están mapeadas con tipos de punto de función, por lo tanto, al estimar el esfuerzo en el procedimiento de análisis y diseño, solamente se debe considerar si aplican o no y el grado de complejidad que puedan llegar a tener, es de aclarar que hay situaciones en las cuales el esfuerzo de análisis y diseño a considerar para algunos componentes no impactará de manera significativa la estimación, estas situaciones se presentan cuando el componente a diseñar está

definido en los patrones de arquitectura o incluidos en proyectos anteriores por lo que solo se hace referencia a ellos. Estos aspectos son controlados por el líder de análisis y diseño. Lo anterior se puede apreciar en la tabla 25 donde se selecciona si el componente aplica o no, utilizando la columna “Aplica”.

CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN			Tipo	Comentario	REQ		A&D
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función			BAJA	120,375	ALTA
CU001 - Diligenciar y Presentar Solicitud RTE							
Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función			Aplica	Complejidad	Esfuerzo/horas
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa	CU007.1	SI	Media	7
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo	CU007.1	SI	Media	9,125
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa				0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa	CU007.1	SI	Media	14,25
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa	CU007.1	SI	Media	14,25
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno	CU007.1	SI	Media	13,5
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa	CU007.1	SI	Media	12
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa				0
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno				0

Tabla 25. Estimación de esfuerzo para la fase de análisis y diseño.

Fuente: Autores

Como se puede ver en la tabla 25, la estimación está dada en horas hombre, esto se debe a que para este procedimiento se parte del juicio de expertos, quienes estimaron el esfuerzo en horas hombre para cada componente y la sumatoria ya está dada en horas hombre.

De igual manera que en el procedimiento de análisis y diseño la sumatoria total de horas hombre, también es ajustada bajo los mismos criterios de ajuste que se consideran para el procedimiento de requerimientos luego al igual que en el procedimiento anterior, el esfuerzo total está dado por la fórmula:

$$HHR = \sum hh * VFA$$

En donde:

HHR = Horas hombre requeridas

hh = horas hombre para cada funcionalidad

VFA = Valor de factor de ajuste.

## **7. Resultados**

### **7.1. Instrumento de medición**

El instrumento desarrollado se encuentra soportado en un archivo Excel, el cual se encuentra dividido en 12 hojas que se describen a continuación:

#### **7.1.1. Hoja Resumen de Requerimientos**

En esta hoja se parametrizan los datos básicos del Proyecto, entre los cuales se encuentran:

**Proceso Misional:** Es el proceso misional del sistema de gestión de calidad, al cual está inscrito el proyecto de desarrollo, entre los cuales se encuentran el proceso de inteligencia corporativa, Gestión Masiva, atención al cliente, operación aduanera, recaudo y cobranzas entre otros.

**Proyecto:** Corresponde al nombre del proyecto.

**Tipo de Proyecto:** Indica si el proyecto es nuevo, evolutivo o correctivo.

**Entradas:** Son los formatos propios del procedimiento SI-PR-0148 y son opcionales según el tipo de proyecto.

**Entregables:** Corresponde a los formatos que pueden ser creados en la fase de requerimientos, son opcionales según el tipo de proyecto y están definidos por el sistema de gestión de calidad para el procedimiento SI-PR-0148.

**Recursos fase de análisis de requerimientos:** reúne los recursos destinados al proyecto, tales como el número de ingenieros analistas destinados a la fase, la fecha de inicio del proyecto, nombre de los líderes técnico y funcional y el factor de ajuste calculado con base en el número y el tipo de actores involucrados.



# ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 86

**Puntos de Función:** Es la sumatoria de los puntos de función calculado para cada uno de los requerimientos que conforman el proyecto.

**Total Puntos de Función Ajustados:** Es el número total de puntos de función sometidos a los factores de ajustes.

**Horas/Hombre:** Total de horas hombre requeridas para el proyecto.

**Requerimiento:** Código del requerimiento asignado por el proyecto, ejemplo: CU001 o HU001.

**Descripción:** Descripción de alto nivel del requerimiento.

**Puntos de Función:** Puntos de función calculados para el proyecto.

**Factores de Ajuste:** Corresponde a la lista de factores de ajuste tanto técnicos como de entorno.

**Grado de Influencia:** La manera cómo influye el factor en el proyecto, puede ser: que no afecta, mínima, moderada, significativa o fuerte.

**Peso:** Valor de cero a cinco, según el grado de influencia del factor.

**Total factor de ajuste:** Cálculo de la fórmula  $0.65 + (0.7/110 * \text{Sumatoria de los pesos})$  Lo anterior se puede observar en la figura 11.

RESUMEN REQUERIMIENTOS				FACTORES DE AJUSTE			
				Grado de Influencia		Peso	
<b>Proceso Misional:</b>				FT1. Comunicación de datos e integración			
<b>Proyecto:</b>				FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)			
<b>Tipo Proyecto</b>				FT3. Performance (desempeño)			
<b>Formato</b>				FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)			
<b>Entradas</b>				FT5. Alto volumen de transacciones			
<b>Incluido (S/N)</b>				FT6. Analistas requiere Entrenamiento Especial			
FF-SI-2206	Solicitud de servicio para creación o ajuste de un Sistema de Información		SI	FT7. Se requiere interfase con el usuario con alta Usabilidad			
FF-SI-1850	Plan del Proyecto		NO	FT8. Actualización (on-line/off-line)			
PR-SI-0149	Solicitud de ajuste a la especificación del requerimiento		NO	FT9. Procesamiento complejo			
<b>Entregables</b>				FT10. Reusabilidad			
<b>Formato</b>				FT11. Facilidad de implementación			
<b>Descripción</b>				FT12. Facilidad de operación			
<b>Se entrega (S/N)</b>				FT13. Características de seguridad			
FT-FN-2556	Información técnica para la clasificación de activos intangibles desarrollo inter		NO	FT14. Facilidad de cambios			
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel		SI	FEE1 - Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos			
FT-SI-2006	Especificación Funcional		SI	FEE2 - Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto			
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada		NO	FEE3 - Falta definición del marco jurídico			
FT-SI-2009	Casos de Uso		NO	FEE4 - Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos			
<b>Recursos Fase de Análisis de Requerimientos</b>				FEE5 - Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio			
Número de Analistas asignados a la Fase de Análisis de Requerimientos				1			
Fecha de inicio:							
Líder del Proyecto:							
Líder Funcional:							
Factor de ajuste acciones				0%			
<b>PUNTOS DE FUNCION</b>		<b>TOTAL PUNTOS DE FUNCION AJUSTADOS</b>		<b>HORAS/HOMBRE</b>		<b>Puntos de Función</b>	
0,0		0,0		0,00			
No.	REQUERIMIENTO	DESCRIPCION		TOTAL FACTOR DE AJUSTE			
				0.65			

Figura 11. Hoja resumen requerimientos.

Fuente: Autores.

### 7.1.2. Hoja Requerimientos

Corresponde con la lista de requerimientos que van a ser desarrollados en el proyecto, estos pueden ser a nivel de casos de uso o historias de usuarios, como se observa figura 12.

No.	REQUERIMIENTO Y/O CASO DE USO	DESCRIPCION
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		

Figura 12. Hoja de requerimientos.  
Fuente: Autores.

### 7.1.3. Hoja Actores

En esta hoja se identifican los actores que hacen parte del proyecto, en esta hoja se listan y se clasifican según el tipo de actor, en este caso Simple si es un sistema que interactúa a través de un servicio web, promedio si es un sistema que interactúa a través de un protocolo o interfaz basada en texto y complejo si es un usuario que interactúa a través de una interfaz de usuario. Según el tipo de usuario se les asigna un peso que determina su impacto en el grado de complejidad del proyecto 1, 2 y 3 para cada uno de los tipos respectivamente, se puede ver en la figura 13.



CATALOGO DE PUNTOS DE FUNCIÓN		Comentario	BAJA		ALTA	
Funcionalidad Global	Funcionalidad Específica		Aplica Complejidad	Puntos de Función	Aplica Complejidad	Puntos de Función
10	Generar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	0	0	0	0
11	Generar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	0	0	0	0
12	Generar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	0	0	0	0
13	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
14	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
15	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
16	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
17	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
18	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
19	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
20	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
21	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
22	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
23	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
24	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
25	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
26	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
27	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
28	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
29	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
30	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
31	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
32	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
33	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
34	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
35	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
36	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
37	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
38	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
39	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
40	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0
41	Generar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	0	0	0	0

Figura 14. Hoja esfuerzo requerimientos.  
Fuente: Autores.

### 7.1.5. Hoja Resumen Análisis & Diseño

Es similar a la hoja de resumen de análisis de requerimientos, incluso trae los valores definidos para los campos Proceso Misional, Proyecto, Tipo Proyecto, Recursos para la fase de análisis y diseño, Fecha de Inicio, Líder del Proyecto y Líder Funcional. Los demás campos de la hoja son propios de la fase de análisis y diseño, tales como los factores de ajuste y los documentos entrada y salida de la fase. Y al igual que la hoja de requerimientos, lista las funcionalidades a implementar junto con los valores de horas hombre ajustadas, es decir, una vez se han aplicado los factores de ajuste, lo cual se puede ver en la figura 15.

ANÁLISIS Y DISEÑO				FACTORES DE AJUSTE		Grado de influencia	Peso	
Proceso Misional				0	FT1	Comunicación de datos e integración	0-No presente/No	0
Proyecto				0	FT2	Arquitectura de la aplicación (web, APP, C/5)	0-No presente/No	0
Tipo Proyecto				0	FT3	Performance (desempeño)	0-No presente/No	0
Entradas					FT4	Configuración del equipamiento (Posibilidad)	0-No presente/No	0
Formato	Descripción	Incluido (SI/NO)			FT5	Volumen de transacciones	0-No presente/No	0
FT-FN-2595	Información técnica para la clasificación de activos intangibles desarrollo interno	NO			FT6	Requisito Entrenamiento Especial	0-No presente/No	0
FT-SI-1847	Requerimientos de Alto Nivel	NO			FT7	Interfaz con el usuario (Usabilidad)	0-No presente/No	0
FT-SI-2006	Especificación Funcional	NO			FT8	Actualización (on-line/off-line)	0-No presente/No	0
FT-SI-2007	Especificación Funcional detallada	NO			FT9	Procesamiento complejo	0-No presente/No	0
FT-SI-2009	Casos de Uso	NO			FT10	Flexibilidad	0-No presente/No	0
	Puntos de Función	NO			FT11	Facilidad de implementación	0-No presente/No	0
Entregables					FT12	Facilidad de operación	0-No presente/No	0
Formato	Descripción	Se entrega (SI/NO)			FT13	Características de seguridad	0-No presente/No	0
FT-SI-2003	Modelo de Diseño	NO			FT14	Facilidad de cambios	0-No presente/No	0
FT-SI-2004	Modelo de Datos	NO			FE01	Baja familiaridad con el Proceso de Negocio de los analistas de Requerimientos	0-No presente/No	0
FT-SI-2005	Modelo de Interfaz	NO			FE02	Bajo compromiso y empoderamiento del Líder Funcional del proyecto	0-No presente/No	0
Recursos Fase de Análisis de Requerimientos					FE03	Falta definición del marco jurídico	0-No presente/No	0
Número de Analistas asignados a la Fase de Análisis de Requerimientos				1	FE04	Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	0-No presente/No	0
Fecha de inicio: (00-01-00)					FE05	Usuarios de Negocio no empoderados ni con conocimiento de negocio	0-No presente/No	0
Líder del Proyecto: (00-01-00)					FE06	Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	0-No presente/No	0
Líder Funcional: 0					FE07	Análisis de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	0-No presente/No	0
TOTAL HORAS				0.00	FE08	Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de	0-No presente/No	0
TOTAL HORAS/HOMBRE AJUSTADAS				0.00	Total			0
No. REQUERIMIENTO/CASO DE USO					TOTAL FACTOR DE AJUSTE			0.65
No.	REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	Horas/Hombre					

Figura 15. Hoja resumen análisis y diseño.  
Fuente: Autores.

### 7.1.6. Hoja Resumen Análisis & Diseño

Permite asociar, los puntos de función con las funcionalidades a diseñar, es de aclarar, que estos puntos de función se mapearon previamente con los componentes Muisca, y una vez se indique si el Punto de Función hace parte del diseño, lo cual se realiza colocando SI o NO en la columna “Aplica” y se indica la complejidad de este, esto se puede ver en la figura 16.

Funcionalidad Global	Funcionalidad Especifica	Puntos de Función	Tipo	Comentario	Aplica	Complejidad	Esfuerzo/horas	Aplic
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (interfaz de usuario)	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparar y asignación de tareas	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de proyectar	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diligenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (interfaz de usuario)	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar pendientes por firmar	Consulta Externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar y mostrar y editar Plantilla (interfaz de usuario)	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Generar PDF	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Formular documento	Salida externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Actualizar Buzón de Notificación	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparar y asignación de tareas	Entrada externa				0	
Consultar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno				0	
Consultar Acto Administrativo	Consejar acto	Consultar Actos	Consulta Externa				0	

Figura 16. Hoja esfuerzo análisis y diseño.  
Fuente: Autores.

### 7.1.7. Hoja Estimación Proyecto

Es la hoja en la que se presenta un resumen de la estimación del proyecto, este resumen incluye los datos básicos del proyecto, y el consolidado de la estimación total, tanto a nivel numérico como gráfico a través de un diagrama de barras, esto se puede ver en la figura 17.

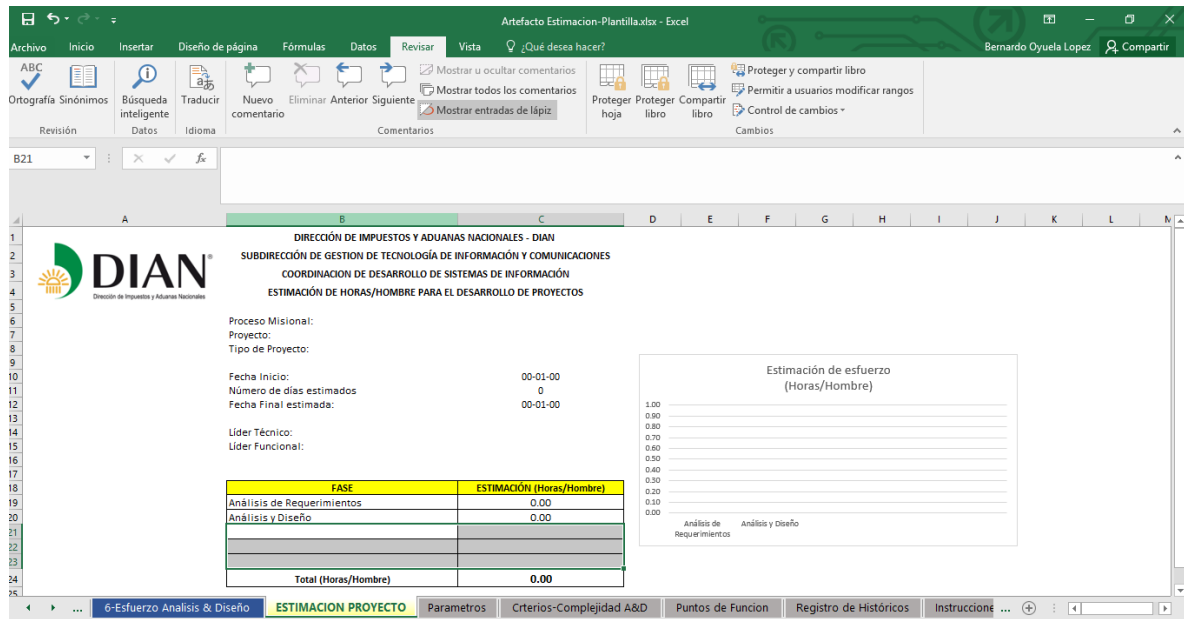


Figura 17. Hoja estimación proyecto.  
 Fuente: Autores.

### 7.1.8. Hoja Parámetros

Es la hoja en la que se parametrizan los diferentes aspectos del instrumento de medición, entre estos aspectos se destacan:

- Procesos Misionales de la DIAN
- Factores de ajuste fase de análisis de requerimientos
- Tablas de definición de la complejidad
- Factores de ajuste fase de análisis y diseño
- Noveles de complejidad de los factores de ajuste
- Tipos de actores
- Componentes de diseño
- Asociación de los componentes de diseño con los puntos de función.
- Tipos de proyectos

Lo anterior se puede ver en las figuras 18, 19 y 20.

Excel spreadsheet showing 'COMPLEJIDAD EN PUNTOS DE FUNCIÓN - ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS' table. The table lists various types of functions and their complexity levels (Baja, Media, Alta) across different requirement categories (Baja, Media, Alta).

Tipos de Puntos de Función	Descripción	Complejidad-REQUERIMIENTOS			Complejidad (Ajustada con Historia) REQUERIMIENTO		
		Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Archivo de interfaz externo	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y solamente de puntos de función de otras aplicaciones	1.5	2.1	3.0	1.50	2.10	3.00
Archivo lógico interno	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y mantenido por la propia aplicación.	2.1	3	4.5	2.10	3.00	4.50
Consulta Externa	Transacciones que representan una simple recuperación de datos de archivos lógicos internos y/o archivos de interfaz externa.	0.9	1.2	1.8	0.90	1.20	1.80
Entrada externa	Transacciones con el objetivo de actualizar archivos lógicos internos o modificar el comportamiento del sistema.	0.9	1.2	1.8	0.90	1.20	1.80
Salida externa	Transacciones con el objetivo de presentación de información, además envolviendo lógica de procesamiento adicional a una consulta externa	1.2	1.5	2.1	1.20	1.50	2.10

COMPLEJIDAD	PESO DE LA FASE	
	FASE	%
Baja	Análisis de Requerimientos	30%
Media	Análisis y Diseño	20%
Alta	Implementación	20%
	Pruebas	28%
	Paso a Producción	2%

Figura 18. Hoja parámetros – parte 1.

Fuente: Autores.

Excel spreadsheet showing 'CRITERIOS DE COMPLEJIDAD REQUERIMIENTOS' table. The table lists criteria for complexity requirements, categorized by external inputs, external outputs/queries, and internal logical files.

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD REQUERIMIENTOS				
ENTRADAS EXTERNAS				
Items de datos				
Archivos referenciados	1 a 4	5 a 15	>15	
0 a 1	Baja	Baja	Media	
2	Baja	Media	Alta	
3 o más	Media	Alta	Alta	

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD REQUERIMIENTOS				
SALIDAS Y CONSULTAS EXTERNAS				
Atributos				
Entidades referenciadas	1 a 5	6 a 19	>19	
0 a 1	Baja	Baja	Media	
2 a 3	Baja	Media	Alta	
4 o más	Media	Alta	Alta	

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD REQUERIMIENTOS				
ARCHIVOS LÓGICOS INTERNO				
ARCHIVO DE INTERFAZ EXTERNO				
Items de datos				
Archivos lógicos referenciados	1 a 19	20 a 50	>50	
0 a 1	Baja	Baja	Media	
2 a 5	Baja	Media	Alta	
6 o más	Media	Alta	Alta	

Figura 19. Hoja parámetros – parte 2.

Fuente: Autores.



Factor Entorno y de Equipo (FEE) REQUERIMIENTOS	PesoFEE	Grado de influenciaFEE	CalificaciónFEE
FEE1 - Baja familiaridad con el proceso de negocio de los armistas de planeamiento	1	0	0
FEE2 - Bajo compromiso y empoderamiento del Lider Funcional del proyecto	1	0	0
FEE3 - Falta definición del marco jurídico	1.2	0	0
FEE4 - Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de requerimientos	0.8	0	0
FEE5 - Usuarios de Negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	1.2	0	0
FEE6 - Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	2	0	0
FEE7 - Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	2	0	0
FEE8 - Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	1	0	0

Figura 20. Hoja parámetros – parte 3.  
Fuente: Autores.

### 7.1.9. Hoja Criterios complejidad A&D

En esta hoja se registra el criterio, grado de complejidad y los componentes de diseño de la arquitectura MUISCA, es aquí donde se definieron los criterios de complejidad con los que inició el instrumento, para cada componente se definieron los criterios que los definen como de complejidad baja, media o alta, lo cual se puede ver en la figura 21.

CRITERIOS DE COMPLEJIDAD COMPONENTES DE ANALISIS Y DISEÑO - HORAS			
COMPONENTE	CRITERIOS DE COMPLEJIDAD		
MDA Enterprise Architect Servicio	Manejo de la persistencia (CRUD)		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 metodos y maximo 10 propiedades 0.5	De 2 a 10 metodos y de 10 a 20 propiedades 1	Mas de 10 metodos y mas de 20 propiedades 1.5
MDA Enterprise Architect Acción	MDA Enterprise Architect		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 metodos y maximo 10 propiedades 0.5	De 2 a 10 metodos y de 10 a 20 propiedades 1	Mas de 10 metodos y mas de 20 propiedades 1.5
Helper	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario)		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 metodos y maximo 10 propiedades 0.5	De 2 a 10 metodos y de 10 a 20 propiedades 1	Mas de 10 metodos y mas de 20 propiedades 1.5
Delegado	Número de métodos, complejidad de la funcionalidad del método (en relación a funcionalidades de interfaz de usuario)		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	Menos de 2 metodos y maximo 10 propiedades 0.5	De 2 a 10 metodos y de 10 a 20 propiedades 1	Mas de 10 metodos y mas de 20 propiedades 1.5
exponer Interfaz del Sistema B2B	1. Cantidad de procedimientos 2. Cantidad de parámetros enviados 3. Procesamiento de datos de respuesta (transformaciones, colecciones, dehomologaciones) 4. Comunicación entre organizaciones 5. Documentación		
	BAJA	MEDIA	ALTA
	1. 1 procedimiento 2. De 1 a 2 parámetros	1. De 1 a 3 procedimientos 2. De 2 a 4 parámetros	

Figura 21. Hoja criterios complejidad análisis y diseño.  
Fuente: Autores.

### 7.1.10. Hoja Puntos de Función

Corresponde a la hoja donde se encuentra el catálogo de funciones estándar de la DIAN, con la respectiva asociación a los tipos de puntos de función, este catálogo es un entregable de alto valor para la DIAN, ya que permite estandarizar las funciones a implementar, y se puede ir actualizando según surjan nuevas funcionalidades, lo cual se puede ver en la figura 22.

Funcionalidad Global	Funcionalidad	Puntos de Función	Tipo	Descripción
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por proyectar	Consulta Externa	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Implementar interfaz de proyectar	Archivo de interfaz externo	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Consulta Externa	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Construir Plantilla (.odt)	Entrada externa	Interfaz de captura de la información del Acto Administrativo
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Proyectar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Consultar tareas pendientes por revisar	Consulta Externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Interfaz de revisar actos	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Aplicar reglas de validación	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Diigenciar Plantilla con datos existentes (.odt)	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Almacenar borrador	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Generar acto en PDF	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Revisar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar pendientes por firmar	Consulta Externa	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Consultar y mostrar y editar Plantilla (Interfaz de usuario)	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Generar PDF	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Gestionar expediente	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Formalizar documento	Salida externa	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Actualizar Buñón de Notificación	Archivo lógico Interno	
Gestionar Acto Administrativo	Firmar Acto Administrativo	Reparto y asignación de tareas	Entrada externa	
Gestionar Acto Administrativo	Corregir acto	Consultar Actos	Consulta Externa	

Figura 22. Hoja puntos de función.  
Fuente: Autores.

### 7.1.11. Hoja Registro de históricos

El instrumento incluye la hoja de registro de históricos, con el fin de permitir que las estimaciones se vayan afinando a medida que se desarrollan los proyectos, para ello se registran los datos reales obtenidos en cada proyecto para cada una de las fases, con estos datos se va obteniendo el promedio para cada punto de función, haciendo que cada vez se pueda estimar con mayor precisión, lo cual se puede ver en la figura 23.

No.	Tipos de Puntos de Función	Descripción	Valor medido Horas	Valor medido Horas	Valor medido Horas	Valor medido Horas	Valor medido Horas	Valor medido Horas	Valor medido Horas
1	Archivo de interfaz externo (Complejidad BAJA)	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y solamente de puntos de función de otras aplicaciones							
2	Archivo lógico Interno (Complejidad BAJA)	Grupo de datos lógicamente relacionados (desde el punto de vista del usuario) y mantenido por la propia aplicación.							
3	Consulta Externa (Complejidad MEDIA)	Transacciones que representan una simple recuperación de datos de archivos lógicos internos y/o archivos de interfaz externa.							
4	Entrada externa (Complejidad BAJA)	Transacciones con el objetivo de actualizar archivos lógicos internos o modificar el comportamiento del sistema.							
5	Salida externa (Complejidad BAJA)	Transacciones con el objetivo de presentación de información, además envolviendo lógica de procesamiento adicional a una consulta externa.							
			7	4.8					
			6	6.5					

Figura 23. Hoja registro de históricos.  
Fuente: Autores.

### 7.1.12. Hoja Instrucciones

Incluye las instrucciones paso a paso de cómo se maneja el instrumento, describiendo las actividades a seguir para desarrollar la estimación, lo cual se puede ver en la figura 24.

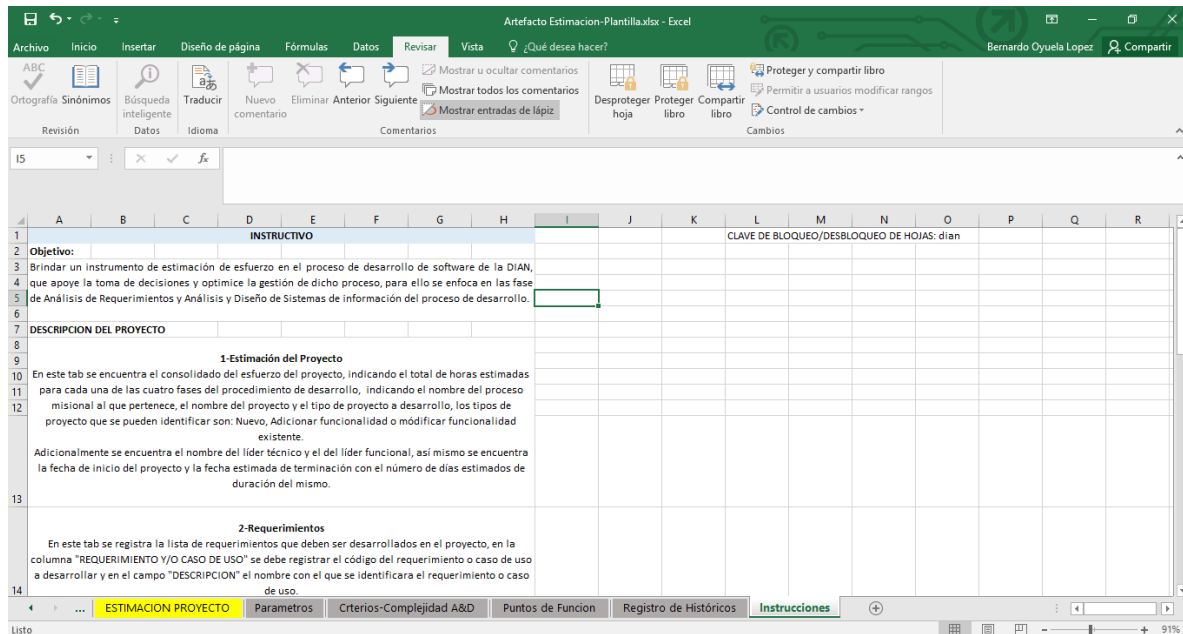


Figura 24. Hoja instrucciones.  
Fuente: Autores.

## 7.2.Prueba Piloto

Como parte del presente trabajo se planteó realizar una prueba piloto que permitiera aplicar las diferentes actividades y métricas definidas para la estimación de esfuerzo en los procedimientos de análisis de Requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información de la DIAN. La prueba piloto consiste en el desarrollo de una herramienta de software que soporte las funcionalidades de la dirección de ingresos, específicamente de la subdirección de recaudo y cobranzas área de entidades sin ánimo de lucro RTESAL, que se constituyen en un régimen especial dentro de las actividades de la DIAN.

Los pasos para el desarrollo del piloto fueron:

1. Estimación tradicional.
2. Estimación con el instrumento entregado por el proyecto.
3. Comparación de las métricas obtenidas con el tiempo que tomó realmente el proyecto.

Se identificaron las siguientes funcionalidades a implementar, tabla 26.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCION
CU001	Diligenciar y presentar solicitud Régimen Tributario Especial (RTE)
CU002	Publicar información ESAL y registrar comentarios
CU003	Asignar puntaje a solicitudes por comentarios registrados
CU004	Registrar respuesta a comentarios
CU005.1	Evaluar vencimientos para registrar comentarios
CU005.2	Evaluar vencimientos para registrar respuesta a comentarios
CU005.3	Repartir automáticamente asuntos de solicitudes sin comentarios para sustanciación en recaudo
CU005.4	Repartir automáticamente asuntos de solicitudes con respuesta a comentarios para sustanciación en recaudo y en fiscalización
CU006.1	Sustanciar asunto (solicitud) en recaudo
CU006.2	Sustanciar asunto (solicitud) en fiscalización
CU007.1	Proyectar acto administrativo RTE
CU007.2	Revisar acto administrativo RTE / informe decisión fiscalización
CU007.3	Firmar acto administrativo RTE / informe de verificación de fiscalización
CU007.4	Firmar actos administrativos RTE generados automáticamente
CU008.1	Generar masivamente resoluciones que niegan la calificación como contribuyentes del régimen tributario especial
CU008.2	Generar masivamente resoluciones que excluyen del régimen tributario especial

Tabla 26. Funcionalidades a implementar SIE RTESAL.

Fuente: Autores

Se parametrizaron los siguientes factores de ajuste para la fase de análisis de requerimientos, es de notar que se consideraron aquellos que son de entorno (FEE) que son lo que más aplican para este procedimiento, como se puede observar en la tabla 27.

FACTORES DE AJUSTE	Grado de influencia	Peso
FT1. Comunicación de datos e integración	0-No presente/No influye	0
FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)	0-No presente/No influye	0
FT3. Performace (desempeño)	0-No presente/No influye	0
FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)	0-No presente/No influye	0
FT5. Alto volumen de transacciones	0-No presente/No influye	0
FT6. Analistas requiere Entrenamiento Especial	0-No presente/No influye	0
FT7. Se requiere interfase con el usuario con alta Usabilidad	0-No presente/No influye	0
FT8. Actualización ( <i>on-line/batch</i> )	0-No presente/No influye	0
FT9. Procesamiento complejo	0-No presente/No influye	0
FT10. Reusabilidad	0-No presente/No influye	0
FT11. Facilidad de implementación	0-No presente/No influye	0
FT12. Facilidad de operación	0-No presente/No influye	0

## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 100

FACTORES DE AJUSTE	Grado de influencia	Peso
FT13. Características de seguridad	0-No presente/No influye	<b>0</b>
FT14. Facilidad de cambios	1-Influencia Mínima	<b>1</b>
FEE1 – Baja familiaridad con el proceso de negocio de los analistas de requerimientos	2-Influencia Moderada	<b>2</b>
FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del líder funcional del proyecto	0-No presente/No influye	<b>0</b>
FEE3 – Falta definición del marco jurídico	5-Influencia fuerte	<b>5</b>
FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de Requerimientos	5-Influencia fuerte	<b>5</b>
FEE5 – Usuarios de negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	3-Influencia promedio	<b>3</b>
FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	3-Influencia promedio	<b>3</b>
FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	3-Influencia promedio	<b>3</b>
FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	2-Influencia Moderada	<b>2</b>
Total		24
<b>TOTAL FACTOR DE AJUSTE</b>		<b>0,80</b>

Tabla 27. Factores de ajuste fase de análisis de requerimientos para el SIE RTESAL.

Fuente: Autores

Lo anterior permite evidenciar que para el desarrollo de este proyecto se cuenta con condiciones a favor que facilitan el desarrollo de este, toda vez que el valor de ajuste está por debajo de 1.0. Se destacan dentro de los factores de ajuste, el relacionado con la definición de marco jurídico y la baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de requerimientos, que son los que más influyen, pero que en el consolidado no logran impactar el tiempo de ejecución del proyecto.

Para el procedimiento de análisis y diseño se parametrizaron los siguientes factores de ajuste, los cuales denotan que este es un proyecto sin riesgo tecnológico, dado que los factores técnicos no superaron el 1.0. La tabla 28 resume los factores de ajuste:

FACTORES DE AJUSTE	Grado de influencia	Peso
FT1. Comunicación de datos e integración	5-Influencia fuerte	<b>10</b>
FT2. Arquitectura de la aplicación (Web, APP, C/S)	2-Influencia Moderada	<b>2</b>
FT3. Performace (desempeño)	5-Influencia fuerte	<b>5</b>
FT4. Configuración del equipamiento (Portabilidad)	0-No presente/No influye	<b>0</b>
FT5. Volumen de transacciones	3-Influencia promedio	<b>3</b>
FT6. Requiere Entrenamiento Especial	0-No presente/No influye	<b>0</b>
FT7. Interfase con el usuario (Usabilidad)	5-Influencia fuerte	<b>10</b>

ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 101

FACTORES DE AJUSTE	Grado de influencia	Peso
FT8. Actualización ( <i>on-line/batch</i> )	4-Influencia significativa	4
FT9. Procesamiento complejo	0-No presente/No influye	0
FT10. Reusabilidad	1-Influencia Mínima	1
FT11. Facilidad de implementación	0-No presente/No influye	0
FT12. Facilidad de operación	0-No presente/No influye	0
FT13. Características de seguridad	4-Influencia significativa	8
FT14. Facilidad de cambios	0-No presente/No influye	0
FEE1 – Baja familiaridad con el proceso de negocio de los analistas de requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE2 – Bajo compromiso y empoderamiento del líder Funcional del proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE3 – Falta definición del marco jurídico	0-No presente/No influye	0
FEE4 – Baja experiencia de los ingenieros en el levantamiento de requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE5 – Usuarios de negocio no empoderado ni con conocimiento de negocio	0-No presente/No influye	0
FEE6 – Cambios frecuentes de prioridad en el levantamiento de requerimientos	0-No presente/No influye	0
FEE7 – Analista de requerimientos con tiempo parcial en el proyecto	0-No presente/No influye	0
FEE8 – Baja idoneidad de analistas de requerimientos (Pensamiento analítico, capacidad de escribir, entre otros)	0-No presente/No influye	0
Total		43
<b>TOTAL FACTORES DE AJUSTE</b>		<b>0,92</b>

Tabla 28. Factores de ajuste fase de análisis y diseño para el SIE RTESAL.

Fuente: Autores

Una vez realizado el mapeo de los puntos de función se obtuvieron los siguientes resultados para el procedimiento de análisis de requerimientos, tabla 29.

PUNTOS DE FUNCION	TOTAL PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS	HORAS/HOMBRE
78,0	62,6	405,29
REQUERIMIENTO	DESCRIPCION	Puntos de Función
CU001	DILIGENCIAR Y PRESENTAR SOLICITUD RTE	5,4
CU002	PUBLICAR INFORMACIÓN ESAL Y REGISTRAR COMENTARIOS	6,0
CU003	ASIGNAR PUNTAJE A SOLICITUDES POR COMENTARIOS REGISTRADOS	4,5
CU004	Registrar Respuesta a Comentarios	2,1
CU005.1	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR COMENTARIOS	3,3



ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 102

PUNTOS DE FUNCION	TOTAL PUNTOS DE FUNCIÓN AJUSTADOS	HORAS/HOMBRE
<b>78,0</b>	<b>62,6</b>	<b>405,29</b>
REQUERIMIENTO	DESCRIPCION	Puntos de Función
CU005.2	EVALUAR VENCIMIENTOS PARA REGISTRAR RESPUESTA A COMENTARIOS	3,3
CU005.3	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES SIN COMENTARIOS PARA SUSTANCIACIÓN EN RECAUDO	3,3
CU005.4	REPARTIR AUTOMATICAMENTE ASUNTOS DE SOLICITUDES CON RESPUESTA A COMENTARIOS PARA SUSTANCIACIÓN EN RECAUDO Y EN FISCALIZACION	3,3
CU006.1	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN RECAUDO	6,0
CU006.2	SUSTANCIAR ASUNTO (SOLICITUD) EN FISCALIZACIÓN	6,0
CU007.1	PROYECTAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE	9,9
CU007.2	REVISAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DECISION FISCALIZACION	9,0
CU007.3	FIRMAR ACTO ADMINISTRATIVO RTE / INFORME DE VERIFICACIÓN DE FISCALIZACIÓN	3,0
CU007.4	FIRMAR ACTOS ADMINISTRATIVOS RTE GENERADOS AUTOMATICAMENTE	4,5
CU008.1	GENERAR MASIVAMENTE RESOLUCIONES QUE NIEGAN LA CALIFICACIÓN COMO CONTRIBUYENTES DEL RÉGIMEN TRIBUTARIO ESPECIAL	4,2
CU008.2	GENERAR MASIVAMENTE RESOLUCIONES QUE EXCLUYEN DEL RÉGIMEN TRIBUTARIO ESPECIAL	4,2

Tabla 29. Estimación Horas/Hombre fase de análisis de requerimientos

Fuente: Autores

Así mismo se obtuvo la siguiente estimación para el procedimiento de análisis y diseño, detallado en la tabla 30.

Total Horas	Total Horas/Hombre ajustadas	
<b>407,08</b>	<b>375,99</b>	
REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	Horas/Hombre
CU001	diligenciar y presentar solicitud RTE	50,25
CU002	publicar información ESAL y registrar comentarios	32
CU003	asignar puntaje a solicitudes por comentarios registrados	25,25
CU004	registrar respuesta a comentarios	24
CU005.1	evaluar vencimientos para registrar comentarios	19,25
CU005.2	evaluar vencimientos para registrar respuesta a comentarios	13,25

## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 103

Total Horas	Total Horas/Hombre ajustadas	
<b>407,08</b>	<b>375,99</b>	
REQUERIMIENTO/CASO DE USO	DESCRIPCION	Horas/Hombre
CU005.3	repartir automáticamente asuntos de solicitudes sin comentarios para sustanciación en recaudo	13,25
CU005.4	repartir automáticamente asuntos de solicitudes con respuesta a comentarios para sustanciación en recaudo y en fiscalización	19,25
CU006.1	sustanciar asunto (solicitud) en recaudo	25,25
CU006.2	sustanciar asunto (solicitud) en fiscalización	37,5
CU007.1	proyectar acto administrativo RTE	45,95
CU007.2	revisar acto administrativo RTE / informe decisión fiscalización	35,5
CU007.3	firmar acto administrativo RTE / informe de verificación de fiscalización	10,25
CU007.4	firmar actos administrativos RTE generados automáticamente	17,125
CU008.1	generar masivamente resoluciones que niegan la calificación como contribuyentes del régimen tributario especial	19,25
CU008.2	generar masivamente resoluciones que excluyen del régimen tributario especial	9,875

Tabla 30. Estimación Horas/Hombre fase de análisis y diseño  
Fuente: Autores

Lo que da un total de 781,27 Horas/Hombre, como se ve en la figura 25.

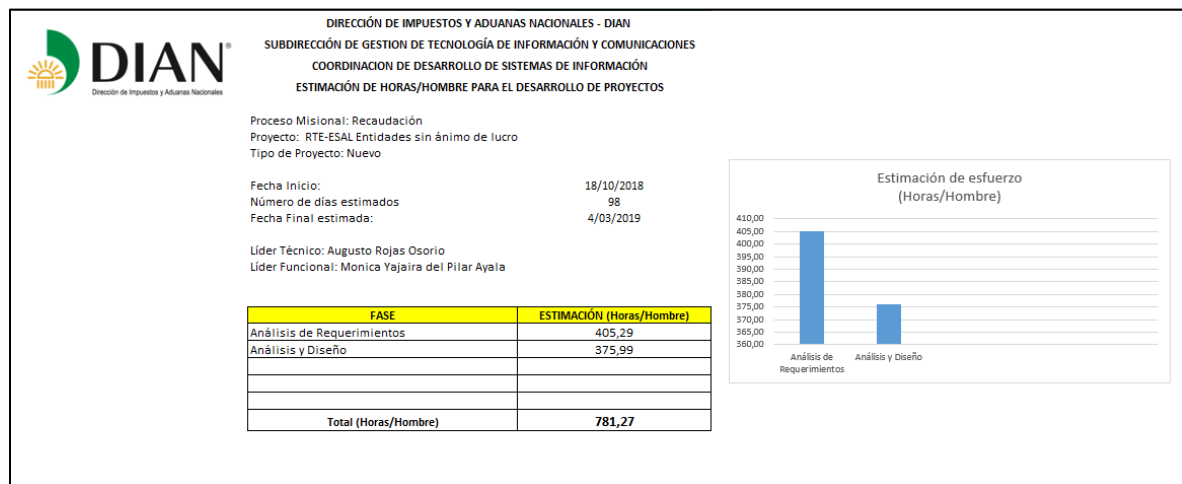


Figura 25. Estimación consolidada en Horas/Hombre  
Fuente: Autores

En la planeación del desarrollo del servicio RTESAL, inicialmente el cronograma del proyecto se realizó sin el apoyo de una herramienta de estimación de esfuerzo, este basado

## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 104

exclusivamente en la experiencia del líder técnico, el cual realizó la estimación considerando el número de funcionalidades a implementar y la experiencia obtenida en proyectos anteriores, sin embargo, y a pesar de ser uno de los ingenieros con mayor experiencia, estimó el esfuerzo en 1.145 horas, mientras que el tiempo real del proyecto fue de 828 horas, es decir se desfasó en cerca del 38.2% por encima del tiempo real, mientras que con la utilización del instrumento el esfuerzo calculado se desfasó en el 5.7% frente al mismo tiempo, lo que se traduce en que el tiempo de entrega ofrecido al usuario funcional fue mayor al real, con un desfase significativo en la planeación y por ende en la administración de los recursos, lo cual se puede apreciar en las siguientes datos detallados en la tabla 31 y expresados en forma gráfica como lo muestra la figura 26.

<b>Fases</b>	<b>Horas estimadas sin instrumento</b>	<b>Horas estimadas con instrumento</b>	<b>Horas ejecutadas</b>
Análisis de requerimientos	600	405	434
Análisis y diseño	545	376	395
<b>Total</b>	<b>1145</b>	<b>781</b>	<b>828</b>

Tabla 31. Comparativo estimativo sin instrumento vs con instrumento

Fuente: Autores

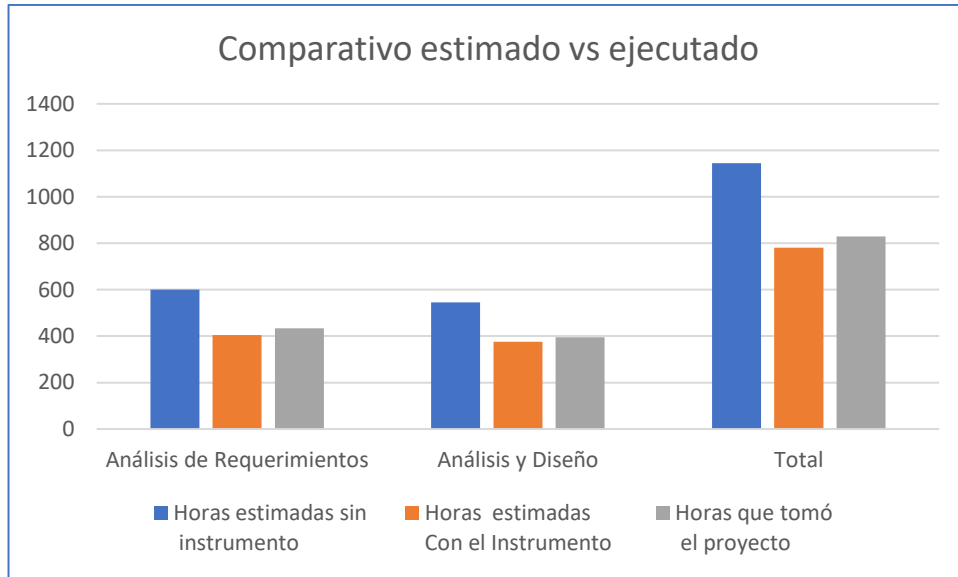


Figura 26. Comparativo estimado vs ejecutado  
Fuente: Autores

Aunque los resultados obtenidos por el instrumento de estimación presentan una subestimación con relación a las horas realmente ejecutadas, las cuales corresponden al 94.32%, también se observa que la estimación realizada inicialmente por la coordinación de desarrollo de sistemas de información en el proyecto objeto de la prueba piloto fue del 138.29 %, es decir, una sobreestimación. Estos resultados de la prueba piloto fueron aceptados de manera satisfactoria por la entidad al ser la desviación del 5.68% un buen número al ser comparado con la desviación del 38.29% de la estimación inicial. Además, al ser la primera vez que se utiliza el instrumento, no se contó con datos históricos y se espera que una vez se tengan, las estimaciones serán más precisas.

## **8. Conclusiones y Recomendaciones**

Al iniciar el presente trabajo se propuso resolver uno de los problemas que tiene gran impacto en la gestión de los proyectos de desarrollo de software, ya sea desarrollados por los ingenieros de la DIAN o desarrollados por terceros bajo términos contractuales que definen tiempos y costos fijos. A continuación, se plantean las conclusiones y recomendaciones que se consideran deben seguirse para lograr optimizar la estimación de esfuerzo en los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información y que le permitirán a la CDSI cumplir con las metas propuestas y por ende mejorar la percepción de los usuarios frente al área de tecnología, garantizando una mejor gestión de las tecnologías de TI.

### **8.1. Conclusiones**

- La prueba piloto desarrollada permitió establecer que el uso del instrumento de estimación de esfuerzo facilita a la CDSI de la DIAN, estimar cronogramas de los proyectos de desarrollo de software más reales y con aceptable grado de confiabilidad, minimizando la generación de falsas expectativas frente al cumplimiento de las metas planteadas para las áreas usuarias.
- La prueba proyecto piloto permitió concluir y validar que la manera en que se viene realizando la estimación de esfuerzo para los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información en la DIAN, no permite determinar con certeza el número de horas que se consumen en las actividades propias de cada fase, lo que se refleja en los múltiples controles de cambios que se deben realizar para actualizar los cronogramas que inicialmente se entregan dentro de los planes estratégicos y de mejoramiento institucional, esto influye de manera negativa en los informes de resultados que presentan las áreas usuaria y se generan incumplimientos en los objetivos que inicialmente se fijan, lo que

conlleva a que las Entidades de Control evalúen de manera negativa a la Entidad y se generen hallazgos administrativos que en muchas ocasiones terminan en investigaciones disciplinarias o de carácter fiscal con las consecuencias negativas para la imagen de la DIAN y su gestión de las tecnologías de TI. Lo anterior se evidenció al comparar los tiempos que se estimaron, para el proyecto piloto, de manera subjetiva y basados únicamente en la experiencia del gerente del proyecto, que al hacer la evaluación del tiempo estimado vs el utilizado, permitió establecer que el cronograma, para las dos fases, tuvo un desvío del 38.29% por encima del tiempo real, mientras que el tiempo estimado con el instrumento se acercó en 94,32% al tiempo real.

- La estimación eficiente del esfuerzo en horas/hombre para el desarrollo de los procedimientos, permite realizar una mejor gestión del uso y asignación de los recursos de ingeniería, los cuales pueden asignarse de manera objetiva considerando aspectos como la experiencia de los mismos y el grado de complejidad de las tareas a desarrollar, lo anterior gracias a la definición de los niveles de complejidad asociados, de manera individual, a cada funcionalidad a desarrollar y a los factores de ajustes definidos en el instrumento de estimación de esfuerzo.

- La definición de una estrategia de estimación de esfuerzo, práctica y sencilla, utilizando el instrumento de estimación, facilitó su aplicación en la prueba piloto, y tuvo gran aceptación por parte de los ingenieros que participaron en la identificación de los requerimientos, la asignación de complejidades, entre otras actividades, los cuales habían utilizado otros métodos de estimación de esfuerzo tales como COCOMO, e incluso métodos propietarios empíricos de empresas externas que en el pasado han participado en proyectos de desarrollo en la DIAN.

## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 108

- El mapeo de los patrones de arquitectura MUISCA con la implementación de cada tipo de función, facilitan la estimación de esfuerzo para el procedimiento de análisis y diseño.
- La definición de un catálogo de funciones estándar para la DIAN, facilita la estimación del esfuerzo en el procedimiento de requerimientos, ya que la estimación se basa en los criterios de complejidad estándares los cuales se van afinando con datos históricos, haciéndolos más cercanos a la realidad.
- El análisis de los diferentes métodos de estimación de esfuerzo y la aplicación de los conceptos que más se ajustaron al proceso de desarrollo de la DIAN, permitió llegar a un instrumento de estimación de esfuerzo que fue ampliamente aceptado por la CDSI y adoptado con relativa facilidad por el equipo de desarrollo de la DIAN.
- A través de la prueba piloto, se pudo validar que la aplicación de ideas innovadoras, como la definición del catálogo estándar de funciones de la DIAN y la utilización de la arquitectura MUISCA, para la estimación de esfuerzo, aseguran que la generación de valor para el negocio, por parte de la CDSI de la DIAN, se alcance de manera eficiente.
- El registro de datos históricos de estimación de esfuerzo, así como ampliar el catálogo de funciones estándares de la DIAN por medio de la utilización del instrumento en los diferentes proyectos de desarrollo, aseguran un proceso de mejora continua de las actividades de estimación de esfuerzo para los procedimientos de análisis de requerimientos y análisis y diseño de los sistemas de información.

## **8.2.Recomendaciones**

- Para la adopción del instrumento de estimación de esfuerzo, al interior de la CDSI, es recomendable iniciar con proyectos del proceso de recaudo y cobranzas, esto dado que el catálogo de funcionalidades se realizó, en gran medida, con proyectos relacionados con estos procesos misionales, lo anterior no significa que deba hacerse de esta manera, pero si facilitará empezar el proceso de afinamiento del catálogo.
- Es importante que los proyectos de contratación incluyan el instrumento de estimación como base para la negociación con terceros de los tiempos estimados para el desarrollo de los proyectos.
- Un aspecto que no debe dejarse de lado es la actualización de los tiempos históricos en el instrumento de estimación, lo cual permite que los tiempos de esfuerzo en horas/hombre, se afine y cada vez se acerque más a la realidad, lo cual permitirá que las estimaciones sean cada vez más confiables.
- Así mismo, es recomendable que las funcionalidades que vayan surgiendo se incluyan en el catálogo estándar del instrumento de estimación, esto facilita la estimación de esfuerzos y permite que se pueda facilitar las funcionalidades que ya se han implementado y que no requieren de dedicación especial, lo que disminuye los tiempos estimados para los proyectos futuros.



## 9. Referencias

- Abran, A. (abril de 2019). COSMIC Functional Size Measurement of Mobile Personal Health Records for Pregnancy Monitoring.
- Albrecht, A. J. (30 de mayo de 2010). *International Function Point Users Group*.
- Avellaneda, J. M. (2017). *Especificación de un modelo de medición y estimación de proyectos de software para la banca central*. Bogotá D. C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Bedini, A. (2006). *Gestión de Proyectos de Software*. Obtenido de <https://www.inf.utfsm.cl/~guerra/publicaciones/Gestion%20de%20Proyectos%20de%20Software.pdf>
- Blauvelt, R., & Blauvelt, W. (2015). Metodología para la estimación de proyectos de desarrollo de software para la empresa Sophos Banking Solution S.A.S. Medellín. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8109/RicardoJose\\_RamirezBlauvelt\\_WilliamDavid\\_RamirezBlauvelt\\_2015.pdf?sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8109/RicardoJose_RamirezBlauvelt_WilliamDavid_RamirezBlauvelt_2015.pdf?sequence=2)
- Bundschuh, M., & Dekkers, K. (2008). *The IT Measurement Compendium*. Berlin: Springer.
- Cabero, J., & Llorente, C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las TIC. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7(2), 11-22. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/260750592\\_La\\_aplicacion\\_del\\_juicio\\_de\\_experto\\_como\\_tecnica\\_de\\_evaluacion\\_de\\_las\\_tecnologias\\_de\\_la\\_informacion\\_y\\_comunicacion\\_TIC](https://www.researchgate.net/publication/260750592_La_aplicacion_del_juicio_de_experto_como_tecnica_de_evaluacion_de_las_tecnologias_de_la_informacion_y_comunicacion_TIC)
- Carnegie Mellon University. (2006). *Estimación con PROBE I*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-informatica/principios-de-ingenieria-informatica/probe-i>

## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 111

CDSI-DIAN. (2018). Tabla de estimación de esfuerzo. Bogotá: Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información.

Decreto 2117. (29 de diciembre de 1992). *Función Pública*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=69793>

DIAN. (2014). *Plan Estratégico Dian 2014-2018*. Obtenido de

[https://www.dian.gov.co/dian/entidad/MisionVision/DocumentoPlanEstrategicoDIAN20142018\\_17042016.pdf](https://www.dian.gov.co/dian/entidad/MisionVision/DocumentoPlanEstrategicoDIAN20142018_17042016.pdf)

DIAN. (2014). Procedimiento de Análisis de Requerimientos de Sistemas de Información.

Bogota, Bogota, Colombia.

DIAN. (2014). Procedimiento de Análisis y Diseño de Sistemas de Información. Bogota,

Colombia.

DIAN. (2018). *Dian - La Entidad*. Obtenido de

<https://www.dian.gov.co/dian/entidad/Paginas/Presentacion.aspx>

Escobar-Perez, J., & Cuervo-Martinez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos:

Una validez a su aproximación. Obtenido de

[http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3\\_Juicio\\_de\\_expertos\\_27-36.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf)

Gómez, A., López, M., Migani, S., & Otazú, A. (2017). COCOMO UN MODELO DE

ESTIMACION DE PROYECTOS DE SOFTWARE. Obtenido de

[https://www.academia.edu/32460241/COCOMO\\_-](https://www.academia.edu/32460241/COCOMO_-)

[\\_UN\\_MODELO\\_DE\\_ESTIMACION\\_DE\\_PROYECTOS\\_DE\\_SOFTWARE](https://www.academia.edu/32460241/COCOMO_-UN_MODELO_DE_ESTIMACION_DE_PROYECTOS_DE_SOFTWARE)

- Gómez, J. (14 de febrero de 2013). *El laboratorio de las TI*. Obtenido de <https://www.laboratorioti.com/2013/02/14/metodo-de-estimacion-puntos-casos-de-uso-use-case-points/>
- Humphrey, W. (2012). *PSP. A Self-Improvement Process for Software Engineers*. Addison-Wesley.
- IFPUG. (2010). *Function Point Counting Practices Manual, Release 4.3.1*.
- ISO. (2017). ISO/IEC/IEEE 24765:2017 Vocabulario Ingeniería de Software. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/71952.html>
- Jones, C. (2008). *Applied Software Measurement*. Mc Graw-Hill Education.
- Jorgensen, M. (2004). A Review of Studies on Expert Estimation of Software Development Effort. Lysaker, Noruega. Obtenido de <https://www.simula.no/publications/review-studies-expert-estimation-software-development-effort>
- Kitchenham, B. A. (2019). Problems with Statistical Practice in Human-Centric Software Engineering Experiments. *The ACM Guide to Computing Literature*, 134-143.
- Lars, S. (2010). *Técnicas de descomposición*. Obtenido de <http://larass2.blogspot.com/2009/03/tecnicas-de-descomposicion.html>
- Ley 872. (30 de diciembre de 2003). *Diario Oficial de la Republica de Colombia*. Obtenido de <http://svrpubindc.imprenta.gov.co/diario/index.xhtml;jsessionid=5869d539bed9ea3f133241abf4e6>
- Molina Ríos, J., Honores, T. J., & Zea Ordoñez, M. (2015). *Nociones de ingeniería de software*. Machala, Ecuador: Ediciones UTMACH.
- Morillo, R. A. (30 de diciembre de 2015). *PMOinformatica.com, la oficina de proyectos de informática*. Obtenido de <http://www.pmoinformatica.com>

- Nasa. (1990). *Manager's Handbook for Software Development*. Greenbelt, Maryland, Estados Unidos. Obtenido de [https://profinit.eu/wp-content/uploads/2015/12/NASA\\_ManagersHandbook\\_90.pdf](https://profinit.eu/wp-content/uploads/2015/12/NASA_ManagersHandbook_90.pdf)
- Naur, P., & Randell, B. (Edits.). (Enero de 1969). *Report on a conference sponsored by the NATO SCIENCE COMMITTEE*. Garmish, Alemania. Obtenido de <http://homepages.cs.ncl.ac.uk/brian.randell/NATO/nato1968.PDF>
- OBS Business School . (2018). *Los secretos de una buena estructura de descomposición de producto*. Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/areas-de-conocimiento-pmbok-1/los-secretos-de-una-buena-estructura-de-descomposicion-de-producto>
- O'Farrill, L. (2010). *Estimación de tiempo y esfuerzo en proyectos de software*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos82/estimacion-tiempo-esfuerzo-proyectos-software/estimacion-tiempo-esfuerzo-proyectos-software3.shtml>
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. (Septima). McGraw Hill.
- Remón, C., & Thomas, P. (2017). *Estimación de Esfuerzo en el Desarrollo de Software a partir de Especificación de Requerimientos*. La Plata.
- Resolución 1094. (7 de febrero de 2006). Obtenido de : <https://diancolombia.sharepoint.com/sites/diannetpruebas/Normatividad/Paginas/Resolucion-01094-2006.aspx>
- Rodríguez, F. S. (mayo de 1999). *Medida del tamaño funcional en aplicaciones de software*. La Mancha.
- Sommerville, I. (2011). *INGENIERÍA DE SOFTWARE, Novena edición*. Mexico D.F.: PEARSON EDUCACIÓN,.

The Standish Group International. (1994). Chaos Report. Obtenido de

[https://www.standishgroup.com/sample\\_research\\_files/chaos\\_report\\_1994.pdf](https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf)

The Standish Group International. (2015). Obtenido de

[https://www.standishgroup.com/sample\\_research\\_files/CHAOSReport2015-Final.pdf](https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf)

Valdes, F. (13 de febrero de 2019). *SpinGere*. Obtenido de [https://www.spingere.com.mx/single-](https://www.spingere.com.mx/single-post/que-es-COSMIC-ISOIEC-19761)

[post/que-es-COSMIC-ISOIEC-19761](https://www.spingere.com.mx/single-post/que-es-COSMIC-ISOIEC-19761)

## 10. Glosario

**Acción.** Implementación del patrón de arquitectura comando, que resuelve una o varias funcionalidades de negocio, el cual se integra con la capa de seguridad

**Arquitectura MUISCA.** Conjunto de patrones, lineamientos, estilos y restricciones que se deben seguir en la implementación de las aplicaciones en la DIAN.

**DAO.** Implementación de objeto para el acceso a los datos.

**DTO.** Implementación de objeto para el transporte de los datos entre capas.

**Delegado.** Artefacto especializado para agrupar funcionalidades de negocio comunes.

**Diagrama de Clases.** Representación gráfica de entidades de negocio y sus relaciones que soportan una funcionalidad específica de una aplicación.

**Helper.** Utilitario de funcionalidades

**Interfaz B2B.** Componente de software que se utiliza en la interoperabilidad entre varias organizaciones de negocio.

**Procedimiento almacenado.** Implementación de lógica de negocio en PL/SQL que es ejecutada por la base de datos.

**Proxy.** Componente de software en el que se descompone una aplicación.

**Servicio.** Implementación del patrón de arquitectura comando, que resuelve una o varias funcionalidades de negocio, el cual se integra con la capa de datos.

**SIE.** Sigla para servicio informático electrónico.

**Trigger.** (Disparador). Segmento de código que se ejecuta al realizar una operación de inserción, eliminación o actualización sobre una tabla de una base de datos.

**Vista.** Representación de una o más entidades de datos relacionadas.

**WBO.** Implementación de objeto para el control de la capa de presentación.

## **11. Anexos**

### **11.1. Anexo 1. Procedimiento de Análisis de Requerimientos PR-SI-0148**

Para efectos de identificar las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo que más se ajusten al procedimiento definido en la DIAN para la fase de análisis de requerimientos del ciclo de desarrollo de software se detalla a continuación la descripción de dicho procedimiento.

#### **Entradas**

- Solicitud de creación o ajuste al Sistema de Información. Requerimiento de alto nivel. Formato 2206.
- Formato FT-SI-1850 Plan de Proyecto.

#### **Salidas**

- Formato FT-SI-2006 Especificación funcional
- Formato FT-SI-2007 Especificación funcional detallada
- Formato FT-SI-2009 Casos de Uso

#### **Actividades**

##### **1. Recepción y asignación de la solicitud de creación o ajuste de Sistema de Información.**

La solicitud de creación o ajuste de sistema de información es recibida a través de la herramienta de gestión de solicitudes de la entidad por parte del líder de fábrica interna y direccionada al grupo de requerimientos para la asignación del ingeniero responsable de la solicitud al interior del grupo de trabajo de acuerdo a la temática de la misma y al volumen de asignaciones previas realizadas.

**2. Conformar el equipo de trabajo para el análisis de requerimientos.**

Con la información consignada en la solicitud del sistema de información y previamente avalada por el centro de despacho, se confirma la designación del responsable de la Coordinación de la Dinámica de los Procesos, el(os) ingeniero(s) asignado(s) (grupo de requerimientos) de la Coordinación para el Apoyo a los Sistemas de Información y el empleado del área involucrada (usuario experto), conformando así el equipo de trabajo para el análisis de requerimientos.

**3. ¿Se requiere la contextualización del(os) ingeniero(s) asignado(s) del grupo de requerimientos?**

Si se requiere la contextualización del(os) ingeniero(s) asignado(s) del grupo de requerimientos continúe con la actividad No. 4, de lo contrario continúe con la actividad No. 5

**4. Contextualizar al(os) ingeniero(s) asignado(s) del grupo de requerimientos.**

Cuando la complejidad de la solicitud de creación o ajuste del sistema de información lo requiere, se contextualiza al(os) ingeniero(s) asignado(s) del grupo de requerimientos en temas como funcionalidad, aspectos técnicos del sistema de información, entre otros.

**5. ¿La solicitud de Sistema de Información corresponde a un ajuste mayor, nuevo o ajuste menor?**

Si la solicitud de sistema de información corresponde a un ajuste mayor o nuevo sistema, continuar con la actividad No. 6, de lo contrario (ajuste menor) continuar con la actividad No. 7.

**6. Levantar los requerimientos de alto nivel.**



Levantar los requerimientos de alto nivel, diligenciando el formato FT-SI-1847

Requerimientos de Alto Nivel, junto con la Coordinación para el Apoyo a los Sistemas de Información (ingeniero(s) asignado(s) del grupo de requerimientos), el responsable de la Coordinación Dinámica de los Procesos y el empleado del área involucrada (usuario experto); con el aval del Administrador Funcional.

El requerimiento de alto nivel es un documento que debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Objetivo,
- Alcance,
- Justificación,
- Implicaciones (normativas, tecnológicas y procedimentales),
- Estimado de recurso humano y
- Estimado de tiempo.

Los requerimientos de alto nivel son enviados al Centro de Despacho para la determinación del esquema de desarrollo de la solicitud de Sistema de Información. Conexa con el procedimiento PR-SI-0002 Centro de Despacho – Sistemas de Información.

#### **7. Elaborar las especificaciones funcionales.**

El formato FT-SI-1850 plan de proyecto elaborado desde el procedimiento PR-SI-0153 Formulación de Proyectos de Tecnología Informática y Telecomunicaciones, es recibido por parte del líder de fábrica Interna para que realice la priorización y asignación al equipo de trabajo conformado para el análisis de requerimientos.

Este equipo procede a la elaboración de los siguientes documentos, dependiendo el

caso:

- FT-SI-2006 Especificación funcional: Se utiliza para documentar especificaciones funcionales de prioridad inmediata y complejidad baja.
- FT-SI-2007 Especificación funcional detallada: En este formato se documentan las especificaciones funcionales asociadas a ajustes mayores o de creación de sistemas de información, previa determinación del esquema de desarrollo (fábrica interna) por parte del Centro de Despacho. Este documento contiene entre otros elementos, modelo de dominio del problema y requerimientos no funcionales.
- FT-SI-2009 Casos de Uso: Se utiliza para la documentación de los casos de uso que se definen en la especificación funcional detallada.

Las especificaciones funcionales se realizan mediante el desarrollo de mesas de trabajo de levantamiento de requerimientos con el empleado del área involucrada (usuario experto), utilizando los instructivos respectivos para la elaboración de los formatos mencionados anteriormente.

#### **8. Revisar internamente las especificaciones funcionales.**

Las especificaciones funcionales elaboradas son revisadas por el grupo de requerimientos incluyendo su líder con el objetivo de identificar inconsistencias, imprecisiones o posibles ajustes a realizar a la documentación elaborada.

#### **9. ¿Se requieren ajustes a las especificaciones funcionales?**

Si se requieren ajustes a las especificaciones funcionales continuar con la actividad No. 10; de lo contrario continuar con la actividad No. 11.

#### **10. Ajustar las especificaciones funcionales.**

El equipo de trabajo del grupo de requerimientos realiza los ajustes requeridos dependiendo el caso. Los ajustes a las especificaciones funcionales se realizan mediante el desarrollo de mesas de trabajo internas del grupo de requerimientos.

**11. ¿Las especificaciones funcionales requieren una revisión técnica?**

Si las especificaciones funcionales requieren una revisión técnica continuar con la actividad No. 12; de lo contrario continuar con la actividad No. 15.

**12. Realizar la revisión técnica (socialización) de las especificaciones**

**Funcionales.**

Las especificaciones funcionales elaboradas son socializadas al grupo de ingenieros definidos por el líder de fábrica interna (ingenieros de los grupos de análisis y diseño, codificación o ejecución de pruebas) con el objetivo de identificar inconsistencias, imprecisiones o posibles ajustes en particular de tipo técnico a las especificaciones funcionales.

**13. ¿Se requieren ajustes a las especificaciones funcionales?**

Si se requieren ajustes a las especificaciones funcionales continuar con la actividad No. 14; de lo contrario continuar con la actividad No. 15.

**14. Ajustar las especificaciones funcionales de acuerdo a la revisión técnica.**

El equipo de trabajo del grupo de requerimientos realiza los ajustes convenidos de forma posterior a la revisión técnica. Los ajustes a las especificaciones funcionales se realizan mediante el desarrollo de mesas de trabajo con los ingenieros participantes en la revisión técnica.

**15. ¿Las especificaciones funcionales ajustadas requieren la elaboración de plan de pruebas?**

Si las especificaciones funcionales ajustadas requieren la elaboración de plan de pruebas continuar con la actividad No. 16; de lo contrario continuar con la actividad No. 17.

**16. Elaborar el plan de pruebas Inicial.**

Se elabora junto con la Subdirección de Gestión de Tecnología de Información y Telecomunicaciones, el plan de pruebas, diligenciando el formato FT-SI-1849 – Plan de Pruebas, de acuerdo con el instructivo del mismo.

Para la elaboración del plan de pruebas inicial interviene(n) adicionalmente el(os) ingeniero(s) asignado(s) (grupo de pruebas) de la Coordinación para el Apoyo a los Sistemas de Información, el empleado del área involucrada y los ingenieros asignados del grupo de requerimientos, estos últimos para consultas. El plan de pruebas inicial se gestiona posteriormente de acuerdo con el procedimiento PR-SI-0151 Ejecución de pruebas de Sistemas de Información.

**17. Revisión externa de las especificaciones funcionales**

Las especificaciones funcionales elaboradas son socializadas con el responsable de la Coordinación Dinámica de los Procesos y el empleado del área involucrada (usuario experto) con el objetivo de identificar inconsistencias, imprecisiones o posibles ajustes.

**18. ¿Se requieren ajustes a las especificaciones funcionales?**

Si se requieren ajustes a las especificaciones funcionales continuar con la actividad No. 19; de lo contrario continuar con la actividad No. 20.

**19. Ajustar las especificaciones funcionales de acuerdo con la revisión externa**

El equipo de trabajo del grupo de requerimientos realiza los ajustes convenidos de forma posterior a la revisión externa. Los ajustes a las especificaciones funcionales se realizan mediante el desarrollo de mesas de trabajo con los ingenieros participantes en la revisión externa.

**20. Elaborar y firmar el acta de entrega de especificación funcional**

El ingeniero responsable del requerimiento elabora el documento mencionado, de acuerdo al formato FT-SI-2008 Acta de entrega especificación funcional y solicita la firma de el(os) ingeniero(s) del grupo de requerimientos que participaron en el levantamiento, el(os) funcionarios de Dinámica de los procesos, el líder del grupo de requerimientos y el empleado del área involucrada (usuario experto).

**21. Notificar al líder de fábrica interna y registrar en la herramienta de gestión de solicitudes de la entidad**

Se notifica al líder de fábrica interna por medio de la herramienta de gestión de solicitudes de la entidad sobre la entrega de los documentos de especificación funcional.

El líder de fábrica interna direcciona los documentos construidos para su gestión en los procedimientos PR-SI-0149 Análisis y diseño de los Sistemas de Información o PR-SI-0150 Codificación de los Sistemas de Información o PRSI-0151 Ejecución de pruebas de los Sistemas de Información, de acuerdo a su criterio técnico

## **11.2. Anexo 2. Procedimiento de Análisis y Diseño de la DIAN PR-SI-0149**

Para efectos de identificar las actividades y métricas para la estimación de esfuerzo que más amolden al procedimiento definido en la DIAN para la fase de análisis y diseño del ciclo de desarrollo de software se detalla a continuación la descripción de dicho procedimiento.

### **Entradas**

- Formato FT-SI-2006 Especificación funcional
- Formato FT-SI-2007 Especificación funcional detallada
- Formato FT-SI-2009 Casos de Uso

### **Salidas**

- Formato FT-SI-2003 Modelo de diseño.
- Formato FT-SI-2004 Diseño Base de Datos
- Formato FT-SI-2005 Diseño de Interfaz de Usuario

### **Actividades**

#### **1. Revisar documentos**

Verificar el documento generado por el procedimiento PR-SI-0148 Análisis de requerimientos de sistemas de información, con el fin de determinar si se encuentra la información completa acerca del sistema de información a desarrollar o ajustar.

Los documentos y su contenido pueden variar de acuerdo con la complejidad y prioridad del sistema de información y la solicitud.

#### **2. Analizar información**

Analizar la información contenida en los documentos con el fin de detectar inconsistencias, ambigüedades, duplicidad o escasez de información, etc. También se

asocian los requisitos relacionados entre sí, los cuales permiten identificar funcionalidades y reestructurar la información de los casos de uso cuando se requiera.

### **3. Evaluar documentos**

Verificar que los requisitos especificados brindan la suficiente información, exista coherencia y el entendimiento de cómo las funcionalidades buscan responder a las metas, motivadores y componentes existentes, así como los casos de uso deben ser válidos, consistentes y completos.

Se evalúa la documentación con respecto a los requisitos y se informa a través de correo electrónico al responsable de requerimientos el resultado de la evaluación.

### **4. ¿La documentación cumple con los requisitos o requiere de ajuste?**

Si la documentación cumple con los requisitos continuar con la actividad 5, de lo contrario se comunica a requerimientos para los ajustes respectivos. Procedimiento PR-SI-0148 Análisis de requerimientos de sistemas de información y se da inicio nuevamente en la actividad 1 del presente procedimiento.

### **5. Diseñar modelos técnicos de la arquitectura**

Con base en los requerimientos, los componentes existentes, la infraestructura disponible, y la visión de la funcionalidad en la entidad se construye los diagramas que permitan representar los componentes tecnológicos, sus relaciones y el impacto sobre la plataforma existente. También se identifica si la información está disponible como servicio por otros componentes, resultado de esto se genera el documento modelo de diseño, el cual se elabora con base en el formato FT-SI-2003 Modelo de diseño y el instructivo correspondiente.

Se evalúa la funcionalidad solicitada y se define la mejor forma para automatizarla, con el fin de brindar la mejor experiencia de usuario y la mejor utilización del servicio, la cual se

describe en el documento diseño de interfaz de usuario, el cual se elabora con base en el formato FT-SI-2005 Diseño de Interfaz de Usuario.

Con base en las necesidades de la información requerida para la implementación del servicio se define si se requiere crear nuevas estructuras, ajustar o reutilizar las existentes definiendo el modelo de datos, el cual se describe en el documento Diseño Base de Datos, el cual se elabora con base en el formato FT-SI-2004 Diseño Base de Datos.

Los requerimientos brindan las exigencias que permiten definir los controles de acceso a las funcionalidades diseñadas sobre el modelo de seguridad definido por la arquitectura base.

### **6. Definir infraestructura tecnológica**

Se revisa la infraestructura disponible y la identificada para el desarrollo o ajuste del sistema de información, se solicita lo requerido a través de correo electrónico o reuniones respectivas, acerca de los componentes tecnológicos necesarios y su disponibilidad, en cuanto a hardware, software y comunicaciones.

### **7. Socializar los modelos técnicos de la arquitectura**

Dar a conocer el contexto de como las funcionalidades buscan responder a las metas, motivadores y componentes existentes del sistema de información respectivo.

Explicar los modelos técnicos al grupo que va a realizar el desarrollo de la funcionalidad requerida, durante el cual se tienen en cuenta las observaciones o aclaraciones con el fin de ajustar y validar los modelos técnicos.

El ajuste de los modelos se realiza durante la socialización y en conjunto con el grupo de desarrollo.

### **8. Entregar modelos técnicos de la arquitectura**

Se almacena la documentación en el repositorio definido para tal fin para su



## ESFUERZO EN REQUERIMIENTOS Y ANÁLISIS Y DISEÑO EN LA DIAN 126

implementación y se informa al grupo de desarrollo la finalización del procedimiento.

**11.3. Anexo 3. Plantilla de Artefacto de Estimación**



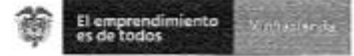
Artefacto  
Estimacion-Plantilla.

**11.4. Anexo 4. Piloto Aplicando el Artefacto de Estimación**



Artefacto  
Estimación Piloto.xls

## 11.5. Anexo 5. Certificación de aceptación proyecto aplicado en la Entidad



Bogotá D.C., 13 de mayo de 2019

Doctor  
Jorge Enrique Portella  
Director Maestría en Gestión de TI  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD  
Ciudad

Asunto: Aprobación trabajo realizado por estudiantes del Programa de Maestría en Gestión de TI en desarrollo de opción para obtener título de Magister y condonación de crédito con el ICETEX.

Respetado doctor Portella,

Por medio de la presente emito aprobación del trabajo realizado por los funcionarios de esta Coordinación y estudiantes del Programa de Maestría en Gestión de TI con el cual se mejora el proceso de construcción de sistemas de información en las fases de Análisis de Requerimientos y Análisis y Diseño de Sistemas de Información, dotando a esta Coordinación y específicamente a la fábrica interna de desarrollo de software, de un instrumento de estimación de esfuerzo para cada una de las fases relacionadas.

El trabajo realizado proporciona gran valor para la DIAN al poder determinar la estimación del esfuerzo de ingeniería que se empleará para la construcción y/o contratación de los sistemas de información solicitados por las áreas de gestión. Con este instrumento se determina las actividades y métricas de esfuerzo en horas/hombre y el tiempo de duración que tomará la entrega de los mismos.



Adicionalmente se destaca que con la ayuda de este instrumento se mejora la gestión de TI facilitando el cumplimiento de los objetivos institucionales.

A continuación, se relacionan los nombres y documentos de identificación de los funcionarios que realizaron el trabajo.

<b>Nombres</b>	<b>Identificación</b>	
Bernardo Oyuela López	C.C.	79.277.296
Clímaco Alberto Llamas Caamaño	C.C.	73.140.815

Atentamente,

Divier Jávier Alberto Saganome  
Jefe de la Coordinación de Desarrollo de Sistemas de Información  
Subdirección de Gestión de Tecnología de la Información  
UAE Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales DIAN